



**INSTITUTE OF PEDOLOGY, AGROCHEMISTRY AND SOIL PROTECTION  
"NICOLAE DIMO"**  
**STATE UNIVERSITY OF MOLDOVA**  
**SOIL SCIENCE SOCIETY OF MOLDOVA**  
**MINISTRY OF AGRICULTURE, REGIONAL DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT**  
**OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA**  
**GLOBAL SOIL PARTNERSHIP**  
**INTERNATIONAL NETWORK OF BLACK SOILS**  
**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**

# International Scientific Conference

## **Eastern European Chernozems - 140 years after V. Dokuchaev**



**2 - 3 October 2019**  
**Chisinau, Republic of Moldova**

CZU 631.445.4(082)=135.=111=161.1  
E 11

**Responsabil de ediție:**  
Dr. conf. Iurie Moșoi, director IPAPS "N.Dimo"

**Colegiul de redacție:**  
Dr.conf. Tamara LEAH  
Dr.conf. Gheorghe JIGĂU  
Dr.hab.prof. Valerian CERBARI  
Dr.conf. Vladimir FILIPCIUC  
Dr.conf. Tatiana CIOLACU

*Opiniile exprimate în articolele respective aparțin autorilor și nu reflectă în mod obligatoriu punctul de vedere al colegeului de redacție. Responsabilitatea pentru conținutul articolelor revine în exclusivitate autorilor.*

The opinions expressed in the respective articles belong to the authors and does not necessarily reflect the editorial board point of view of the. The responsibility for content of the articles lies solely with the authors.

#### **Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții**

"**Eastern European Chernozems – 140 years after V. Dokuchaev**", international scientific conference (2019 ; Chișinău). International Scientific Conference "Eastern European Chernozems – 140 years after V. Dokuchaev", 2-3 October 2019, Chisinau / resp. de ed.: Iurie Moșoi; col. red.: Tamara Leah [et al.]. – Chișinău: Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo", 2019 (CEP USM). – 380 p.: fig., tab.

Antetit.: Inst. of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo", State Univ. of Moldova, Soil Science Society of Moldova [et al.]. – Texte: lb. rom., engl., rusă. – Rez.: lb. engl. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – 150 ex.

ISBN 978-9975-149-37-2.  
631.445.4(082)=135.=111=161.1  
E 11

**631.445.4(082)=135.=111=161.1**

© Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo"

## CONTENT

	<b>PREFĂTĂ / FOREWORD</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>АЛЕКСЕЕВ Василий</b> О МНОГООБРАЗИИ ЯВЛЕНИЯ ЗОНАЛЬНОСТИ В МИНЕРАЛЬНОМ ЦАРСТВЕ ПОЧВ МОЛДОВЫ	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ANDRIEŞ Serafim</b> MATERIA ORGANICĂ DIN SOLURILE REPUBLICII MOLDOVA: EVALUAREA, STAREA ACTUALĂ, PROGNOZA ȘI MĂSURI DE OCROTIRE	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>АПАРИН Борис, СУХАЧЕВА Елена</b> ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПАРАДИГМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ВЫХОД ИЗ КРИЗИСА	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>БАЛЮК С.А., ЗАХАРОВА М.А., НОСОНЕНКО А.А., ВОРОТЫНЦЕВА Л.И.</b> ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ УКРАИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>БЕЗУГЛОВА Ольга, ГОРБОВ Сергей, ЛИТВИНОВ Юрий</b> ОСОБЕННОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ПЛОТНЫХ ПОРОДАХ	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>BIVOL Elena</b> PROTECTING WOMEN'S LAND RIGHTS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>BOINCEAN Boris, DENT David</b> SOIL FERTILITY AND SUSTAINABLE, RESILIENT AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>БУРЫКИНА С.И., ЦУРКАН О.И.</b> ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>CERBARI Valerian, LEAH Tamara, LEAH Nicolai</b> TYPICAL BLACK SOILS OF MOLDOVA - 140 YEARS AFTER ITS STUDY BY V.V. DOKUCHAEV	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>CIOCHINA Vitalie</b> ACȚIUNEA FERTILIZATOARE A ÎNGRĂȘĂMINTELOR MINERALE ASUPRA CULTURILOR DE CÂMP PE CERNOZIOM CARBONATIC	<b>62</b>
<b>11</b>	<b>CIUBOTARU Valentin</b> COUNTRY ASSESSMENT ON PEOPLE CENTERED LAND GOVERNANCE	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>CIUBOTARU Valentin, CIUBOTARU Nicolae</b> ANALYTICAL STUDY OF LAND RIGHTS INFRINGEMENTS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA	<b>72</b>
<b>13</b>	<b>DABAKHOV Maxim V., DABAKHOVA Elena V., DEGTARENKO Galina L.</b> BACKGROUND ZINC CONTENT IN SOILS OF THE SOUTHERN PART OF THE EAST EUROPEAN PLAIN	<b>77</b>
<b>14</b>	<b>ДРОЗД Елена, НАЙДЁНОВА Оксана, ДЯДИН Дмитрий</b> АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ	<b>81</b>
<b>15</b>	<b>ГАФУРОВА Лазизахон, ДЖАЛИЛОВА Гулнора</b> ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ И ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ	<b>88</b>
<b>16</b>	<b>GOLIJANIN Jelena, TUNGUZ Vesna, VALJAREVIĆ Aleksandar, KOVAČEVIĆ Desimir,</b> EOECOLOGICAL EVALUATION OF SOILS AND THE OTHER NATURAL POTENTIALS FOR FORESTRY USAGE – CASE STUDY RAVNA MOUNTAIN AND PALE VALLEY (B&H)	<b>92</b>
<b>17</b>	<b>HUSEIN Hussam H. M., SAHWAN Wahib, BÄUMLER Rupert</b> GENESIS AND EVOLUTION OF BLACK SOIL IN THE EASTERN MEDITERRANEAN	<b>100</b>
<b>18</b>	<b>ЯТИМОВ Б.К., САИДЗОДА С.Т.</b> ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЁМА НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ БОГАРНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА	<b>111</b>

19	<b>ИНДОИТУ Диана, ИНДОИТУ Дмитрий</b> ДИНАМИКА ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КАРБОНАТНОМ ЧЕРНОЗЁМЕ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА С УДОБРЕНИЯМИ	115
20	<b>INDOITU Dumitru, INDOITU Diana</b> SISTEMA DE FERTILIZARE A GRÂULUI DE TOAMNĂ ÎN CONDIȚIILE BILANȚULUI ECHILIBRAT A MASEI ORGANICE ȘI ELEMENTELOR NUTRITIVE ÎN ASOLAMENT	121
21	<b>ЖУМБЕЙ Антон</b> ДИАГНОСТИКА ОПУСТЫНИВАНИЯ СТЕПНЫХ И СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	126
22	<b>KRASILNIKOV Pavel, SOROKIN Aleksey</b> CLASSIFICATION OF BLACK SOILS, CHERNOZEMS AND CHERNOZEM-LIKE SOILS	131
23	<b>КРИВЕНКО Анна, ПОЧКОЛИНА Светлана, БЕЗДЕДЕ Наталия</b> ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ	137
24	<b>КУЧЕР Анатолий</b> УСТОЙЧИВЫЙ ПОЧВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ	142
25	<b>LĂCĂTUŞU Radu, Mihaela-Monica STANCIU-BURILEANU, Anca-Rovena LĂCĂTUŞU, Mihaela LUNGU, Irina Ramona MORARU, Claudia PREDA</b> SELENIUM IN THE SOIL-PLANT SYSTEM FROM SOME AREAS OF ROMANIA	148
26	<b>LEAH Nicolai, ANDRIEŞ Serafim, GOJINETCHI Ana</b> DRY MATTER ACCUMULATION AND NUTRIENT CONSUMPTION BY WINTER WHEAT DEPENDING ON THE HARVEST LEVEL	156
27	<b>LEAH Tamara, CEBAN Tamara</b> TRACE ELEMENTS CONTENT IN THE CHERNOZEMS OF MOLDOVA	162
28	<b>ЛЕБЕДЬ Виталий</b> СЕКВЕНТНЫЙ ХАРАКТЕР ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ОДНОЛЕССОВОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ	168
29	<b>ЛЕМАНОВА Наталия, ВЕЛИКСАР София</b> ДИАПАЗОН ДЕЙСТВИЯ САПРОФИТНЫХ ДИАЗОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ	172
30	<b>LUNGU Vasile</b> MODELE DE OPTIMIZARE A REGIMURILOR NUTRITIVE A SOLURILOR MOLDOVEI	177
31	<b>МАМЕДОВ Гошгар</b> ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СУХИХ СУБТРОПИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНА	183
32	<b>МАНСУРОВ Б.А., САИДЗОДА Р.Ф.</b> АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКОРОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА	189
33	<b>МАНСУРОВ Б.А., ОДИНАЕВ Б.Д., ДЖАФАРОВ З.Б.</b> ИЗУЧЕНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ НУТА НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА	194
34	<b>МАНСУРОВ Б.А., САИДЗОДА Р.Ф., ЯТИМОВ Б.К.</b> ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРОШАЕМЫХ ХЛОПКАСЕЮЩИХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА	197
35	<b>МАНСУРОВ Б.А., САИДЗОДА Р.Ф., МУМИНОВ Э.А.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСНОВЫ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА В ТАДЖИКИСТАНЕ	202
36	<b>МАРКОСЯН Альберт</b> ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ГОРНЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ	205

<b>37</b>	<b>МАСЮТЕНКО Н.П.</b> ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЧР РОССИИ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ	<b>208</b>
<b>38</b>	<b>MOLDOVAN Anna, CIUBOTARU Valentin</b> NES APROACH AS A TOOL FOR PEOPLE CENTRED LAND GOVERNANCE	<b>214</b>
<b>39</b>	<b>OROZAKUNOVA R.T., BAIBAGYSHOV E.M.</b> CHERNOZEM SOILS OF KYRGYZSTAN	<b>219</b>
<b>40</b>	<b>ПАПИШ И. Я., ЩУР О. С.</b> ЧЕРНОЗЕМЫ МАЛОГО ПОЛЕСЬЯ	<b>224</b>
<b>41</b>	<b>ПОЗНЯК С. П., МАЗНИК Л. В.</b> ГАЛИЦКО-ПОДОЛЬСКИЕ ЧЕРНОЗЕМЫ ВНАЧАЛЕ ХХ ВЕКА	<b>231</b>
<b>42</b>	<b>РЕВТЬЕ-УВАРОВА Алина, ДОЦЕНКО Александр, НИКОНЕНКО Вячеслав, ВИННИЧЕНКО Людмила, КОБЗАРЬ Валентина, МИХЕЕВА Вера</b> ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ	<b>236</b>
<b>43</b>	<b>ROTARU Vladimir</b> INTERACTIVE EFFECTS OF RHIZOBACTERIA AND PHOSPHORUS, AND MANURE ON PHOSPHATES AVAILABILITY OF CARBONATED CHERNOZIOM UNDER LOW SOIL MOISTUTRE	<b>242</b>
<b>44</b>	<b>RUSU Alexandru, BULAT Ludmila</b> REZULTATELE EXPERIMENTĂRII UNOR PROCEDEE ACCESIBILE DE VALORIZARE A PAIELOR CA ÎNGRĂȘĂMÂNT PE SOL CERNOZIOMIC	<b>247</b>
<b>45</b>	<b>RUSU Teodor, BOGDAN Ileana, MORARU Paula I., POP Adrian I.</b> INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND MULCH ON THE SOIL, MAIZE AND SOYBEAN PRODUCTION	<b>253</b>
<b>46</b>	<b>SAHAKYAN Samvel</b> DETERMINATION OF THE OPTIMAL CONCENTRATION OF HYDROCHLORIC ACID AT THE CHEMICAL RECLAMATION OF SALINE-ALKALINE SOILS WITH APPLICATION OF LOW FREQUENCY MECHANICAL OSCILLATIONS AND WITHOUT THEM	<b>259</b>
<b>47</b>	<b>САПАРОВ А.С., ДЖАЛАНКУЗОВ Т.Д., ШАРЫПОВА Т.М., САПАРОВ Г.А.</b> УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	<b>265</b>
<b>48</b>	<b>SIURIS Andrei, CIOLACU Tatiana</b> TESTING OF WINERY WASTES AS ORGANIC FERTILIZERS IN VINEYEARD ON CAMBIC CHERNOZEM	<b>271</b>
<b>49</b>	<b>SKRYLNYK Ievgen, HETMANENKO Viktoriia, KUTOVA Angela</b> REBUILDING ORGANIC MATTER IN UKRAINIAN CHERNOZEMS THROUGHTHE USE OF ORGANIC AMENDMENTS	<b>277</b>
<b>50</b>	<b>СОЛОВЕЙ В. Б.</b> КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА ЧЕРНОЗЁМОВ УКРАИНЫ	<b>282</b>
<b>51</b>	<b>СОЛОХА Максим</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ДРОНА	<b>285</b>
<b>52</b>	<b>SOROKIN Alexey, SIDOROV Aleksey, KUST German</b> GENESIS OF SOIL COMPACTION IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF EUROPEAN RUSSIA	<b>290</b>
<b>53</b>	<b>ТРИГУБ Валентина</b> ФТОР В ПОЧВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ УКРАИНЫ	<b>297</b>
<b>54</b>	<b>ȚÎTEI Victor, MAZĂRE Veaceslav</b> EVALUAREA CALITĂȚII BIOMASEI DE <i>PHACELIA TANACETIFOLIA</i> , <i>BRASSICA NAPUS</i> și <i>ISATIS TINCTORIA</i> CA ÎNGRĂȘĂMÂNT VERDE	<b>302</b>

<b>55</b>	<b>URSU Andrei</b> PEDOSFERA – AL TREILEA MEDIU VITAL	<b>309</b>
<b>56</b>	<b>URSU Andrei</b> GEOGRAFIA ȘI ȘTAREA SOLURILOR VALORIZATE	<b>311</b>
<b>57</b>	<b>VOLOȘCIUC Leonid, JOSU Veronica</b> ROLUL BIOPESTICIDELOR ÎN PROTECȚIA INTEGRATĂ A CULTURILOR AGRICOLE ȘI MANAGEMENTUL DURABIL AL FERTILITĂȚII SOLULUI	<b>314</b>
<b>58</b>	<b>WILLS Skye, FERGUSON Charles, MONGER Curtis, NEMECEK Jason</b> CHERNOZEMS, MOLLISOLS, AND ECOLOGICAL SITES: USING SOIL CLASSIFICATION AND INTERPRETATION FOR BLACK SOIL MANAGEMENT	<b>320</b>
<b>59</b>	<b>FILIPOV Fedor, TOPA Denis</b> THE EFFECT OF HIGH DOSES OF COMPOST ON SOME CHARACTERISTICS OF STAGNI-GLEYIC PHAEOZEM FROM PLASTIC TUNNELS FALTICENI (ROMANIA)	<b>325</b>
<b>60</b>	<b>ЗАЛАВСКИЙ Юрий</b> ДЕТАЛЬНОЕ ПОЧВЕННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	<b>329</b>
<b>61</b>	<b>NEGRUȚI Grigore</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL SÎNGEREI	<b>333</b>
<b>62</b>	<b>NICORA Ion</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL DROCHIA	<b>337</b>
<b>63</b>	<b>SÎRBU Ion</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL HÎNCEȘTI	<b>341</b>
<b>64</b>	<b>TOMȘA Nicolae</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL LEOVA	<b>344</b>
<b>65</b>	<b>LOZOVAR Ionila</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN SATUL PITUȘCA RAIONUL CĂLĂRAȘI	<b>348</b>
<b>66</b>	<b>GĂINĂ Gheorghe</b> STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL SOROCA	<b>350</b>
<b>ABSTRACTS</b>		
<b>67</b>	<b>KABAŁA Cezary, ŁABAŻ Beata.</b> ORIGIN AND EVOLUTION OF CHERNOZEMS IN SOUTH POLAND - NEW DATA FROM PEDO-ARCHEOLOGICAL INVESTIGATIONS	<b>355</b>
<b>68</b>	<b>RUSU Teodor, BOGDAN Ileana, MORARU Paula Ioana, POP Adrian Ioan</b> INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND MULCH ON THE SOIL AND SOYBEAN PRODUCTION	<b>357</b>
<b>69</b>	<b>VASENEV Viaceslav.</b> CARBON STOCKS AND EMISSIONS FROM URBAN SOILS IN CENTRAL CHERNOZEMIC AREA OF RUSSIA	<b>358</b>
<b>70</b>	<b>TATAR Özgür, İŞTİPLILER Deniz.</b> PERENNIAL GRAIN PRODUCTION FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SOIL RESOURCES AND FERTILITY	<b>359</b>
<b>71</b>	<b>Gheorghe JIGĂU</b> CERNOZIOMURILE SPAȚIULUI PRIDANUBIAN: EVOLUȚIE, TRENDURI, MANAGEMENT SUSTENABIL	<b>360</b>
<b>72</b>	<b>Sergiu DOBROJAN, Gheorghe JIGĂU, Victor ȘALARU</b> APLICAREA BIOMASEI ALGEI <i>NOSTOC GELATINOSUM</i> (SCHOUSBOE) ELENKIN ÎN CALITATE DE BIOFERTILIZAN LA CUTIVAREA FLORII SOARELUI ( <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> )	<b>377</b>

## PREFĂTĂ

Termenul *"cernoziom"* derivă din limba rusă și înseamnă *"pământ negru"*: un teren, care a devenit un simbol al fertilității și a fost întotdeauna un centru de mare interes pentru agronomi și pedologii. Zona clasică a cernoziomului se întinde de la Marea Neagră, implicând România, Moldova, Ucraina, Siberia de sud și Asia Centrală, până la Mongolia. Este un sol extrem de fertil, cel mai fertil dintre cele trasabile pe planeta noastră, cu un randament foarte ridicat în producția agricolă. Grosimea stratului de cernoziom poate varia foarte mult, de la câțiva centimetri în Siberia până la 1,5 m în Republica Moldova și Ucraina.

Republica Moldova dispune de bogate resurse de sol care, în mare măsură, asigură activitatea economică a țării. Circa 3/4 din suprafață o ocupă cernoziomurile, considerate cele mai productive soluri. Cele mai renumite și unice soluri sunt *"solurile tipice de cernoziom ale Stepei Bălțului"*. Cercetările efectuate în aceste locuri de renumitul savant rus Vasile V. Dokuchaev cu 140 de ani în urmă, sunt direct responsabile de fundamentarea *științei solului (pedologiei)*. Solul negru sau cernoziomul - este un fenomen al naturii, un sol bogat în substanțe organice, formate ca urmare a acumulării produselor de descompunere a plantelor de stepă.

Cu toate acestea, starea actuală a principalei resurse naturale a țării – învelișului de sol rămâne îngrijorătoare, utilizarea lui ineficientă, măsurile de protecție nu sunt respectate, lucrări ameliorative nu se efectuează. Astfel, solurile sunt supuse diferitor procese de degradare, intensitatea și consecințele negative a căror cresc din an în an, în stare deplorabilă se află solurile luncilor unde s-au efectuat lucrări de ”reglare a scurgerii”, eroziunea de suprafață și de adâncime, ravenele și alunecările de teren afectează în mod direct calitatea solului. Gestionarea inadecvată a resurselor de sol caracterizată prin lipsa asolamentelor agricole și a măsurilor antierozionale, neglijarea bunelor practici de conservare a solurilor, parcelarea în masă a terenurilor a condus la degradarea lor.

„Fiind proprietarii celor mai bune soluri din lume, suntem acum într-o situație dificilă și suntem nevoiți să recunoaștem starea tristă a agriculturii în zona cernoziomurilor și a stepelor. De a găsi calea cea mai bună din toate dificultățile agricole din această zonă, indicând modalitățile exacte și practice de rezolvare a problemelor menționate - aceasta este provocarea pentru prezent ...”. Acest citat din cartea lui V. Dokuchaev „Cernoziomul rusesc”, (1883) caracterizează pe deplin situația în care ne aflăm în ceea ce privește cernoziomurile.

Conform academician N.A. Dimo „...toate cele menționate mai sus ne permit să considerăm ca una dintre principalele sarcini ale oamenilor de știință în domeniul pedologiei este studierea mai minuțioasă și stabilirea legitățile dintre conținutul și rezervele de humus în toate tipurile și subtipurile de sol. În acest caz, definițiile și calculele ar trebui să fie coordonate cu condițiile de sol: relieful și versanții, rocile parentale, gradul de dezvoltare a solurilor pe versanți și starea eroziunii acestora, condițiile de lucrare și altele”, citat din „Solurile Moldovei, sarcinile studierii lor și cele mai importante trăsături” (1958).

În broșura sa Dimo notează și alte sarcini importante, care sunt relevante astăzi. Pedologii ar trebui să organizeze cercetări, atât geografice, cât și staționare, în special cu privire la echilibrul de umiditate, substanțe organice și minerale, factori și procese biologice în sol, studiul și stabilirea conținutului total de fosfor, oligoelemente și o serie de alte elemente dispersate în solurile moldovenești.

Solurile de cernoziom sunt fundamentale pentru securitatea alimentară mondială, dar, în același timp, sunt amenințate de schimbări ireversibile. În mod potențial, aceste soluri pot și ar trebui să fie un rezervor semnificativ de carbon la nivel global, rezervorul unui ecosistem unic pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii.

De aceea, suntem datori să le îmbunătățim și să le păstrăm pentru generațiile viitoare !

„Cernoziomul poate și trebuie numit rege al solurilor; este, ca să spunem aşa, sol ideal ... deci, este ideal, cel mai bun dintre cele mai bune soluri ... ”, a notat Dokuchaev în 1883.

*Comitetul organizatoric*

## FOREWORD

The term "*chernozem*" derives from the Russian language and means "*black earth*": a land, which has become a symbol of fertility and has always been a center of great interest to agronomists and pedologists. The classic area of the chernozem extends from the Black Sea, involving Romania, Moldova, Ukraine, South Siberia and Central Asia, to Mongolia. It is an extremely fertile soil, the most fertile of the traceable ones on our planet, with a very high performance in agricultural production. The thickness of the chernozem layer can vary greatly, from a few centimeters in Siberia to 1.5 m in the Republic of Moldova and Ukraine.

The Republic of Moldova has rich soil resources which, to a large extent, ensure the economic activity of the country. About 3/4 of the surface is occupied by chernozems, considered the most productive soils. The most famous and unique soils are the "*typical chernozem soils of the Balti Steppe*". The research carried out in these places by the famous Russian scientist Vasile V. Dokuceaev more than 140 years ago, is directly responsible for the foundation of *soil science (pedology)*. Black soil or chernozem - it is a phenomenon of nature, a soil rich in organic substances, formed as a result of the accumulation of decomposition products of steppe plants.

However, the current state of the country's main natural resource - soil cover remains worrying, its inefficient use, protection measures are not respected, improvement work is not carried out. Thus, the soils are subjected to different processes of degradation, the intensity and negative consequences of which grow from year to year, in a deplorable state are the soils of meadows where there have been works of "drainage regulation", surface erosion and depth, ravines and landslides directly affect soil quality. Inadequate management of soil resources characterized by the lack of agricultural crop rotation and anti-erosion measures, neglect of good soil conservation practices, mass parceling of land and other led to their degradation.

"Being the owners of the best soils in the world, we are now in a difficult situation and are forced to recognize the sad state of agriculture in the zone of chernozems and steppes. To find the right way out of all the agricultural difficulties of this zone, indicating the exact and practical ways to solve the problems mentioned - that's the challenge posed at present...". This quote from V. Dokuchaev's book "Russian Chernozem", (1883) fully characterizes the situation in which we find ourselves regarding the chernozem.

According to academician N.A. Dimo "...all the above mentioned allow us to consider that one of the main tasks of the soil scientists is to study more carefully and to establish the regularities between humus content and reserves in all types and subtypes of soil. In this case, the definitions and calculations should be coordinated with the soil conditions: the relief and the slopes, the parental rocks, the degree of soil development on the slopes and the state of their erosion, the tillage conditions and others" quoted from "Soils of Moldova, the tasks of their study and the most important features", (1958).

In his brochure Dimo notes and other important tasks that are relevant today. Pedologists should organize research, both geographical and stationary, especially on the balance of moisture, organic and mineral substances, biological factors and processes in the soil, the study and establishment of total phosphorus content, trace elements and a number of other elements dispersed in Moldovan soils.

Chernozem soils are fundamental to global food security, but at the same time are threatened by irreversible changes. Potentially, these soils can and should be a significant carbon reservoir globally, the reservoir of a unique ecosystem for sustainable agriculture development.

Therefore, we are indebted to improve and preserve them for future generations !

"*Chernozem can and should be called the king of soils; it is, so to speak, ideal soil ... thus, it is ideal, the best of the best soils ...*", noted Dokuchaev in 1883.

*Organizing Committee*

# О МНОГООБРАЗИИ ЯВЛЕНИЯ ЗОНАЛЬНОСТИ В МИНЕРАЛЬНОМ ЦАРСТВЕ ПОЧВ МОЛДОВЫ

Василий АЛЕКСЕЕВ

Институт Почвоведения, Агрохимии и Защиты Почвы им. Н. А. Димо  
Республика Молдова, MD-2070, Кишинев, ул. Яловенская, 100  
e-mail: [oks40@list.ru](mailto:oks40@list.ru)

**Abstract.** It is shown how, with the study of the soils of Moldova, expanded and filled with content the expression and guess of V.V. Dokuchaev "on zonality in the mineral kingdom". In Bessarabia, a scientist identified 4 zonal soil types. The studies of N.A.Dimo, I.A.Krupenikov and scientists of their school have established the presence of horizontal and vertical zonality, represented by chernozems and forest soils. As Dokuchaev foresaw, the zonality in the mineral kingdom of the soil cover can be traced even deeper, at the level of Quaternary sediments. Three types have been established with divided into on species of mineralogical zonality, defined as geological, soil and soil-geological.

**Keywords:** soils, sediments, mineralogical composition, zonality, factors.

## ВВЕДЕНИЕ

Вторая половина 90-х годов XIX века и время второго посещения Бессарабии – период, когда В.В. Докучаев уже как классик мирового естествознания начинает проявлять особый интерес к проблемам природной зональности. К этому времени относятся его работы «О зональности в минеральном царстве» и «К учению о зонах природы» [1, 2], почвенных зонах, горизонтальных — на равнинах и вертикальных — в горах. Явление зональности Докучаев усматривал и глубже почв, на характере четвертичных отложений [1]. В работе «К учению о зонах природы» Докучаеву принадлежат важные, особенно для нашего времени, слова, что «...почва есть такое же самостоятельное естественно-историческое тело, как любое растение, любое животное, как любой минерал, - что это естественно-историческое тело должно изучать, прежде всего, как таковое, не преследуя каких-либо утилитарных прикладных целей ...» [2, стр. 323].

В.В. Докучаев дважды посетил Бессарабию, в 1877 году, т.е. 142 года назад, и спустя 21 год, в 1898 году. Первое посещение Бессарабии было кратковременным, во время которого ученый ознакомился с сорокским черноземом (Сорокский уезд, с. Непада), назвав его первоклассным. Второе более длительное продолжалось 20 дней. Во время второго посещения Докучаев пересек Бессарабию с севера на юг и с востока на запад, совершив путь в виде своеобразной восьмерки [3, 4]. При этом исследователь отметил, что за столь короткое время дать сколько-нибудь обстоятельную характеристику почв региона нет никакой возможности. Все, что можно сделать, это «наметить главные почвенные типы губернии и указать их приблизительное место в почвенной классификации». К тому времени Докучаеву была известна работа по почвам Бессарабии Гроссул-Толстого, в которой последним выделялись на данной территории 4 почвенные полосы, ориентированные с запада на восток. Наблюдения Докучаева, в общем, подтвердили схему Гроссул-Толстого, но не полностью.

## ТИПЫ, ВИДЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЗОНАЛЬНОСТИ В ПОЧВАХ МОЛДОВЫ

Тему зональности в «минеральном царстве» почв Молдовы в данном сообщении рассмотрим под углом многообразия ее проявления с привлечением результатов новых исследований в сравнении с теми, которые были проведены В.В.Докучаевым. Напомним, в Бессарабии Докучаев выделил 5 типов почв: 4 нормальные – (1) черноземные, (2) каштановые и мергелисто-черноземные, (3) солонцовые и (4) лесные и (5) аномальные –

смытые, слоистые и пр. [3]. Первые 4 типа образуют **горизонтальную зональность почв**. Тему **вертикальной зональности почв** он развил преимущественно во время и после пребывания в 1898 году на Кавказе [1, 2].

Работами Н.А.Димо, И.А.Крупеникова и их учеников знания в этой области были многократно углублены и расширены. Их исследованиями установлены главные закономерности географии почв Молдовы, образующие **почвенные горизонтальную и вертикальную зональности**, и разработана обширная их классификация [5-13]. Горизонтальная зональность представлена основным типом почв, черноземом, и сформирована с юга на север его подтипами – южным, карбонатным, обыкновенным, типичным, выщелоченным и оподзоленным [6]. Продолжается она лесными почвами и их подтипами – темно-серыми, серыми и светло-серыми. Вертикальная почвенная зональность выявлена на возвышенностях Молдовы. Она начинается с зонального подтипа чернозема и продолжается с увеличением абсолютных отметок соответствующими его подтипами и лесными почвами – серыми и бурыми [11, 12].

Во время пребывания Докучаева в Бессарабии минералогические исследования почв в России не проводились. Наука не располагала достаточным методическим арсеналом для того, чтобы заглянуть основательно в минеральное царство почв. Исследования под микроскопом были трудоемки, малопроизводительны, требовали высокой квалификации и были ограничены размером минеральных частиц. Рентген как метод исследования пришел в науку только в 30-х годах 20-го столетия. Он позволил проникнуть в минералогию почв глубже грубозернистого материала (менее 0,01 и 0,001 мм), в том числе в мир глинистых минералов. По этой причине зональность в минеральном царстве во время пребывания Докучаева в Бессарабии могла быть им установлена только на уровне самих почв, их типовых различий. В настоящее время, благодаря прогрессу в исследовательской технике, новым исследованиям, по истечении почти полутора столетия мы располагаем знаниями о зональности в минеральном царстве почв Молдовы намного в большем объеме. Эти знания распространяются не только на их типовые и подтиповые признаки, но и на их минералогию, т.е. в буквальном смысле на уровень их минерального царства или уровень минералогической зональности. Эта тема нами освещалась ранее [14], но здесь ее рассмотрим под несколько другим углом.

Анализ всей совокупности данных минералогических исследований на территории Молдовы позволяет наметить 3 основных типа минералогической зональности, которые выявляются в ее почвах и почвообразующих породах. С некоторой степенью условности их можно назвать как **геологический, почвенный, почвенно-геологический** [14].

**Геологический тип минералогической зональности** в Молдове сформировался в результате геологических процессов, при которых осадкообразование сопровождалось минералогической дифференциацией отложений. Обычно это происходит при увеличении или уменьшении кинетической энергии седиментационного процесса в водной среде при образовании осадочных отложений.

Геологический тип минералогической зональности в Молдове прослеживается в таких видах:

- 1) *с севера на юг в поверхностных осадочных отложениях, выступающих в качестве почвообразующих пород;*
- 2) *в поверхностных осадочных отложениях, выступающих в качестве почвообразующих пород от молодых речных террас к водоразделам;*
- 3) *в эрозионных катенах почв на склонах;*
- 4) *в аллювиальных отложениях от русел рек к притеррасной части поймы.*

Минералогическая зональность в **поверхностных осадочных отложениях с севера на юг** наиболее отчетливо проявляется в трех ее разновидностях: **минералогогранулометрической, кварцевой и глинистых минералов**. Понятно, что геологическая зональность минералов сопровождает **почвенную горизонтальную зональность**.

**Минералого-гранулометрический вид зональности** возник в результате известного факта облегчения гранулометрического состава почвообразующих пород Молдовы с севера на юг, а также того обстоятельства, что большинству осадочных отложений свойственна закономерность, согласно которой изменение размера представляющих их силикатных частиц сопровождается изменением минералогического состава последних [15]. Наиболее отчетливо эта закономерность проявляется на **кварце и глинистых минералах**. В результате в почвах и почвообразующих породах Молдовы совершенно ясно проявляются еще два вида минералогической зональности – **кварцевый и глинистых минералов**, географически противоположно направленные.

**Кварцевый минералогический вид зональности** прослеживается в почвообразующих породах и зональных почвах с севера на юг с облегчением их гранулометрического состава и выражается в увеличении в них содержания кварца примерно с 20 до 70 % [15].

**Минералогический вид зональности глинистых минералов** в силу их особенностей наиболее отчетливо проявляется на **смектите и иллите** и наблюдается в почвообразующих породах и зональных почвах с севера на юг с облегчением их гранулометрического состава. Выражается он в уменьшении в данном направлении содержания указанных минералов: **смектита** примерно с 25 до 9% и **иллита** примерно с 16 до 5% [15,16].

**Минералогический вид зональности в поверхностных осадочных отложениях от молодых речных террас к водоразделам** возникает в связи с утяжелением в этом направлении их гранулометрического состава, что вызвано, по мнению исследователей, увеличением возраста террас и процессами выветривания [17,18]. Как следствие этого явления, в указанной последовательности в силикатной части пород и почв увеличивается содержание глинистых минералов. Ранее те же самые изменения отмечались нами на примере почвообразующих пород водоразделов в направлении с юга на север. Причина, как было показано, не в процессах выветривания, а, как более вероятно, в изменении кинетической энергии седиментационного процесса в водной среде при образовании отложений в неоген-четвертичное время, сопровождаемого изменением размера осаждающихся силикатных минеральных частиц и их минералогии [15].

**Минералогический вид зональности в эрозионных катенах** почв на примере черноземов проявляется с увеличением степени их смытости. В результате, от полнопрофильного чернозема на водоразделе к эродированным черноземам на склоне с увеличением степени их смытости снижается содержание слюд, глинистых минералов, увеличивается относительное содержание кварца и полевых шпатов, среди глинистых минералов в иле уменьшается содержание иллита, например, с 28 до 21%, увеличивается содержание смектита с 50 до 58%. В иле также увеличивается содержание тонкодисперсного кварца, хотя в целом его там меньше, чем в иле полнопрофильного чернозема [15].

**Минералогический вид зональности в аллювиальных отложениях от прирусовой к притеррасной части поймы** возникает в связи с утяжелением их гранулометрического состава от песков и супесей до средних и тяжелых глин. В данном направлении содержание **кварца** снижается примерно с 70 до 10-20%, **полевых шпатов** с 17 до 5%, содержание **слюд** увеличивается с 4 до 16 %, **смектита** - от нулевых значений до, примерно, 40%, **иллита** - от нулевых значений до 20%. В том же направлении увеличивается содержание **хлорита и каолинита** [15].

Итак, в основе геологического типа минералогической зональности на территории Молдовы лежат процессы образования осадочных отложений, эрозионные и аллювиальные геологические процессы, сопровождаемые дифференциацией в водной среде силикатных минеральных частиц по их размеру, а соответственно и по их минералогическому составу.

Другой тип минералогической зональности в республике сформировался в результате процессов почвообразования и может быть назван **почвенным типом**. Главным фактором формирования этого типа минералогической зональности является биоклиматический фактор. Различаются виды **почвенной минералогической зональности**:

- 1) **почвенно-профильный** как следствие трансформации минералогического состава почвы по профилю;
- 2) **почвенно-подтиповий**, обусловленный трансформацией минералогического состава зональных почв в их подтиповом ряду (черноземов, лесных почв);
- 3) **почвенно-типовий**, обусловленный трансформацией минералогического состава зональных почв в их типовом ряду, а также в типах азональных почв.

**Почвенно-профильный вид минералогической зональности** имеет свои особенности в распределении минералов по профилю в зависимости от типовой или подтиповой принадлежности почвы. Так черноземам и лесным почвам свойственны свои закономерности распределения по профилю первичных, глинистых и карбонатных минералов. Свои закономерности распределения минералов по профилю свойственны азональным почвам: слитым черноземам (вертисолям), солонцам, дерново-карбонатным почвам и др. [15].

**Почвенно-подтиповий вид минералогической зональности** складывается в подтиповом ряду почв. Например, для черноземов характерным является утрата при движении от южных подтипов к северным карбонатных минералов кальцита, доломита. В той же последовательности изменяется профиль глинистых минералов от аккумулятивного на юге (карбонатный чернозем) до дефицитного по илу на севере (оподзоленный, выщелоченный черноземы). Изменения наблюдаются по степени накопления в профиле кварца как следствие процессов выветривания менее устойчивых минералов и многое другое. Подобные примеры можно указать и в отношении подтипов лесных почв [15].

**Почвенно-типовий вид минералогической зональности** проявляется в особенностях трансформации минералогического состава зональных почв, принадлежащих разным типам. В данном случае имеются в виду различия в изменении минеральной части черноземов и лесных почв. Эти различия возникают в связи с разной интенсивностью течения процессов выветривания и почвообразования, которые выражаются в разных объемах преобразования минеральной части почв, выноса продуктов разрушения, в разном накоплении в профиле инертного кварца, в характере распределения по профилю глинистых минералов и т.д.

Еще раз отметим, что **почвенный тип минералогической зональности** является следствием действия биоклиматического фактора, который наиболее эффективно проявляется на зональных почвах.

**Почвенно-геологический тип минералогической зональности** складывается между высокими и низкими абсолютными отметками залегания почв. В условиях Молдовы этот тип минералогической зональности реализуется между древними лесными почвами, занимающими самые высокие абсолютные отметки и молодыми аллювиальными почвами современной поймы. Промежуточное положение между ними занимают черноземы. Названный тип минералогической зональности проявляется в специфике формирования минералогических профилей данных типов почв, в объемах преобразования и выноса минеральной части в соответствии с их возрастом и особенностями характеристик почвенных сред выветривания. Действующими факторами выступают неоген-четвертичная неотектоника, биоклиматический фактор, эрозионные, делювиальные, аллювиальные процессы, а также время.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время пребывания в Бессарабии в конце 90-х годов XIX века В.В.Докучаев установил наличие здесь 4 типов почв в виде горизонтальной зональности. В это же время он особенно увлечен идеей, по его собственному выражению, «зональности в минеральном царстве почв» и публикует соответствующие работы: «О зональности в минеральном царстве» и «К учению о зонах природы». Зональность (горизонтальная и вертикальная) в мире почв Молдовы, установленная Докучаевым, многократно, шире и глубже была подтверждена исследованиями Н.А.Димо, И.А.Крупеникова и их учеников и нашла отражение в их классификации. Более того, зональность была установлена непосредственно в «минеральном царстве почв», в их минералогическом составе и составе поверхностных отложений, на которых эти почвы сформировались. Последнее также было предсказано Докучаевым. В настоящее время в почвах Молдовы выявлены, помимо почвенной зональности в двух ее проявлениях – горизонтальной и вертикальной, 3 типа минералогической зональности, обозначенные как геологический, почвенный и почвенно-геологический с их разновидностями. Названные типы минералогической зональности охватывают как зональные лесные почвы и черноземы, так и азональные почвы, а также породы, на которых они сформировались.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Докучаев В.В.** О зональности в минеральном царстве. Избранные сочинения, т. 3, М: 1949, с. 310-316.
2. **Докучаев В.В.** К учению о зонах природы. Избранные сочинения, т. 3, М: 1949, с. 317-329.
3. **Докучаев В.В.** К вопросу о почвах Бессарабии// Почвоведение, 1900, № 1, с. 1- 22.
4. Крупеников И.А. В.В. Докучаев о Бессарабии. Кишинев, 1996. 116 с.
5. **Димо Н.А.** Почвы Молдавии, задачи их изучения и главнейшие их особенности. Изд. Кишиневского ун-та, 1958.
6. **Крупеников И.А.** Черноземы Молдавии. Кишинев: Картия Молдовеняскэ, 1967. 427 с.
7. **Урсу А.Ф.** Почвенный покров Тигечской возвышенности. В кн.: Тр./Почв. ин-т., вып. 1, Кишинев, 1959.
8. **Урсу А.Ф., Могоряну Н.В.** Лесные почвы резинских Кодр Молдавии. Кишинев, 1963, вып. 1.
9. **Грати В.П.** Лесные почвы Молдавии и их рациональное использование. Кишинев: Штиинца, 1977. 136 с.
10. **Балтянский Д.М.** Почвы центральных Кодр. Кишинев, 1979.
11. **Почвы Молдавии.** Генезис, экология, классификация и систематическое описание почв. Кишинев: Штиинца, 1984. Т.1. 352 с.
12. **Почвы Молдавии.** География почв, описание почвенных провинций, районов и микрорайонов. Кишинев: Штиинца, 1985. Т.2. 239 с.
13. **Крупеников И.А., Подымов Б.П.** Классификация и систематический список почв Молдавии. Кишинев, 1987. 157 с.
14. **Алексеев В.Е.** О зональности в “Минеральном царстве” почв Молдовы. Докл. научн. конф. “Прошлое, настоящее и будущее почв Молдовы”, посвящ. 150-летию со дня рожд. В.В.Докучаева. Кишинев, 1996. С. 91-107.
15. **Алексеев В.Е.** Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы. Кишинев, 1999. 241 с.
16. **Алексеев В.Е., Розлога Ю.Г.** Картография состава глинистых минералов почв и почвообразующих пород Молдавии. Почвоведение. 2019. №4. С. 464-474.
17. **Богуцкий А.Б.** Рельеф и гранулометрический состав лессов и лессовидных пород (на примере юго-западной окраины Русской платформы). Докл. АН СССР. 1971. т.196. N5.
18. **Верлан М.С.** Главные направления эволюции почв речных террас юго-запада СССР. Тез. докл. 5-го съезда ВОП. вып.4. Минск, 1977. С.144-146.

# MATERIA ORGANICĂ DIN SOLURILE REPUBLICII MOLDOVA: EVALUAREA, STAREA ACTUALĂ, PROGNOZA ȘI MĂSURI DE OCROTIRE

Serafim ANDRIEŞ

Institutul de Pedologie, Agrochime și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”  
str. Ialoveni 100, Chișinău, Republica Moldova, MD-2070  
e-mail: [ipaps\\_dimo@mtc.md](mailto:ipaps_dimo@mtc.md)

**Abstract.** The article reflects the current state of organic matter in the soils of the Republic of Moldova. Losses of organic matter from soil through biological processes and erosion are presented; modification of the organic component during 100-150 years depending on the mode and duration of soil use in agriculture. The balance of organic matter in agriculture has been established and measures have been argued for increasing soil fertility.

**Keywords:** soil, organic matter, current status, measurement, fertility.

## INTRODUCERE

Materia organică a solului a fost studiată pentru prima dată cu circa 200 de ani în urmă. În ultimii 50-60 de ani cercetările s-au intensificat în urma utilizării noilor metodologii și tehnologii avansate. S-a stabilit că componentul organic al solului constituie un rezervor de energie metabolică și sursă de elemente nutritive pentru plante. Substanțele organice joacă un rol decisiv în formarea însușirilor fizice și chimice, a capacitații de producție a solului. Experimental s-a stabilit că majorarea conținutului de materie organică în solurile Moldovei cu 1% conduce la obținerea unui spor semnificativ în recoltă – 1190 kg/ha grâu de toamnă (Andrieş, 2007).

Cu toate că importanța componentului organic în formarea proprietăților solurilor și capacitații lor de producție este determinantă, materia organică nu totdeauna este prețuită și ocrotită la justă sa valoare, ba în unele cazuri este chiar ignorată (Baldok, Bross, 2012). Scopul investigațiilor constă în evaluarea stării actuale a materiei organice din solurile Moldovei și elaborarea complexului de măsuri pentru sporirea capacitații lor de producție.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Au fost generalizate rezultatele cercetărilor privind modificarea materiei organice din solurile arabile în funcție de modul și durata de utilizare a acestora în agricultură; analizate datele Fondului Funciar și Anuarelor Statistice din perioada 1961–2018 privind structurarea și suprafața terenurilor agricole, aplicarea îngășămintelor organice și minerale în agricultură, suprafața și recolta plantelor de cultură. S-au determinat pierderile de materie organică din sol prin procesele de mineralizare și prin eroziune; s-a stabilit bilanțul substanței organice în diferite perioade de dezvoltare a agriculturii. Datele experimentale au fost prelucrate prin diferite metode statistice.

## REZULTATELE ȘI DISCUȚII

În biocenozele naturale funcționează un ciclu închis al materiei organice. Resturile vegetale și animale în sol sunt supuse proceselor de descompunere cu participarea microorganismelor. Calculele arată că din resturile vegetale acumulate anual în sol în zona de stepă se formează 2-4 t/ha de materie organică. În astfel de condiții de solificare, procesele de sinteză a materiei organice depășesc considerabil procesele de descompunere. Ca rezultat, pe parcursul a sute și mii de ani, în cernoziomurile Moldovei s-a format un nivel înalt de materie organică cifrat la 4-7% (Докучаев, 1900; Димо, 1958).

### 1. Pierderile de materie organică din solurile arabile prin descompunere și eroziune

Antrenarea solurilor virgine în agricultură s-a soldat cu formarea unui ciclu deschis a materiei organice. O mare parte din produsul mineralizării humusului solurilor arabile se exportă de pe câmp în formă de producție principală (boabe) și secundară. Fluxul de materie organică în

solurile arabile a scăzut foarte mult în comparație cu condițiile naturale de solificare. Lucrarea solului cu întoarcerea brazdei a creat condiții favorabile pentru descompunerea mai rapidă a resturilor vegetale și intensificarea eroziunii solului. Viteza de descompunere a materiei organice depășea cu mult procesele de acumulare a humusului în sol. Bilanțul materiei organice în sol a devenit negativ.

Includerea solurilor cenușii virgine în circuitul agricol s-a soldat cu pierderi considerabile de materie organică. Rezervele de materie organică în aceste soluri s-au micșorat cu 32-43%. În condițiile Moldovei, cele mai mari pierderi de humus sunt caracteristice pentru solurile cernoziomice. Astfel, într-o perioadă de 100 de ani, cernoziomul obișnuit a pierdut 32-42% din conținutul inițial al materiei organice. Pierderile anuale de materie organică prin descompunere au constituit 600-700 kg/ha (figura 1).

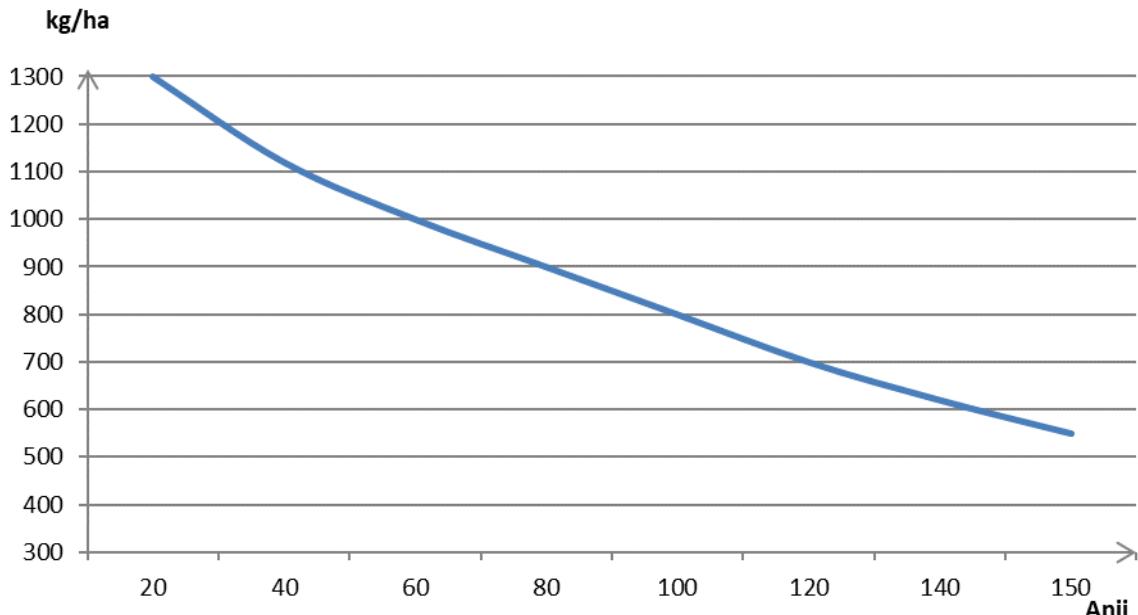


Figura 1. Pierderile anuale de materie organică din cernoziomurile utilizate în agricultură prin procese biologice, kg/ha

Din rezultatele cercetărilor efectuate pe diferite subtipuri de cernoziom reies următoarele constatări (Andrieș, 2007; Честяков, 1983; Шербаков, Васенев, 1996):

- în primii 10 ani de valorificare a solurilor în agricultură (la arabil), pierderile anuale de materie organică prin descompunere sunt mari și constituie 1,1-1,3 t/ha (figura 1). Anual se descompun 0,030- 0,035% din cantitatea totală de materie organică;
- după 20-30 ani de utilizare a cernoziomului la arabil, anual se mineralizează 0,9-1,1 t/ha sau 0,025- 0,030%. Rezervele de materie organică în această perioadă se micșorează cu 10-15% (figura 2).

Conform datelor Universității din Minnesota, SUA, pierderile de substanțe organice în primii 25 ani de utilizare a solurilor din zona de preri au fost de 1,9-2,8 t/ha/an (Overstreet, DeJong-Huges , 2016):

- în următorii 30-50 de ani de folosire a cernoziomurilor la arabil pierderile de materie organică constituie 0,7-0,9 t/ha/an sau 20-25% din rezervele inițiale;
- într-o perioadă mai îndelungată de timp (100 - 300 de ani), pierderile de materie organică cresc substanțial și ating 35-47% din rezervele inițiale.

Anual se mineralizează 0,4-0,5 t/ha de substanță organică sau 0,015-0,018%. Utilizarea în agricultură a solurilor din zona de preri din SUA pe parcursul a 100-140 de ani condus la micșorarea conținutului de materie organică cu 30-50%. Pierderi de materie organică în mărime de 40-50% în urma utilizării solurilor în agricultură au fost stabilite pentru diferite tipuri de sol din Alberta, Canada (Lickacz J. and Penny, 2001);

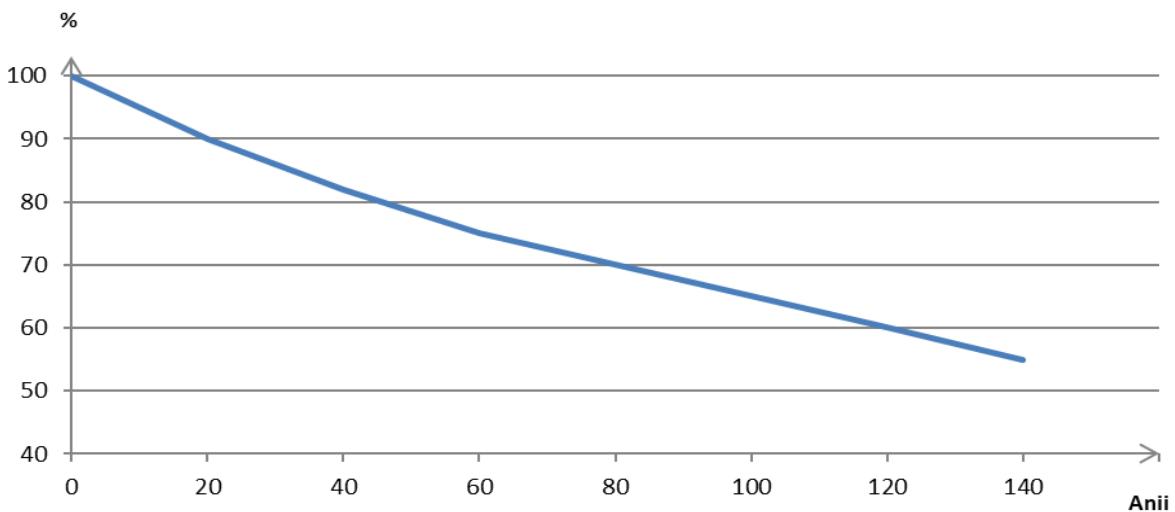


Figura 2. Pierderile de materie organică în cernoziomurile Moldovei prin descompunere, %

În cernoziomurile Moldovei, conținutul de materie organică pe parcursul a 100-125 de ani de valorificare în agricultură s-a micșorat cu 35-42%. De menționat că această diminuare de substanță organică a avut loc în urma proceselor biologice din sol.

Un alt factor care favorizează pierderile de materie organică din sol este eroziunea. S-a stabilit că de pe terenurile amplasate în pantă anual se pierd 26 de milioane de tone de sol. Prin eroziune anual se pierd 300-400 kg/ha de materie organică (Eroziunea solului, 2004). Pierderile totale de substanțe organice prin eroziune constituie 15-30% pentru solurile slab erodate, 30-50% pentru cele cu grad moderat de eroziune și 50-70% pentru cele puternic erodate. Starea actuală a materiei organice în solurile moderat și puternic erodate, care ocupă 370 mii ha, este nesatisfăcătoare. Grav afectată de eroziune, țara noastră riscă să piardă de pe suprafețe imense (cca 370 mii ha soluri moderat și puternic erodate), cea mai mare bogătie naturală – fertilitatea cernoziomurilor.

În anii 1970–1990, în agricultura Moldovei a fost implementat un complex de măsuri pentru conservarea și sporirea fertilității solului. Acestea includeau asolamente zonale cu cota ierburiilor perene de 8-10%, fertilizarea echilibrată, lucrarea conservativă a solului, controlul eroziunii, extinderea irigației pe 308 mii ha, aplicarea a 8-10 milioane de tone de îngrășăminte organice etc. Tehnologiile aplicate au contribuit la formarea, pentru prima dată în istoria agriculturii Moldovei, a unui bilanț echilibrat de materie organică în sol (Programul..., 2004).

Administrarea sistematică a îngrășămintelor în asolamente a condus la ameliorarea regimului nutritiv. Conținutul de fosfor mobil s-a majorat de două ori; s-a stabilizat cantitatea de potasiu schimbabil în solurile arabile. Implementarea măsurilor de conservare și sporire a fertilității solului, elaborate de știința agricolă, a contribuit la majorarea capacitatei de producție a solurilor și obținerea în anii 1986–1990 a recoltelor înalte de 3,8 t/ha grâu de toamnă, 3,9 t porumb pentru boabe, 2,0 t/ha semințe floarea-soarelui (Andrieș, 2007).

În ultimii 20-25 de ani, în agricultura Moldovei au avut loc transformări radicale. Fondul funciar a fost privatizat, însă acest proces, realizat fără un suport științific, nu s-a soldat cu implementarea măsurilor de conservare și sporire a fertilității solului. În ultimii ani (2000–2018) asolamentele zonale practic nu se respectă. Cota ierburiilor perene în asolamentele de câmp s-a micșorat de șase ori și constituie circa 30 mii ha. Suprafața ocupată de mazăre, cultură leguminoasă fixatoare de azot biologic, s-a micșorat de trei ori, iar cota culturilor prășitoare (floarea-soarelui, porumbul) s-a majorat până la 65%.

În ultimii 20 ani în agricultură se aplică cantități neînsemnante de îngrășăminte organice (0,02-0,05 t/ha), doza optimă fiind de 10 t/ha. Volumul de îngrășăminte minerale aplicate pe terenurile agricole constituie doar 35-75 kg/ha NPK și este insuficient pentru nutriția optimă a

plantelor de cultură. Postacțiunea îngrășămintelor minerale cu fosfor, administrate sistematic în sol în anii 1965–1990 în cantitate de 960 kg/ha, practic s-a epuizat. Producția agricolă secundară nu se aplică pretutindeni în calitate de îngrășământ organic. Ca rezultat, bilanțul materiei organice și al elementelor nutritive în agricultura Moldovei este negativ. Capacitatea de producție a solurilor a scăzut cu 25-40%. Productivitatea grâului de toamnă, într-un ciclu multianual, s-a micșorat cu 35% în comparație cu perioada precedentă.

## 2. Starea actuală a materiei organice în solurile arabile

Gradul de asigurare a solului cu materie organică a fost determinat în baza cercetărilor agrochimice efectuate în perioada anilor 1986–1990 de către Serviciul Agrochimic de Stat. Acestea au scos în evidență următoarele aspecte referitor la materia organică a solurilor (tab. 1):

Tabelul 1. Conținutul și pierderile de materie organică din solurile arabile ale Republicii Moldova

Clase de conținut de materie organică	Conținutul de materie organică în sol, %	Suprafața solurilor		Pierderile de materie organică prin procese biologice și prin eroziune	Soluri arabile
		mii ha	%		
Foarte mic	mai mic de 2%	136,9	8,6	60-70	Cernoziomuri puternic erodate
Mic	2,1-3,0	510,2	32,0	50-60	Cernoziomuri și soluri cenușii slab și moderat erodate
Mijlociu	3,1-4,0	623,2	39,1	40-50	Cernoziomuri carbonatice și obișnuite, soluri aluviale și deluviale, soluri erodate
Mare	4,1-5,0	281,5	17,8	30-40	Cernoziomuri tipice și levigate cu profil întreg
Foarte mare	5,1-6,0	40,2	2,6	20-30	Cernoziomuri tipice utilizate cu aplicarea tehnologiilor avansate
Excesiv de mare	peste 6,1	0	0	-	Nu au fost evidențiate

- suprafața solurilor arabile cu conținut foarte scăzut de materie organică (mai mic de 2,0%) constituie 136,9 mii ha sau 8,6%. În această clasă se încadrează solurile puternic erodate care au pierdut prin eroziune 60-70% de substanțe organice;

- solurile cu conținut scăzut de materie organică (de 2,1-3,0%) ocupă 510,2 mii ha sau 32%. Această clasă include solurile slab și moderat erodate, parțial solurile cenușii. Pierderile de materie organică în solurile erodate sunt mari – 50-60%;

- solurile cu conținut de materie organică de 3,1- 4,0% ocupă cele mai mari suprafețe – 623,2 mii ha (39,1%). Clasa înglobează cernoziomurile obișnuite, carbonatice, solurile aluviale și deluviale, precum și cernoziomurile slab erodate. În aceste soluri pierderile de materie organică prin descompunere și prin eroziune constituie 40-50%;

- cota solurilor cu conținut de materie organică de 4,1-5,0% ocupă 281,5 mii ha (17,8%) și sunt prezentate prin cernoziomuri tipice și levigate. În această clasă de soluri pierderile de materie organică prin descompunere constituie 30-40%;

- în clasa de soluri cu conținut de materie organică de 5,1-6,0% se încadrează terenurile agricole cu o suprafață de numai 2,6% (40,2 mii ha);

- soluri cu conținut de materie organică de peste 6,1%, care în condițiile naturale de solificare ocupau suprafețe mari, nu au fost evidențiate;

- starea materiei organice din solurile arabile ale Moldovei este nesatisfăcătoare pe 32%, iar pe 10% – critică. Pe celelalte 60% din terenurile arabile bilanțul materiei organice este negativ și constituie minus 600-700 kg/ha, iar cu pierderile prin eroziune – minus 1000-1100 kg/ha.

### **3. Prognoza conținutului materiei organice din solurile Moldovei**

Cercetările efectuate de V. Docuceaev la sfârșitul secolului XIX (Докучаев, 1900) au demonstrat că cernoziomurile Moldovei conțineau 5-6% de materie organică. Către anul 1900 cantitatea de materie organică a constituit circa 5% (figura 3).

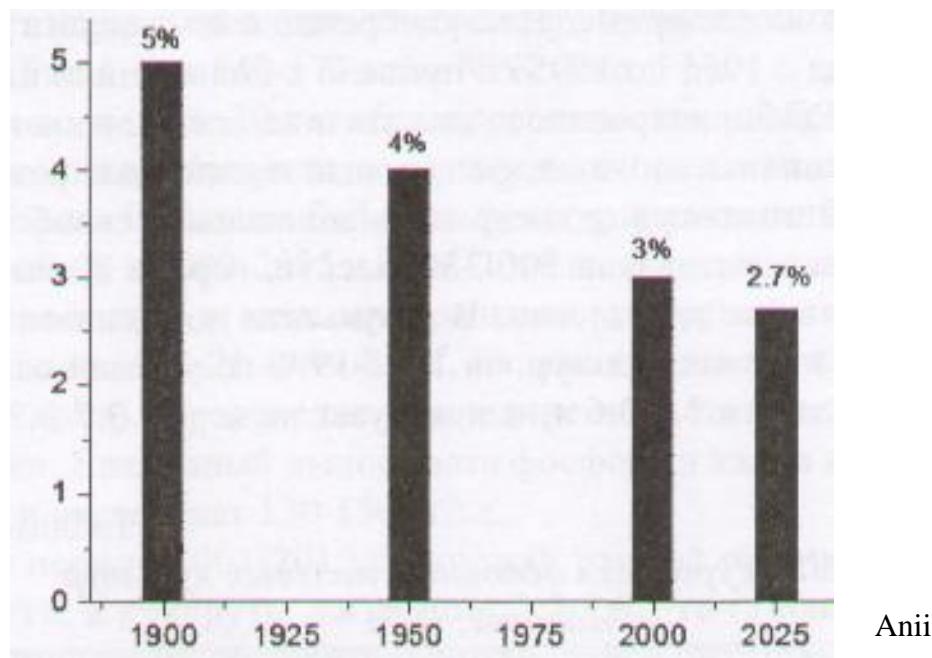


Figura 3. Prognoza conținutului de materie organică (%) din solurile Republicii Moldova

Utilizarea solurilor în agricultură a condus la micșorarea conținutului și rezervelor de materie organică din solurile Moldovei. Peste 50 ani de exploatare a solului în agricultură conținutul de materie organică s-a micșorat considerabil și a alcătuit 4%. Pierderile de substanțe organice în perioada anilor 1900-1950 au constituit 20% din rezervele inițiale. Anual în rezultatul proceselor biologice se mineralizau 0,02% de materie organică sau 720 kg/ha. Rezultatele cartării agrochimice a solurilor agricole efectuate de serviciul agrochimic au scos în evidență ca către anul 1990 conținutul de materie organică a constituit 3,1%. Într-o perioadă de 100 ani prin procesele biologice au fost pierdute 40% din rezervele inițiale de materie organică.

În perioada anilor 2000-2018 bilanțul materiei organice în sol este negativ - minus 600-700 kg/ha. Anual prin eroziune se pierdeau 300-400 kg/ha de materie organică. În acest mod, în total pierderile anuale de materie organică prin descompunere și prin eroziune constituiau circa 1 t/ha. Conform prognozelor conținutul de materie organică către anul 2025 se va micșora și va constitui 2,7 %, atingând nivelul critic pentru cernoziomuri.

### **4. Măsuri de conservare a materiei organice din sol**

Conținutul de materie organică depinde de fluxul de substanțe organice în sol și pierderile lor prin descompunere și prin eroziune. Pe parcursul anilor 1950 – 2015 de cercetare a fost elaborat un complex de măsuri pentru menținerea materiei organice din sol. În condiții de producție au fost testate-demonstrate eficacitatea procedeelor agrotehnice, fitotehnice, agrochimice și pedo-ameliorative expuse în (Programe statale, monografii, recomandări). În continuare prezentăm principalele măsuri de menținere a materiei organice din sol (Programul complex..., 2004; Eroziunea solului, 2004).

***Elaborarea și realizarea unui sistem de subvenționare a fermierilor*** pentru: dezvoltarea sectorului zootehnic (cu producerea îngășamintelor organice); combaterea eroziunii solului; menținerea materiei organice; aplicarea practicilor agricole prietenoase mediului.

***Asolamente zonale*** cu cota respectivă a ierburilor perene. În asolamentele zonale culturile leguminoase, fixatoare de azot biologic, ocupă 20-25%, inclusiv 10-13% ierburile perene. Pe terenurile în pantă, cu soluri erodate, se recomandă aplicarea asolamentelor

antierozionale. Pe solurile moderat și, îndeosebi, pe cele puternic erodate, se recomandă cultivarea culturilor dese, în care predomină ierburile perene (Lupașcu, 2004).

**Aplicarea îngrășămintelor organice** reprezintă o măsură importantă pentru majorarea fluxului de materiale organice și de elemente nutritive în sol. Pentru formarea bilanțului echilibrat de materie organică este necesar de aplicat în medie pe asolament 9,6 t/ha de îngrășăminte organice. Doza de aplicare a gunoiului de grajd constituie 30-40 t/ha, cu periodicitatea de patru ani.

**Resturile vegetale** compensează pierderile de materie organică prin descompunere în mărime de 40- 50%.

**Producția agricolă secundară (paiele)** constituie o sursă suplimentară de compensare a materiei organice și a elementelor nutritive din sol. Resturile vegetale necesită a fi tocate (2-6 cm) și distribuite uniform pe suprafața terenului. Pentru stimularea activității microorganismelor, care descompun resturile vegetale, se recomandă de aplicat câte 10-12 kg de azot la fiecare tonă de producție secundară.

**Utilizarea echilibrată a îngrășămintelor minerale** majorează producția agricolă secundară cu 30-40%. Resturile organice încorporate în sol compensează parțial pierderile de materie organică prin descompunere.

**Lucrarea conservativă a solului** micșorează pierderile de materie organică prin descompunere, contribuie la conservarea însușirilor fizice și umidității în sol.

**Aplicarea îngrășămintelor verzi** majorează cantitatea de materie organică și de elemente nutritive în sol, stimulează activitatea biologică, contribuie la protejarea solului de eroziune, sporește capacitatea de producție a solului (Cerbari, 2014). Controlul eroziunii solului (prin implementarea măsurilor de organizare a teritoriului, agrotehnice, fitotehnice și hidrotehnice) asigură reducerea pierderilor de sol la limita admisibilă de circa 5 t/ha și protecția mediului ambiant de poluare. În fiecare gospodărie agricolă, reieșind din condițiile naturale și din posibilitățile lor reale, se întocmesc și se implementează cele mai potrivite modele și bune practici agricole de menținere a materiei organice din sol.

## CONCLUZII

1. Solurile Moldovei, utilizate pe parcursul a 100- 125 de ani în agricultură, au pierdut în urma proceselor de descompunere 35-42% de materie organică. Pe terenurile amplasate în pantă au loc pierderi considerabile de materie organică prin eroziune. Solurile erodate au pierdut 20-70% de materie organică.
2. În ultimii 20 de ani s-au intensificat toate tipurile și formele de degradare a solului, mai cu seamă degradarea chimică. Bilanțul materiei organice în agricultură este negativ – minus 600-700 kg/ha/an. Cantitatea de elemente nutritive este insuficientă pentru nutriția optimă a plantelor de cultură. Capacitatea de producție a solului s-a micșorat cu 25-40%. Recolta grâului de toamnă constituie doar 2,2-2,6 t/ha.
3. Pentru menținerea materiei organice, sporirea capacitatei de producție a solului considerăm oportun realizarea următoarelor măsuri: controlul eroziunii solului cu micșorarea scurgerilor solide până la limita admisibilă de 5 t/ha; aplicarea asolamentelor zonale cu cota ierburilor perene de 10-15% și micșorarea suprafeței culturilor prășitoare până la 50%; dezvoltarea sectorului zootehnic, producerea și aplicarea a 10 t/ha îngrășăminte organice; lucrarea conservativă a solului; utilizarea rațională a resturilor vegetale în calitate de îngrășământ organic; optimizarea nutriției minerale a plantelor de cultură prin aplicarea îngrășămintelor organice și minerale.
4. Elaborarea și aplicarea unui sistem de subvenționare a fermierilor pentru conservarea materiei organice și majorarea capacitatei de producție a solului.

## BIBLIOGRAFIE

- Andrieș S. (2007).** Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Chișinău: Pontos. 370 p.
- Baldock I.A., Bross K. (2012).** Soil organic matter. În: Handbook of Soil Sciences. Properties and processes. Second edition. CPC Press. Boca Ration, FN. p. 11.1 - 11.52.
- Cerbari V. (2014).** Problema remedierii stării de calitate și sporirea capacitatii de producție a cernoziomurilor. Rolul agriculturii în acordarea serviciilor ecosistemice și sociale. Materialele conferinței, Bălți. p. 334-340.
- Eroziunea solului. (2004).** Chișinău: Pontos. 476 p.
- Lickacz J. and Penny D. (2001).** Soil organic matter. Alberta, Canada. Agriculture and Forestry.
- Lupașcu M. (2004).** Lucerna: importanță ecologică și furajeră. Chișinău: Știința. 302 p.
- Overstreet L., DeJong-Huges J. (2016).** The importance of soils organic matter in cropping systems of the Northern Great Plains. Externsion University of Minnesota.
- Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor.** Partea I. Chișinău, 2004. 193 p. Partea II, 2004. 125 p.
- Димо Н.А. (1958).** Почвы Молдавии, задачи их изучения и главнейшие особенности. Кишинев, 28 с.
- Докучаев В.В. (1900).** К вопросу о почвах Бессарабии. Ж. Почвоведение, №1, с.1-22.
- Честняк Г.Я., Гаврилюк Ф.Я., Крупеников И.А., Лактинов Н.И., Шилихина И.И. (1983).** Гумусное состояние черноземов – 100 лет после Докучаева. Москва: Наука. с. 186-198.
- Щербаков А. П., Васенев И. И. (1996).** Агробиологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск. 329 с.

# ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПАРАДИГМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ВЫХОД ИЗ КРИЗИСА

Борис АПАРИН<sup>1,2</sup>, Елена СУХАЧЕВА<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»

Биржевой проезд, д.6, Санкт-Петербург, Россия, 199034,

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра почвоведения и экологии почв, 16-я линия д.29, Санкт Петербург, Россия, 199178  
e-mail:[soilmuseum@bk.ru](mailto:soilmuseum@bk.ru)

*Annotation. The types and factors of agrogenic degradation of soils characteristic of extensive and intensive farming systems (FS) are considered. A soil conservation paradigm of agriculture is proposed. The characteristic of soil-saving FS and their elements is given.*

**Key words:** paradigm, soil degradation, soil conservation system of agriculture.

## ВВЕДЕНИЕ

Выращивание культурных растений всегда сопровождается той или иной формой деградации почв. Корни проблемы деградации почв уходят в глубокую древность. Это объясняется, прежде всего, внутренней противоречивой природой земледелия. С тех пор как сельское хозяйство стало, по определению В.И. Вернадского, геологической силой, менялись только виды, масштабы и темпы агрогенной деградации почв. Агрогенная деградация почв – это такое изменение строения, состава, свойств, режимов почв сельскохозяйственных угодий в результате хозяйственной деятельности, которые нарушают естественные механизмы воспроизведения почвенного плодородия и снижают агропроизводственный потенциал.

Цель работы: провести анализ видов и факторов агрогенной деградации почв экстенсивных и интенсивных систем земледелия (СЗ) и рассмотреть типы СЗ, соответствующие почvosберегающей парадигме земледелия.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являются исторически-сложившиеся СЗ и присущие им формы деградации почв. Для решения поставленной задачи применены сравнительно-исторический и сравнительно-географический метод. Историю человечества можно представить как историю кризисов и революций, связанных в значительной мере с деградацией почв (Апарин, 2006; Монтгомери, 2015).

Виды деградации — это конкретные формы (физические, химические, физико-химические и биологические) проявления, оказывающие существенное влияние на свойства и режимы почв, их природную и хозяйственную ценность. Выделяют следующие основные виды деградации: водная (плоскостной смыв почв, образование оврагов) и ветровая (дефляция) эрозия; потеря органического вещества (дегумификация); переуплотнение и утрата агрономически ценной структуры; вторичное засоление, осолонцевание, подкисление; истощение (обеднение элементами питания растений); загрязнение почв тяжелыми металлами, органическими соединениями, радионуклидами и другими поллютантами; опустынивание (под ред. А.Л. Иванова, 2013).

Обычно деградация почв происходит при комбинированном воздействии природных и антропогенных факторов. На многих территориях проявляются одновременно два и более видов деградации.

Формы, виды и степень деградации почв зависят от климатических условий, типа почв (ее свойств), рельефа, применяемой СЗ (Таблица 1).

Таблица 1. Виды и факторы деградации почв

Системы земледелия	Виды деградации	Причины (факторы)
<b>Экстенсивные СЗ</b>		
Подсечно-огневая и переложная	Потеря ОВ; истощение; уничтожение зооценоза	Сжигание; вынос химических элементов с урожаем
Паровая	Истощение; изменение педобиоценоза; дегумификация; разрушение структуры; все виды эрозии; переуплотнение подпахотного горизонта	Вынос химических элементов с урожаем зерновых; интенсивная обработка парового поля; незащищенная растительностью поверхность почвы; вспашка плугом с оборотом пласта; ускоренная минерализация ОВ; пересеченный рельеф
Плодосменная	Истощение; дегумификация; потеря агрономически ценной структуры; вторичное засоление; переуплотнение срединных горизонтов; все виды эрозии	Вынос химических элементов культурами севооборота; интенсивная механическая обработка почвы; вспашка плугом с оборотом пласта; пропашные культуры; распашка склонов; избыточное орошение
<b>Интенсивные СЗ</b>		
Плодосменные модифицированные, монокультура	Нарушение баланса (соотношения) химических элементов в почве; переуплотнение; разрушение агрегатов; потеря биоразнообразия; загрязнение; все виды эрозии; разрушение минералов, содержащих биофильные химические элементы; разрушение органо-минеральной матрицы; стресс, репрессия и резистентность педо-микробиоценоза	Высокие дозы минеральных удобрений; химические средства защиты растения; интенсивная обработка почв; тяжелая техника; использование трансгенных сортов; выращивание растений на биотопливо; нарушение севооборотов; вторичное подкисление; загрязнение

Деградация почв имеет разнообразные экологические, экономические и социально-экономические последствия (Рисунок 1), (Апарин, 2006; Lal, Horn, Kosaki, 2018).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Более 90% продовольствия человек получает от земледелия. По существу, все системы земледелия ориентированы на решение проблемы дефицита продуктов питания, путем освоения новых территорий и повышения урожаев на длительно используемых почвах. По мере исчерпания резерва плодородных земель и истощения естественного агроэкологического потенциала почв экстенсивные методы в земледелии сменились на интенсивные. Главным звеном в продукционном процессе стало растение. С ростом технических возможностей и химических средств управления питанием и защиты растений зависимость эффективности земледелия от почвы, как воспроизводящей плодородие природной системы, уменьшалось. Почвам все больше отводилась роль субстрата – среды обитания культурных растений.

Такой гипертрофировано-субстратный подход к почве привел к широкомасштабной деградации почв и ее разбалансированности как самоуправляющейся природной системы. Степень агрогенного давления на почвы неизмеримо возросла. Появились признаки необратимой системной деградации почв. К ним относятся: резистенция микробиома, разрушение органо-минеральной матрицы и минералов, содержащих биогенные химические элементы, деградация естественного механизма воспроизведения плодородия.



Рисунок 1. Последствия деградации почв

Это обуславливает необходимость смены парадигмы земледелия, заключающейся в смещение акцента с культурного растения на почву.

Переход на почvosберегающую систему земледелия предусматривает обязательное ограничение степени воздействия на почву. Система строится на основе баланса емкости, параметров культурного плодородия и величины планируемого урожая. В почvosберегающей системе земледелия предусматривается сохранение естественного механизма воспроизведения плодородия почвы – ее главной системной характеристики. Предел допустимой нагрузки на почвы, обеспечивающей оптимальные условия роста и развития растений, закладывается в модели высоко плодородной почвы (Рисунок 2).

**Почvosберегающие системы земледелия.** Зонально-адаптированные СЗ – это системы производства сельскохозяйственной продукции, адаптированные к агроклиматическим условиям и структуре почвенного покрова. Элементы СЗ разрабатываются с учетом контрастности и сложности структуры почвенного покрова (гранулометрический состав, водный, тепловой и пищевой режимы). Целесообразно использование технологий точечного земледелия.

**Органические СЗ** – это системы производства сельскохозяйственной продукции, основанные на использовании естественного потенциала почв, органических удобрений (растительные остатки, навоз, зеленое удобрение, органические отходы), природные руды в качестве минеральных удобрений и средства биологической защиты растений. Не допускается применение синтетически произведенных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, синтетических добавок (антибиотики, гормоны роста для скота), методов генной инженерии, сточных вод для удобрений. По существу, органическая СЗ – это та же система земледелия XIX века, реализуемая на новой технологической основе. Руководящим принципом органического земледелия является использование материалов и технологий, которые способствуют экологическому балансу природных систем.



Рисунок 2. Элементы почвосберегающих систем земледелия

Характеристика почвосберегающих СЗ. На рис. 3 приведены основные типы почвосберегающих СЗ.



Рисунок. 3. Типы почвосберегающих систем земледелия

Мелиоративные СЗ – это системы производства сельхозпродукции на мелиорированных землях. К ним относятся осушенные почвы с органогенными (торфяными) и органо-минеральными горизонтами, а также регулярно орошаемые земли, польдеры и рисовые плантации.

Реабилитационные СЗ – это системы производства сельхозпродукции на деградированных почвах. Элементы СЗ разрабатываются, исходя из вида деградации почв и оценки их агроэкологического потенциала. Для использования загрязненных почв тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, важное значение, имеет оценка опасности потенциального загрязнения сельхозпродукции.

Рекультивационные СЗ – это системы производства сельхозпродукции на рекультивированных землях. Элементы СЗ разрабатываются, исходя из строения и свойств рекультивированных земель, оценки их агроэкологического потенциала и возможных ограничений для сельскохозяйственного использования.

Противоэрозионные СЗ – это системы производства сельскохозяйственной продукции на почвах склоновых позиций с высокой потенциальной опасностью развития водной эрозии. Для них характерна контурная обработка почв полей, севооборотов.

No-till (нулевая обработка почвы) – это, прежде всего, внутренний принцип организации системы земледелия, базирующейся на нулевой обработке почвы. Это технология земледелия, при которой отсутствует какая-либо обработка почвы, а растительные остатки в максимальном количестве остаются на поверхности почвы. На стадии внедрения No-till – это реабилитационная система восстановления естественного механизма плодородия почвы. Вмешательство в почвенные процессы, структуру биоценоза и его естественную среду обитания минимально. Борьба с сорняками осуществляется с использованием гербицидов, функция которых со временем переходит на севооборот с покровными (промежуточными) культурами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогрессирующая деградация почв сельхозугодий в мире может привести не только к дальнейшему обострению проблемы дефицита продовольствия, ухудшению качества продукции растениеводства, но и подорвать саму возможность их решения. Выходом из этого является смена парадигмы земледелия и переход на почvosберегающие агротехнологии.

## ЛИТЕРАТУРА

- Монтгомери Д.Р. (2015).** Почва. Эрозия цивилизаций. - Анкара: Субрегиональное отделение ФАО по Центральной Азии.
- Апарин Б.Ф. (2006).** Проблемы оценки деградации почв мира. Вестник СПбГУ. Сер.3, Вып.1.
- Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Под ред. А.Л. Иванов Т.1. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2013.
- Lal, R., Horn, R., Kosaki, T. (eds.) (2018).** Soil and Sustainable Development Goals. – Catena-Schweizerbart, Stuttgart. 196 p.

# ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ УКРАИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ

**С.А. БАЛЮК, М.А. ЗАХАРОВА, А.А. НОСОНЕНКО, Л.И. ВОРОТЫНЦЕВА**

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского», ул. Чайковская 4, Харьков, Украина, e-mail: oroshenie@ukr.net

*Abstract. It is established that the evolution direction of irrigated chernozems depends on the combined effect of natural and anthropogenic factors on their natural properties and regimes. Irrigation creates the conditions for a significant increase in land use productivity; however, it often becomes the cause of the emergence and development of a number of degradation phenomena. A necessary condition for highly efficient, environmentally safe use of irrigated lands is the general high level of crop cultivation, management of the fertility of irrigated lands, improvement of their agroecological status and level use.*

**Key words:** irrigation, irrigated soils, soil evolution, soil degradation.

## ВВЕДЕНИЕ

Ожидается, что к 2050 г. в связи с ростом населения мира спрос на сельскохозяйственную продукцию увеличится на 70% (ФАО, 2015). Растущий спрос будет покрываться за счет орошаемого земледелия, повышения эффективности водопользования, увеличения урожайности и более интенсивного земледелия. Изменение климата умножает риски, связанные со стихийными бедствиями, за счет изменения уровня осадков и температурного режима, а также за счет повышения частоты и интенсивности экстремальных явлений, таких как засуха и наводнения, увеличивает непредсказуемость урожаев (МГЭИК, 2014). Разнообразие природно-климатических условий Украины, дефицит природной влагообеспеченности на значительной территории, ограниченность земельных ресурсов, пригодных для организации сельскохозяйственного производства с одной стороны, достаточно развитый индустриальный потенциал государства, наличие квалифицированных трудовых ресурсов - с другой, создают объективные экономические и технические предпосылки для стабильного и эффективного функционирования оросительных мелиораций в Украине (Научные основы, 2009). Поэтому актуальным является определение эволюции орошаемых почв и, прежде всего, черноземов, которые преобладают в структуре почвенного покрова орошаемых земель (таблица 1) (Комплекс, 2013).

Таблица 1. Орошаемые почвы Украины

№ п/п	Почва		Площадь, тыс. га
	В национальной классификации	В классификации WRB	
1	Дерново-подзолистые	Albeluvisols Umbric	7,9
2	Светло-серые лесные	Albeluvisols Umbric	40,2
3	Темно-серые оподзоленные	Phaeozems Albic	26,0
4	Черноземы оподзоленные	Chernozems Albic	50,0
5	Черноземы типичные	Chernozems Chernic	230,0
6	Черноземы обыкновенные	Chernozems Chernic	720,0
7	Черноземы южные	Chernozems Chernic	566,0
8	Черноземы луговые	Phaeozems Haplic	99,0
9	Темно-каштановые	Kastanozems Haplic	384,6
10	Каштановые солонцеватые	Kastanozems Luvic	10,0
11	Лугово-каштановые солонцеватые	Phaeozems Sodic	54,7
12	Солонцы каштановые	Solonetz Humic	5,5

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами многолетних исследований лаборатории плодородия орошаемых и солонцовых почв были качество оросительных вод и свойства, процессы и режимы в орошаемых и прилегающих к ним почвах различных природно-климатических зон Украины (Лесостепь, Северная, Южная и Сухая Степь).

Место проведения исследований - полевые и мелкоделяночные полевые стационарные опыты, стационарные площадки мониторинговых наблюдений, маршруты обследований эколого-агромелиоративного состояния (ЭАМС) земель производственного назначения, расположенные в пределах оросительных систем (ОС) Харьковской (Лесостепь), Донецкой, Луганской (Северная Степь), Запорожской, Одесской, Nikolaevskой (Южная Степь), Херсонской (Сухая Степь) областей Украины.

Общей методологической основой исследований является структурно-функциональный анализ, предусматривающий системное изучение уровня внутренней организации почв и почвенного покрова, характера их функционирования, распространения и эволюции в зависимости от ландшафтных условий.

Полевые исследования проводили по признанным методикам проведения стационарных опытов (Доспехов, 1985) и маршрутных обследований (метод ключей-аналогов), (Методика, 2004).

Лабораторные аналитические работы включали определение качества оросительной воды, образцов почвы и растительной продукции. По стандартизованным в Украине методикам определяли: в воде – pH и состав водорастворимых солей; в почвах – содержание и состав водорастворимых солей, обменных катионов, карбонатов, общее содержание гумуса, содержание подвижных форм питательных элементов, гранулометрический, микро-агрегатный и структурно-агрегатный состав; в растительных образцах – содержание питательных макро- и микроэлементов.

Обработку данных стационарных опытов, режимных и маршрутных наблюдений выполняли по методам математической статистики и корреляционного анализа с использованием стандартного пакета программ с помощью модулей Geostatistica lAnalist, Spatial Analist, среди Arc GIS, Erdasimagine, Envi, GRASS и других современных статистических и геостатистических компьютерных программ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщение многолетних наблюдений в различных природно-климатических зонах Украины позволило установить как общие закономерности, так и особенности эволюции почвенных процессов и режимов в орошаемых почвах Украины.

**Водный режим почв при орошении.** На орошаемых землях в автоморфных условиях формируется периодически промывной водный режим. В условиях различного гидроморфизма водный режим формируется по промывному типу в холодный период и по выпотному - в теплый, сопровождается колебанием уровня грунтовых вод. Разная глубина залегания грунтовых вод обуславливает неравномерность уровня увлажненности на орошаемых массивах и пестроту посевов. При орошении с низкой культурой земледелия и недостаточных ресурсных вложениях может наблюдаться повышение уровней залегания грунтовых вод различного химизма и, связанное с этим, развитие процессов подтопления и вторичного (ирригационного) гидроморфизма, следствием которого является развитие процессов глееобразования и слитизации.

**Солевой режим.** Характер протекания солевых процессов определяется в основном ионно-солевым составом поливных вод и мелиоративным состоянием орошаемых земель. Солевой режим орошаемых почв в многолетней динамике при условии достаточного естественного или искусственного дренирования орошаемых массивов, при использовании вод I-го и II-го классов («пригодных» и «ограниченно годных» согласно национальной классификации) состоит из годовых сезонно возвратных

(полностью или частично) циклов без накопления солей до уровня классификационно значимых изменений. При этом орошение вызывает заметную трансформацию качественного состава водорастворимых солей в направлении сужения соотношения кальция к натрию (с 3-15 до 1-3 при использовании пресных вод и к 0.4-1.0 - минерализованных) за счет роста содержания натрия и снижения кальция. В сезонном солевом режиме возможно периодически слабое засоление почв, особенно по содержанию хлор-ионов. На слабо дренированных, подтопленных участках с минерализованными грунтовыми и/или поливными водами, локально формируются (сезонно) вторично засоленные почвы. При этом происходит трансформация качественного состава солей почв в направлении выравнивания его с составом оросительных и грунтовых вод.

В условиях капельного орошения использования вод высокого качества не вызывает существенных изменений солевого режима почвы и они носят сезонно-пульсационный характер. При использовании для капельного орошения вод 2 класса качества в черноземах южных и темно-каштановых почвах наблюдается развитие процесса засоления разной степени в пределах сплошной полосы увлажнения. Полного рассоления в осенне-зимний период при таких условиях не наблюдается и происходит постепенное локальное накопление водорастворимых, и в частности токсичных, солей.

Орошение приводит к повышению содержания поглощенного натрия в несолонцеватых почвах, вызывая процесс их осолонцевания. Скорость и степень проявления этого процесса определяется качеством поливных вод, исходными свойствами почв и мелиоративным состоянием орошаемых земель. С усилением степени гидроморфизма и активизации солевых процессов наблюдается дальнейший рост содержания поглощенного натрия, более заметный в почвах Степи, чем Лесостепи. Орошение приводит к повышению содержания поглощенного натрия с 0,6-1,0 до 1,5-2,0% от суммы обменных катионов при использовании поливных вод I-го класса по опасности ирригационного осолонцевания почв и до 3-10% при использовании для поливов вод II и III классов. Кальциевые мелиоранты, особенно трудно растворимые, не влияют на общую направленность процессов осолонцевания, но несколько сдерживают интенсивность процесса и степень его выраженности. На солонцовых почвах с неглубоким (40-50 см) залеганием карбонатов альтернативой гипсованию с точки зрения эколого-экономической эффективности является мелиоративная плантажная вспашка.

**Гумусное состояние черноземов при орошении.** Орошение черноземов приводит к активизации деятельности микрофлоры, увеличение численности микроорганизмов основных таксономических, трофических и физиологических групп. Активизация их жизнедеятельности обуславливает усиление процессов трансформации азота, а также минерализацию органического вещества, является предпосылкой к потерям минерального азота в газообразной форме и снижения общих запасов органических веществ. Коэффициенты гумификации органических соединений, поступающих в почву в виде навоза и растительных остатков, в условиях орошения снижаются, по предварительным данным, на 15-25%.

Гумусное состояние орошаемых почв определяется, главным образом, структурой посевных площадей, удельным весом многолетних бобовых трав и уровнем применения органических удобрений. Бездефицитный баланс гумуса формируется в севооборотах с многолетними бобовыми травами (более 21-25%) и дозами навоза 8-9 т/га в черноземах слабогумусированных (менее 3,7% гумуса) и 9-10 т/га в малогумусных (3-6% гумуса) черноземах. При использовании для орошения минерализованных вод бездефицитный баланс гумуса достигается в севооборотах с люцерной и дозами органических удобрений 12-15 т/га. В севооборотах без многолетних бобовых трав имеет место постепенное, от ротации к ротации, уменьшение содержания гумуса от 3-5% в полевых севооборотах до 11-23% в овощных.

**Изменение содержания азота, фосфора и калия в орошаемых почвах.** Содержание валовых форм фосфора и калия при орошении практически не меняется, а подвижных форм - повышается, особенно в вариантах опытов с внесением удобрений и химических мелиорантов типа фосфогипса. При этом степень обеспеченности орошаемых черноземных почв подвижными фосфором и калием в условиях систематического применения удобрений колеблется от повышенного и высокого до очень высокого. Содержание валового азота при орошении не меняется или уменьшается, что связано, главным образом, с поведением гумуса в почвах. Одновременно с уменьшением содержания валового азота и гумуса уменьшается содержание легкогидролизуемого азота.

Степень выраженности миграционной способности нитратов проявляется в зависимости от гранулометрического состава, выращиваемой культуры, уровня грунтовых вод и др. Вымывание нитратов наблюдается до глубины 4-5 м. В наибольшей степени миграция нитратов отмечена при слишком уровне залегания грунтовых вод, где имеет место их загрязнение при инфильтрации и подпитка почвенного профиля азотом при капиллярном подъеме воды из грунтовых вод.

**Изменение агрофизических свойств черноземов под влиянием орошения.** Под влиянием орошения агрофизические свойства черноземных почв испытывают заметные изменения, которые проявляются в обесструктуривании пахотного слоя, росте глыбистости и снижении содержания агрономически ценных агрегатов; уплотнении профиля, снижении пористости и водопроницаемости. При этом усиливается дифференциация пахотного слоя по плотности строения и пористости, величины которых могут превышать оптимальные параметры и критические уровни. Наиболее сильные и устойчивые деградационные изменения агрофизических свойств, как в сезонном, так и в многолетнем режимах наблюдаются в черноземных почвах в условиях отрицательного баланса гумуса и кальция. Наименьшие изменения агрофизических свойств почв отмечены в черноземах, которые орошаются водой I класса качества и имеют высокий кальциевый потенциал. В условиях бездефицитного баланса гумуса и кальция и применения водосберегающего режима орошения возможно поддержание их на оптимальном уровне.

**Преобразование минеральной компоненты черноземов при орошении.** Сравнение валового химического состава орошаемых и неорошаемых почв не проявляет существенных различий между ними. В то же время под влиянием орошения в черноземных почвах наблюдается значительное (в 1,5-2,0 раза в черноземах модальных и в 2,5-3,0 раза в черноземах глубококарбонатных и/или использовании для орошения вод II - III классов качества) повышение содержания аморфного кремнезема, что свидетельствует об усилении гидрофильности коллоидов. Накопление аморфного кремнезема происходит вследствие поступления его с поливной водой, с растительными остатками и процесса гидролиза алюмосиликатов. Увеличение содержания в орошаемых почвах аморфного кремния и значительная миграция его водорастворимых форм свидетельствуют о том, что гидрофильные кремниевые соединения могут быть одной из причин ухудшения агрофизических свойств орошаемых почв, цементации микроагрегатов и явления слитизации.

Изменения гранулометрического и микроагрегатного состава черноземов вследствие орошения направлены в сторону некоторого их утяжеления (по срокам орошения более 15-20 лет) за счет большего выхода фракций ила и мелкой пыли. Процесс внутрипочвенного выветривания определяется, главным образом, сроком орошения и заключается в разрушении (выветривании) или дезинтеграции более крупных частиц первичных минералов до размеров частиц мелкой пыли и ила. Преобразование минеральной компоненты орошаемых почв, как правило, являются необратимыми и трудноуправляемыми.

**Эрозия на орошаемых землях.** Во время исследования направления эволюционных изменений почв под влиянием орошения следует обязательно рассматривать процессы ливневой эрозии при снеготаянии и поливах. Это связано с тем, что при поливе дождеванием возникает сток вследствие несоответствия энергетических характеристик дождя интенсивности впитывающей способности почв. Суммарный поверхностный смыв почвы может значительно превышать допустимые его пределы, достигая величины 10-30 т/га в год, что не только снижает плодородие почв, но и интенсифицирует загрязнения окружающей среды поверхностным стоком. Эрозионные процессы могут возникать также при разрыве трубопроводов, неисправностей гидрантов и по другим причинам, что приводит к сбросу большого количества воды.

Хотя почва считается достаточно консервативной естественной системой, под влиянием орошения в почвах мы выделяем три основных направления эволюционного развития:

1. При использовании для орошения вод I-го класса по агрономическим и экологическим критериям, в ирригационно автоморфных условиях, при высокой культуре земледелия, изменения могут проявляться в незначительном ухудшении некоторых агрофизических параметров (уплотнение пахотного слоя, ухудшение макроструктуры) и уменьшении соотношения Ca:Na в почвенном растворе и, как следствие, увеличении содержания катиона натрия в почвенном поглощающем комплексе. Эти изменения классификационно несущественны и не оказывают негативного влияния на плодородие почв, поскольку благодаря высокой культуре земледелия одновременно происходят изменения почвенных свойств, благоприятные для выращиваемых культур; общий уровень плодородия является достаточным для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур.

2. Как и в предыдущем варианте, для орошения используются воды I-го класса, но при этом имеет место длительное нарушение агротехнических требований к выращиванию сельскохозяйственных культур, а именно: несвоевременная и некачественная обработка почвы, несоблюдение технологий ухода за растениями, нарушение поливных режимов (несвоевременные поливы, занижены оросительные нормы), недостаточное внесение минеральных и органических удобрений или полное их отсутствие, нарушение севооборотов (в частности, отказ от выращивания многолетних бобовых трав). При таких условиях к негативным процессам, упомянутых в предыдущем пункте, добавляется более выраженное ухудшение агрофизических свойств (уплотнение, обессструктуривание, коркообразование), дегумификация и обеднение корнеобитаемого слоя питательными макро- и микроэлементами. Продуктивность таких почв существенно снижается по сравнению с почвами первой группы, но остается выше по сравнению с неорошамыми почвами, где применяется аналогичная агротехника.

3. Для орошения используются воды 2-го и 3-го классов (ограниченно пригодные и непригодные по агрономическим и экологическим критериям) и/или имеют место гидроморфные условия при близком залегании минерализованных грунтовых вод. В этом случае развивается целый ряд почвенно-деградационных процессов (засоление, осолонцевание, ощелачивание, ухудшение агрофизических свойств, диспергация, дегумификация, обеднение питательными элементами и т.д.) сначала в слабой, а при длительном орошении - в средней и сильной степенях. При таких условиях деградационные изменения накапливаются в почвенном профиле и обуславливают невозможность полного воспроизведения ресурсов почвенного плодородия, приводят к прогрессирующему снижению урожайности.

## ВЫВОДЫ

В результате многолетних исследований было установлено, что орошение вызывает значительные изменения водного режима и связанных с ним солевого, воздушного, биологического, окислительно-восстановительного и других режимов, а также способности к миграции подвижных компонентов, изменяются условия функционирования всех составляющих природной среды, в том числе происходят изменения в направленности и скорости почвенных процессов. Результаты этих изменений зависят от качества и объемов подачи на орошающие поля поливных вод, климатических и гидрогеологических условий регионов развития орошения, исходных свойств почв, техники и технологий орошения, общей культуры земледелия и т.д. и могут иметь как положительный (улучшение влагообеспеченности, бездефицитный и положительный баланс гумуса, макроэлементов, повышение плодородия), так и отрицательный характер. Выделено три основных направления эволюции черноземов при орошении.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- FAO (2015).** International Year of Soils 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [<http://www.fao.org/soils-2015/en>].
- МГЭИК (2014).** Резюме для политических деятелей. В сб.: МГЭИК. Изменение климата, 2014 год: последствия, адаптация и уязвимость. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата, стр. 1–32. Кембридж, Соединенное Королевство, и Нью-Йорк, США, Cambridge University Press.
- Научные основы** охраны и рационального использования орошаемых земель Украины (2009). Под ред. С. А. Балюка, М. И. Ромашенко, В. А. Сташкука. - К.: Аграрная наука, 624 с. (укр.)
- Комплекс** противо деградационных мероприятий на орошаемых землях Украины (2013). Под ред. С. А. Балюка, М. И. Ромашенко, В. А. Сташкука. - К.: Аграрная наука, 160 с.
- Доспехов Б. А. (1985).** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 351 с.
- Методика (2004).** Методика эколого-агромелиоративного обследования орошаемых земель. Пособие 2 к ВНД 33-5.5-11-02 «Инструкция по проведению почвенно-солевой съемки на орошаемых землях Украины». Харьков, 22 с. (укр.)

# ОСОБЕННОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ПЛОТНЫХ ПОРОДАХ

Ольга БЕЗУГЛОВА, Сергей ГОРБОВ, Юрий ЛИТВИНОВ

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И.Ивановского, Проспект Ставки 194/1, Ростов-на-Дону, Россия, 194090,  
e-mail: lola314@mail.ru

**Abstract.** The article presents study results of the morphological, physical and chemical properties of chernozems on dense rocks. The research was conducted on the virgin soils of protected areas in the north-west of the Rostov region. Geomorphologically, this territory represents spurs of the Donetsk Ridge, which predetermines the release of dense rocks to the surface. It has been established that morphological, physical and chemical properties of chernozems on dense rocks emphasize their originality and uniqueness, and at the same time clearly indicate their typical classification as chernozem.

**Key words:** chernozem, limestone, shale, humus, profile morphology.

## ВВЕДЕНИЕ

История научного почвоведения берет свое начало в 1883 году с фундаментальной работы В.В.Докучаева «Русский чернозем». Исходя из этого, можно сделать вывод, что именно с изучения чернозема началось почвоведение как наука. Термин «чernозем» появился до Докучаева, его впервые в трактате «О слоях земных» (1763) применил М.В. Ломоносов, понимая под ним перегной, гумус. Однако в том значении, которое вкладывают в это понятие наши современники, это слово утвердилось окончательно только в трудах В.В. Докучаева, когда в 1879 году в одной из своих работ он дал первое научное описание этой почвы.

Вклад Докучаева в историю изучения чернозема трудно переоценить. Фактически на примере именно чернозема разрабатывалось учение о факторах почвообразования, и постулировались все основные законы почвоведения. Именно чернозем был первым почвенным типом, который Докучаев и Сибирцев разделили на ряд подтипов, и далее дифференцировали их по гранулометрическому составу и некоторым другим признакам. Эти таксономические выделы нашли картографическое отображение на докучаевской карте почвенных зон северного полушария, подготовленной им к Парижской выставке (1900). В настоящее время это один из наиболее полно изученных типов почв, однако в разных национальных школах имеются различные точки зрения даже на такой, казалось бы, простой признак, как строение профиля чернозема. Так, в российском почвоведении черноземы – это почвы, преимущественно, с полноразвитым профилем, с наличием переходного по гумусу горизонта B, для которого характерно накопление глины за счет процессов оглинивания и вторичных карбонатов за счет процессов иллювиирования и миграции. Большинство европейских национальных научных школ рассматривают черноземы как почвы, имеющие профиль A-C, где A - это мощный органогенный горизонт (Krasilnikov et al, 2018).

Особый интерес представляют черноземы, развивающиеся на плотных породах. В силу определенных и весьма неблагоприятных для почвообразования свойств таких пород (устойчивость к выветриванию, односторонний химический состав и др.) почвы имеют целый ряд особенностей. В тоже время работ, посвященных их изучению, мало. В Национальном атласе России (Александровский и др., 2000) черноземам на плотных породах внимания не уделено совсем, упоминается только, что «Материнские породы чернозёмов представлены рыхлыми лёссовидными отложениями и лёссами, однако чернозёмы встречаются и на дериватах плотных пород». Здесь же уточняется, что «Формированию чернозёмов способствуют повышенная пористость и микротекстура, агрегированность пород, их хорошая водопроницаемость и высокая поглотительная

способность». Все эти качества не характерны для плотных пород, тем не менее, при знакомстве с морфологическими и физико-химическими свойствами этих почв, сомнения в том, что это черноземы, не возникает.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Черноземы на плотных породах встречаются на западе Ростовской области в пределах Донецкого кряжа, занимая довольно компактным массивом примерно 50 тысяч га, что составляет 0,49% от общей площади Ростовской области (рисунок 1).



Основные площади их находятся в подзоне черноземов южных, хотя встречаются эти почвы и среди черноземов обыкновенных (Безуглова, Хырхырова, 2008). В пределах этого региона находится несколько особо охраняемых природных территорий, и летом 2018 года здесь работала экспедиция кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, целью которой было изучение краснокнижных почв Ростовской области. Принимая во внимание очень ограниченный ареал распространения этих почв, естественно то внимание, которое им было уделено во время работы этой экспедиции. На плотных породах было заложено в общей сложности 7 разрезов.

В лабораторных условиях из отобранных по профилю образцов были определены: объемная масса почвенных горизонтов (буровым методом), гранулометрический состав почв (пипеточный метод Качинского в модификации Долгова-Личмановой), содержание органического углерода (по методу Тюрина в модификации Орлова-Гриндель), содержание карбонатов (по Шейблеру).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологические особенности изученных черноземов хорошо видны на фотографиях профилей (Рисунок 2, 3). Они обусловлены, прежде всего, характером почвообразующей и подстилающей породы, ее химическим составом, а также положением почвы по рельефу. Разрезы закладывались как на ровных платах (1809, 1810, 1813, 1817), так и на пологих склонах (1806, 1808, 1812), на более крутых склонах вскрывались литоземы. Почвообразующими породами для этих почв служит небольшой мощности слой элювия плотных пород, под которым залегают не выветрившиеся монолитные плиты известняка, сланцев, мергелей, мела, песчаника.

Положение почвы на склоне может привести к перекрытию ее оползнем и прерыванию почвообразовательного процесса. Однако в толще, принесенной оползнем, почвообразование начинается вновь, в итоге формируется двучленный профиль с погребенной почвой. Примером такого профиля может служить разрез 1806, где на глубине 50 см был обнаружен мощный погребенный горизонт А, и под ним – полнопрофильный среднемощный чернозем, сформировавшийся на элювии углистого сланца.



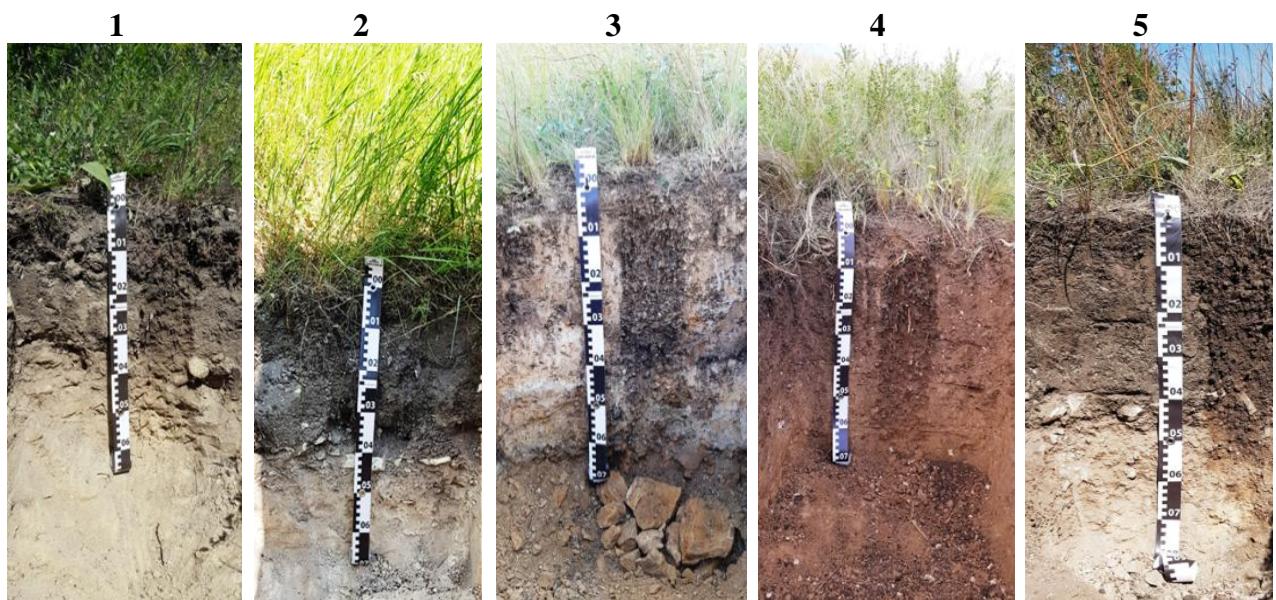
**Рисунок 2.** Черноземы на элювии сланцев:  
1 – Чернозем среднемощный на делювии сланца, перекрывающем чернозем текстурно-карбонатный (южный) квазиглеевый среднемощный на желто-бурой глине, подстилаемой глинистым сланцем, разрез 1806;

2 – Чернозем маломощный на элювии глинистого сланца, разрез 1808

Заложенные разрезы характеризовали почвы, развивающиеся на сланцах, на известняках, и на меловых отложениях. Интересные варианты встретились на двучленных отложениях, когда плотная порода – известняк, оказалась перекрытой тонким плащом желто-бурой глины (разрез 1813), либо элювием сланцев (разрез 1812). Мощность таких почв несколько больше, что вероятно обусловлено именно фактом двучленности породы и, соответственно, более разнообразным химическим составом. На элювии плотных пород мощность А+В составляет примерно 45 см, независимо от того, какая именно порода служит источником почвообразующего материала – сланцы или известняки.

Черноземы на известняках, мергелях и мелах, известные также как черноземы остаточно-карбонатные, в классификации WRB (2006) называются Leptic Chernozems Skeletic, в классификации FAO (1988) – Hapli Chernozems. Черноземы на сланцах и песчаниках, характеризующиеся слабокислой реакцией среды, невысокой мощностью, скелетностью, малогумусностью, в Едином государственном реестре почвенных ресурсов России (2014) отнесены в группу «Черноземы без разделения» (по классификациям FAO (1988) и WRB (2006) – это Mollic Leptosols).

Вероятно, потому, что изучались территории, входящие в особо охраняемый перечень, все они характеризовались хорошо развитым растительным покровом. Богатое степное разнотравье своими корневыми системами предохраняет почвы от развития эрозии, неминуемой в условиях распашки в силу залегания на склонах. Именно этим объясняется довольно высокая гумусированность изученных почв и повышенная, по сравнению с литературными данными (Безуглова, Хырхырова, 2008), мощность этих почв.



**Рисунок 3.** Черноземы на плотных карбонатных породах: 1 – Чернозем карбонатный маломощный на известняке, разрез 1809; 2 – Чернозем карбонатный маломощный тяжелосуглинистый на меловых отложениях, разрез 1810; 3 – Чернозем карбонатный слабосолонцеватый среднестолбчатый на элювии сланцев, подстилаемых известняками, разрез 1812; 4 – Чернозем карбонатный среднемощный щебенчатый на желто-бурых глинах подстилаемых известняками, разрез 1813; 5 – Чернозем карбонатный среднемощный среднегумусный на известняке, разрез 1817

Высокое содержание гумуса характерно для черноземов, развивающихся на карбонатных породах (таблица 1), что объясняется богатством почвенных растворов обменным кальцием, связывающим гуминовые кислоты в малорастворимые гуматы кальция. Как следствие, черноземы, формирующиеся на известняках и меле, содержат в дерновом горизонте 6-9% гумуса, в то время как почвы, развивающиеся на сланцах, содержат в дерновом горизонте 2,5-4% гумуса.

Таблица 1. Физико-химические свойства черноземов на плотных породах особо охраняемых территорий Ростовской области

Горизонт	Глубина, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>	рН	Сухой остаток, %	CO <sub>2</sub> карб., %	Гумус, %	Грансостав, %		
							<0,01	<0,001	>0,01
<b>Чернозем среднемощный на делювии сланца, перекрывающем чернозем текстурно-карбонатный (южный) квазиглеевый среднемощный на желто-буровой глине, подстилаемой глинистым сланцем, ООПТ Провальская степь, разрез 1806</b>									
A d	0-10	1,11	6,02	0,062	0,15	3,91	51,74	24,97	48,26
A1	10-25	1,46	5,94	0,075	0,19	2,98	50,04	27,31	49,96
B1	25-40	не опр.	6,17	0,095	0,17	2,85	51,20	28,50	48,80
BC	40-50	-	6,52	0,039	0,14	2,01	49,80	28,17	50,20
[A]	50-90	-	6,74	0,044	0,17	0,95	51,91	14,82	48,09
[BC]	90-120	-	8,79	0,049	1,8	0,85	50,59	27,53	49,41
[C ca]	120-150	-	8,66	0,049	3,21	0,65	47,75	25,60	52,25
[C g] / [D]	150-/190	-	8,90	0,054	3,37	0,58	80,90	36,90	19,10
<b>Чернозем маломощный на элювии глинистого сланца, ООПТ Провальская степь, разрез 1808</b>									
A d	0-3	не опр.	6,35	0,010	0,17	2,49	44,39	23,59	55,61
A1	3-13	не опр.	6,63	0,059	0,16	2,23	49,96	28,16	50,04
B1	13-22	-	6,39	0,054	0,17	1,18	51,25	31,86	48,75
B2	22-34	-	6,50	0,067	0,10	0,88	55,10	32,98	44,90
BC	34-44	-	6,67	0,044	0,19	0,68	56,41	31,35	43,59
<b>Чернозем карбонатный маломощный на известняке, ООПТ Меловые отложения, разрез 1809</b>									
A d	0-15	0,72	7,95	0,132	6,70	6,37	45,75	19,73	54,25
A1	15-35	не опр.	8,14	0,108	9,01	4,72	53,06	24,18	46,94
AC	35-45	не опр.	8,31	0,094	13,43	3,13			
<b>Чернозем карбонатный маломощный тяжелосуглинистый на меловых отложениях, ООПТ Меловые отложения, разрез 1810</b>									
A d	0-13	0,74	8,06	0,237	3,38	9,19	43,42	22,30	56,58
A	13-35	не опр.	8,30	0,158	5,88	6,06	47,55	22,53	52,45
B	35-45	не опр.	8,35	0,085	13,12	3,39	51,20	26,19	48,80
BC	45-60	-	8,30	0,200	16,75	2,04	61,32	30,36	38,68
<b>Чернозем карбонатный слабосолонцеватый среднестолбчатый на элювии сланцев, подстилаемых известняками, ООПТ Черная балка, разрез 1812</b>									
A d	0-3	не опр.	8,39	0,131	6,67	4,55	61,93	32,71	38,07
A1	3-10	1,25	8,42	0,125	5,01	3,11	70,05	38,49	29,95
B1	10-22	не опр.	8,52	0,073	5,39	2,05	74,95	39,70	25,05
B2	22-42	-	8,51	0,155	4,08	2,78	58,50	32,01	41,50
BC	42-65	-	8,23	0,528	1,16	0,90	56,75	28,41	43,25
<b>Чернозем карбонатный среднемощный щебенчатый на желто-буровых глинах подстилаемых известняками, ООПТ Черная балка, разрез 1813</b>									
A d	0-7	не опр.	8,63.	0,079	1,22	8,95	49,29	24,62	50,71
A1	7-30	-	9,21	0,110	1,82	5,74	58,73	33,16	41,27
B1	30-42	-	9,04	0,094	5,01	3,73	60,30	38,00	39,70
B2	42-60	-	9,04	0,094	8,31	1,67	59,99	36,65	40,01
C /D	60-/95	-	9,15	0,072	10,18	0,77	58,14	31,77	41,86
<b>Чернозем карбонатный среднемощный среднегумусный на известняке, ООПТ Миусские склоны, разрез 1817</b>									
A d	0-7	не опр.	7,78	0,248	0,91	7,94	49,37	27,12	50,63
A1	7-22	-	8,07	0,285	1,92	3,99	54,43	36,22	45,57
AB	22-38	-	8,20	0,074	1,55	4,38	53,72	34,51	46,28
B	38-55	-	8,21	0,115	4,43	3,41	50,98	31,21	49,02
BC	55-65	-	8,46	0,125	5,22	3,50	46,87	28,99	53,13

Общим свойством для всех описанных черноземов является их достаточно тяжелый гранулометрический состав – тяжелосуглинистый, либо, реже, легкоглинистый, и высокая скелетность, особенно нижней части профиля. Более легкий гранулометрический состав присущ черноземам, развивающимся на песчанике. Черноземы на плотных карбонатных породах отличаются от почв того же типа на мелкоземистых породах не только пониженной мощностью и щебнистостью, но и отсутствием карбонатных новообразований – мицелия и белоглазки, характерных для подтипа обычновенных (североприазовских) и южных черноземов. Поэтому, как справедливо отмечает Н.А. Драган (2006), упоминание подтиповой принадлежности этих почв в названии некорректно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфологические и физико-химические свойства черноземов на плотных породах подчеркивают их самобытность и специфичность, и в то же время четко указывают на их типовую принадлежность к черноземам. Об этом свидетельствует темный цвет горизонта А, хорошо выраженная его зернистая структура, реакция среды от слабокислой до слабощелочной, достаточно высокое содержание гумуса. Черноземы на плотных карбонатных породах можно рассматривать как переходный подтип к дерново-карбонатным почвам, от которых их отличает карбонатность с поверхности, в то время как rendzины, достигшие в своем эволюционном развитии такой мощности, обычно уже выщелочены от карбонатов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александровский А. Л., Алябина И. О., Богданова М. Д., Вандышева Н. М., Гаврилова И. П. (29 соавторов) (2000).** Почвенный покров и земельные ресурсы. Русский чернозём. В: Национальный атлас России. Том 2: <https://soilatlas.ru>
- Безуглова О.С., Хырхырова М.М. (2008).** Почвы Ростовской области. Ростов-на-Дону, изд-во Южного федерального университета. 352 с.
- Драган Н.А. (2006).** Почвы окрестностей Опукского природного заповедника. В: Труды Никитского ботанического сада – Национального научного центра. Том 126, 34-42.
- Единый государственный реестр почвенных ресурсов России (2014).** Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва: <http://egrpr.esoil.ru/content/1sem.html>
- Krasilnikov P., Sorokin A., Golozubov O., Bezuglova O. (2018).** Managing chernozems for advancing SDGs. In: Soil and Sustainable Development Goals. Chapter 14. Catena-SchweizerbartStuttgart, 175–188.

# **PROTECTING WOMEN'S LAND RIGHTS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA**

**Elena BIVOL**  
NGO BIOS

72/1 Columna str., office nr. 3, Chisinau, Republic of Moldova, MD-2012,  
e-mail: elena.bivol@yahoo.com

**Abstract.** While the land rights of women are legally protected through a number of internal acts and ratification of several international conventions, in practice, many women are still are to exercise their land rights. The reason for this are the patriarchal attitudes and stereotypes, low participation of women in decision-making, violence against women, excessive load of domestic work and care for the children and the elderly, which are still believed to be women's exclusive domain. Further promotion of women's land rights, enhancing their decision-making capacities, access to better paid jobs and access to finances, improving communication skills, enforcing legislation countering home violence and land grabbing are some of the solutions proposed by the state and international partners of the country to remedy the situation. International Land Coalition (ILC) has a special focus on women's land rights and provides for innovative approaches to the problem and develops policy instruments to creatively address the issue. Use of such approaches and instruments in the Republic of Moldova could contribute to better protection of women's land rights.

**Key words:** women's land rights, stereotypes, home violence, land grabbing, policy instruments

## **INTRODUCTION**

The status of women in a country determines, to a great extent, the welfare of families, children, households, as well as the welfare of the country. Women's land rights are of great importance in a country with widely spread phenomena of corruption, criminality, land grabbing, home violence, low status of women, especially in rural areas. It is shown that use of nationally and internationally developed instruments for promoting and enforcing women's general rights and land rights in particular, as proven by experience in regions of the world, could lead to enhanced welfare of families, children, men and women, as well as the entire rural space of the country. Other improvements would be better environment and improved human rights indicators of the country.

## **MATERIALS AND METHODS**

The national legal and regulatory framework related to women's land rights was studied along with international conventions and other documents to which the Republic of Moldova is signatory party. The Country Assessment Report on ILC People Centered Land Governance Commitments at the national level for the Republic of Moldova (NGO BIOS, 2017) has provided deep insights into the situation of land rights of women and girls in Moldova and was used as guidance documents for the analysis and research. In-office analysis of reports and documents of the developing partners in respect to the situation of women and girls in Moldova was carried out. Participatory research of women's land rights was carried out in 2018 and 2019 by NGO BIOS staff using the in-depth interview method and focus group discussions. Study of internationally renowned instruments, including the ones developed by FAO and ILC, and their practical application in Europe, the Americas, Africa and Asia has generated ideas for improving the situation in the Republic of Moldova in the area of women's land rights protection.

## **RESULTS AND DISCUSSIONS**

The main laws that establish land policy in the Republic of Moldova are: the Constitution, the Land Code, the Civil Code, the Law on state land structure, state land cadastre and land monitoring, the Law on immovable property cadastre, the Law on normative price of

land and procedure of land purchase and sale, the Law on real estate formation, the Law on lease in agriculture, the Law on public property management and privatization, the Law on forest remedy of degraded land and the Law on Land in Public Ownership and its Demarcation.

In the area of equal rights between women and men, a number of laws and regulatory acts apply. The women's rights in family relationships are guaranteed by the Constitution, Family Code of the Republic of Moldova as well as other several other regulatory acts. The legislation of the Republic of Moldova is based on the principle of equality of rights between women and men and absolute prohibition of discrimination based on gender, including in family life. Legally, land rights for women are the same as for men.

There are some international instruments that work towards enhancing equality between women and men in all areas of life, including land rights. A number of important documents were signed and ratified by the Republic of Moldova to ensure gender equality in the country: Convention on Elimination of all forms of Discrimination against Women (CEDAW), ILO Convention concerning Discrimination in Employment and Occupation (No. 111) and the ILO Convention on Equal Remuneration (No. 100). The National Programme for gender equality for the years 2010-2015 provides for a comprehensive approach to issues related to implementation of the principle of equality between women and men, and contains provisions designed to ensure implementation of the commitments undertaken assumed by the country by ratifying international instruments in the field of equal rights and opportunities.

Despite adoption of all these important legal instruments and programmes, the progress in the area of ensuring gender equality is still slow. Based on the Concluding CEDAW Observations regarding Moldova, patriarchal attitudes and deeply rooted stereotypes on roles and responsibilities of men and women in family and society still persist. It is noted that such attitudes and stereotypes are the core causes of the (1) disadvantaged position of women in political and public life; (2) violence against women; and (3) gender segregation, as reflected in the educational choices of women and girls and the options for job selection. Violence against women in Moldova is serious and widespread. Commissioned by the UN in Moldova in 2011, the study Violence against Women in the Family conducted by the National Bureau of Statistics, found that 63 per cent of women experienced psychological, physical or sexual violence from their husband or partner and one in 10 women experienced economic violence at least once. Rural, elderly and separated or divorced women were exposed to highest rates of multiple types of violence.

The most vulnerable groups – women, persons with disabilities, the elderly and young people – are exposed to financial and social inequalities. Although women represent half of the labour force of the country, according to National Bureau of Statistics (NBS) data, they are employed mostly in low paid areas. Unpaid household care work continues to be the main responsibility of women. The 2015 Global Gender Gap report says that, on average, a woman in Moldova earns 74% of a man's salary. Women entrepreneurs still face barriers getting access to bank loans and to state-funded business and entrepreneurship development programmes. Women experience lower rates of access to agricultural technology, with tractors being the most commonly owned type of equipment. About 4% of male-headed holdings own a tractor, compared with 0.9% of female headed holdings. However, there is little difference in terms of the receipt of financial support.

The involvement of women and men in household decision making is an important indicator of women's status and their role in control over assets. Women's levels of involvement in household decision making are highest in Moldova, which is also one of the few countries where rural women (94%) are more likely than urban (89%) ones to contribute to the final decision that is made. However, the numerous women in violent family relationships are clearly denied any role in decision-making.

Violence against women in business and neighbourhood relationships are widely spread. Some women complained that damage was done to their plantations, including destruction of vines, theft of concrete or metal supporting poles, theft of harvest, threats of violence in case of

complaints. Other women stated having to close their businesses through low access to bank loans, some male bank clerks being prejudiced against women entrepreneurs.

There are some initiatives to promote gender equality and empowerment of women in Moldova. For example, UN Women offers projects and initiatives focused on: leadership and political participation, economic empowerment, ending violence against women, national planning and budgeting and others. Such initiatives empower women and aim at improving their economic opportunities and ensuring that women and girls live a life free of violence. The programmes advocate for transparent and adequate public financing for gender equality, promote gender-responsive budgets at all levels of national planning and budgeting so that adequate resources are transparently channelled to benefit both women and men. The state also provides grants to women entrepreneurs for starting a new business or extending an existing one.

At the global level, International Land Coalition (ILC) has launched the Women's Land Rights initiative is aimed at identifying and encouraging targeted actions to promote women's land rights both in regional collaborative and in-country activities of members. ILC's global initiative has also included liaising with and supporting regional focal organisations to hold thematic meetings and lead activities on research and training, as well as personal coaching of women for empowerment.

In the past, ILC has sponsored action-oriented research on securing women's land rights, organised online discussions including in collaboration with other partners, held side events at the CSW and AWID, supported members' shadow reporting on international human rights treaties their states are parties to, and carried out capacity-strengthening to enable ILC member organisations to use tools, such as the Gender Evaluation Criteria.

In order to facilitate peer-to-peer learning and solidarity on women's land rights and gender justice, ILC has also organized Learning Routes that bring together people who share experiences but live in different parts of the world. This innovative knowledge sharing opportunity not only turns local participants into trainers that share their knowledge, but also exposes participants from other areas and countries to different realities in a process of individual and collective learning.

In the coming years, ILC's Global Women's Land Rights initiative will continue to facilitate member interaction, including through a global Thematic Group that provides a space for discussion and exchange. Following the signing of a gender justice charter in Africa, ILC is exploring how to support members in achieving organisational change towards gender justice. Another focus will be to provide ILC members with easily accessible tools which could be used to ensure that the activity and work of members is sensitive to gender issues. In addition, ILC will provide technical support to members as they design new activities.

These ILC plans are of major importance for women's land rights in the Republic of Moldova, as the country will have further access to innovative and creative methodology for tackling inequality, including through instruments and support pertaining to ILC's **Commitment 4 - Equal land rights for women**.

Another important area, in which inequalities in accessing land rights by women are visible, is tackled by ILC through its **Commitment 9 - Effective actions against land grabbing**. The participatory research of land rights in Moldova carried out by NGO BIOS in 2019 revealed cases whereby women are denied access to their legally owned land plot, which has been fenced by a larger land owner along with his own land by threats of violence and threats of murder.

There is no legal framework directly dedicated to large-scale acquisition of property rights over agricultural land in the Republic of Moldova. However, the Agency for Land Relations and Cadastre (ALRC) is a public body authorized by the Government to acquire land for investment and infrastructure purposes by means of expropriation. There are no data on large scale land acquisitions in the country. Investors seeking to invest in agriculture may lease agricultural land or enter into sale-and-purchase transactions at market prices, based on direct negotiations with rights holders. However, for public as well as private land, investors are guided

by the general legal framework on the privatization of public property and/or legislation on public-private partnerships. Investors are not interested in public agricultural lands owned by LPAs because the area of the reserve fund is very small. The Ministry of Agriculture, Regional Development and Environment (MARDE) manages approximately 15,000 ha of state agricultural land, educational and scientific institutions, experimental farms, etc.

The Government of Moldova created an adequate legal basis, including favourable tax treatment for investors. By law, foreign companies enjoy the same treatment as local companies (national treatment principle). A notable exception to foreign investors (individuals, companies and companies with foreign capital) is the prohibition on purchase of agricultural land. However, agricultural land can be leased for long terms.

Social safeguard requirements for investors are not documented or clearly defined in the legislation in force. However, the legislation in force provides for the monitoring and evaluation of public-private partnerships, although an implementation mechanism has not been developed. The contractual provisions relating to community and public land acquisition expressly provide for the benefits and risks of sharing. Inclusion or non-inclusion of community interests in the sale and purchase, lease and loan contracts concluded with investors depends on the competencies of officials from LPAs or other authorities. While no statistical data exist, in-depth interviews with farmers revealed and in fact large scale acquisition of land is on-going, but frequently villagers have no idea who has bought the land and what are the plans of the new large land owner for its use.

In this respect, women are again more vulnerable to being coerced in different manners to sell their land cheaply or to accept an unfair exchange. This situation is exacerbated by low participation of women in community decision-making due to their large family workload and lack of time to get involved in decision making processes.

The vulnerabilities of women in exercising their land rights may be successfully addressed in a number of ways, as described in more detail below. Some of the ways to tackle problems associated with women's land right involve use of ILC and FAO methodologies developed towards this end.

1. Research and inventory of women's land rights, including practical enforcement of existing laws and guidelines
2. Development of policies to address identified problems both with direct impact and in cross-cutting areas
3. Communication of solutions to women's land related problems in the society, through the educational program, within public institutions and in communities, especially in the rural ones
4. Employment of opinion makers to promote enabling lifestyles for women, showing that it is normal and beneficial for women to lead a business, take decisions related to jointly owned land and property, share the burden of home work with male members of the family, are adequately rewarded for their unpaid work within the family
5. Support programs to aid women's initiatives in accessing their land rights including easier access to funds, education for enabling attitudes for women, support to women led businesses, training courses in land related fields, etc.

In all such programs and activities ILC and FAO developed instruments for enabling access of women to land related rights can be successfully used. The most important of them are briefly described below.

- EXPLORING THE GENDER AND LAND RIGHTS DATABASE (GLRD)

The database allows to learn more about the different factors that relate to gender inequalities embedded in land rights by exploring the country profiles, gender and land-related statistics and a recently-developed legal assessment tool (LAT). The database is also a good instrument for international comparison and development of international policies.

- LEGAL ASSESSMENT TOOL (LAT)for gender-equitable land tenure

The LAT offers a scroll-down list of legal indicators for gender-equitable land tenure. They focus on elimination of gender-based discrimination in the constitution, in inheritance, nationality, property rights and access to justice among others. When selected, the indicator will reflect to what extent a country has incorporated the indicator into its national legal framework. The results are shown visually and in different colour ranges on an interactive map specially designed for this purpose on a scale from 0 to 4. Also, the LAT assessments currently available can be downloaded in full from FAO website.

- ILC TOOLKIT AGAINST LAND GRABBING

The toolkit collects together information on six tools that have been successfully used by members of the International Land Coalition (ILC) to prevent and remedy land grabbing, ensuring that all large-scale initiatives that involve the use of land, water and other natural resources comply with human rights and environmental obligations. The six instruments are:

1. Recognition of traditional land tenure systems;
2. Recognition of cultural minorities' land rights;
3. Repeal and replacement of unfair and discriminatory legislation;
4. Implementation of restitutive land laws;
5. Protection of cultural minority land rights;
6. Strengthened pro-poor land governance.

## CONCLUSIONS

Due to conventional beliefs, customs and practices, as reinforced by outdated perceptions in families and deficiencies of the educational system, the women in the Republic of Moldova still bear almost exclusively the burden of home work and education of children, as well as care for the sick and the elderly. For this reason, they are at a great disadvantage in decision making, acquiring financial independence and exercising their land rights. The land rights are totally denied to women in violent relationships and dependent women with low level of education and small children. Innovational approaches and methods are needed to address this issue.

Such approaches have been developed by international land and agriculture related organizations, such as ILC and FAO, but also by organizations catering for women's interests and needs, such as UN WOMEN. Application of such instruments as well as development of new instruments suitable for conditions and situation of women in the Republic of Moldova, would allow for improvement of the access of women to land related rights. The instruments should be applied within local, national, regional and international programs, specifically designed to tackle individual problems as well as general widely spread outdated stereotypes and attitudes. Addressing the issue of land rights of women and girls in the Republic of Moldova could lead to improvement in livelihoods not only of women and children, but also of men, families and communities. Another very important expected outcome would be enhanced welfare of the country and better management of agricultural businesses and higher quality of the environment.

## REFERENCES

1. Concluding Observations on the combined fourth and fifth periodic reports of the Republic of Moldova, CEDAW/C/MDA/CO/3
2. Gender and rural development in Eastern Europe and Central Asia, FAO, 2016, 28 p.( available at: <http://www.fao.org/3/a-i5497e.pdf>)
3. 2015 Gender Gap Report, <http://www3.weforum.org/docs/GGGR2015/cover.pdf>
4. Gender and rural development in Eastern Europe and Central Asia, FAO, 2016, 28 p.( available at: <http://www.fao.org/3/a-i5497e.pdf>)
5. ILC Toolkit 9: Effective Actions Against Land Grabbing, available at [https://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/toolkit\\_effective\\_actions\\_against\\_landgrabbing.pdf](https://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/toolkit_effective_actions_against_landgrabbing.pdf)
6. Technical guide - governing land for women and men, <http://www.fao.org/policy-support/resources/resources-details/en/c/522497/%c2%a0>
7. WIDGRA scorecard on women's land rights, <https://www.landcoalition.org/en/regions/africa/resources/widgra-scorecard-womens-land-rights>
8. Gender and Land Rights Database, [http://www.fao.org/gender-landrights-database/en/.](http://www.fao.org/gender-landrights-database/en/)

# **SOIL FERTILITY AND SUSTAINABLE, RESILIENT AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA**

**Boris BOINCEAN, David DENT**

"Selectia" Research Institute of Field Crops, Alecu Russo Bălți State University, Bălți,  
Republic of Moldova, e-mail: [bboincean@gmail.com](mailto:bboincean@gmail.com)

**Abstract:** Typical Chernozem on the Bălți Steppe has suffered substantial loss of soil organic matter from the whole soil profile under arable farming: black fallow, continuous cropping and various crop rotations. In the absence of optimal soil fertilization, uncompensated losses of soil organic carbon are driven by the uptake of nitrogen for crop yield formation predominantly from the mineralization of soil organic matter, as well as the acceleration of mineralization by ploughing. A sustainable and resilient farming system can be achieved only by restoration of soil fertility within diverse crop rotations.

**Key words:** soil fertility, soil organic matter, sustainable and resilient agriculture, crop rotation, continuous cropping.

## **CONTEXT**

Farmers manage land, water and solar energy to produce crops and livestock. Incidentally, they manage the landscape, fresh water, and carbon capture from the atmosphere via its transformation to soil organic matter. If these services are considered at all, they are taken for granted – they are certainly not accounted in the cost of food. Farm-gate prices have been driven down relentlessly so farms must either get bigger or go out of business. Food production certainly benefits from economies of scale and the gifts of technology: fertilizers and agrochemicals, irrigation, new crop varieties, and ever-more-powerful machinery. These gifts depend on non-renewable sources of energy and they exact a hidden cost by exposing the topsoil to the elements, turning it upside down with every pass of the plough, and running down soil organic matter. Soil organic matter matters: not only is it a reserve of plant nutrients, it maintains soil structure, ensures water infiltration and water-holding capacity; and it fuels the microorganisms that break down wastes and toxins, regenerate those crop nutrients, and control pests and diseases. So crop yields have stalled or, even, decreased; more and more power and more chemicals are needed; soil erosion, floods and droughts are exacerbated; groundwater is not recharged but polluted; agriculture burns up more energy than it harvests and is responsible for one third of the excess CO<sub>2</sub> in the atmosphere and one quarter of present emissions (Brown 2012, IPCC 2014, FAO 2017).

This is unsustainable: economically, environmentally and socially. Even non the terms of the market, business-as-usual is not viable because of the ever-widening gap between farm-gate prices and the costs of industrial inputs. Farmers are receiving less and less of the value added along the food delivery chain and they are more and more vulnerable to market price fluctuations (McIntyre and others 2009, Foresight 2011) – not to mention the climate crisis. Farmers everywhere are seeking an alternative model of agricultural intensification. We argue that the reductionist approach that gave us the *green revolution* and, also, our present troubles should be replaced by holistic or systems thinking. And we should start with the most fundamental natural asset – the soil; in our case, the Chernozem.

Chernozem developed under perennial grassland. Its replacement by annual crops dramatically reduced the input of organic matter, especially from roots; ploughing destroys soil structure and accelerates mineralization; and bare soil invites invasion by weeds and erosion by wind and water. Over the last half century, neglect of crop rotation and separation of cropping and animal husbandry went hand-in-hand with reliance on machinery, mineral fertilizers and pesticides. The result has been dramatic dehumification of arable soils. One hundred years after Dokuchaev, Victor Kovda and others (1983) documented losses of 20-70 per cent of the humus content of the plough layer across the steppes. These losses continue, unabated. Academician

Andrei Ursu, re-sampled Dokuchaev's Soroca chernozem that in 1877 held 5.72 per cent humus; he measured 3.76 per cent humus in 1960 and 3.36 per cent in 2003 and comparable losses not only from the plough layer but throughout the soil profile (Ursu 2005).

## LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS

Long-term field experiments with crop rotations and continuous cropping on *Typical Chernozem* were established in 1962 and 1965, respectively, at the „Selectia” Research Institute of Field Crops (PIFC) on the Bălți Steppe in the Republic of Moldova. The experimental design embraces eight ten-field crop rotations (three replicates) with a range of 40 to 70 per cent of row crops. Tillage and applications of organic and mineral fertilizers are in accord with current recommendations; unfertilized controls are maintained in all cases. Each plot is 283 m<sup>2</sup> and there are three replicates. Each plot under continuous cropping is 450 m<sup>2</sup> but with no replicates. Details may be found in our previous publications (Boincean, 1999, 2014; Boincean & Dent, 2019).

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Soil carbon stocks and CO<sub>2</sub> emissions*

Table 1 presents the stocks and losses of soil organic carbon (SOC), relative to meadow, under different crop rotations and continuous cropping. The SOC stock of the 0-100 cm soil layer of the meadow is 342.3 t/ha (100 per cent). Relative to this, the losses of SOC have been: for black fallow – 120 t/ha (35 per cent); continuous corn for grain – 84 t/ha (25 per cent); for crop rotation with 30 per cent lucerne – 68.6 t/ha (20 per cent); rotation with 60 per cent row crops and receiving 12 t/ha of manure – 60.6 t/ha (18 per cent); and for continuous winter wheat – 49.1 t/ha (14 per cent). The share of soil organic carbon losses from the upper 60 cm ranges from 66 to 73 per cent.

In the long-term field experiment with different systems of fertilization, it was found that losses of SOC from the 0-100 cm soil layer, relative to meadow, were: for unfertilized plots (since 1970) – 165.8 t/ha (48.0 per cent); for plots fertilized with manure + NPK (15 t/ha + NPK130 kg a.i./ha) – 141.9 t/ha (41 per cent); and for plots fertilized only with mineral fertilizers (130 kg a.i./ha) – 192.1 t/ha (56 per cent). These are big losses. Each tonne of SOC is equivalent to 44 t CO<sub>2</sub>. Taking the SOC losses of 192 tC/ha from a crop rotation supplied only with mineral fertilizer (Table 1 a), the CO<sub>2</sub> emissions amount to 8448 t/ha. Taking Zhanguo Bai's estimate of the areas of Chernozem in different parts of the world, there are 2496 thousand ha of Chernozem in Moldova, some 80 per cent is arable (1997 thousand ha); emissions over less than 60 years amount to 16.8 Gt CO<sub>2</sub> (2 ppm of atmospheric CO<sub>2</sub>). Extrapolating these estimates across the steppes of Ukraine, Russia and Kazakhstan, the figures are in the range of 70-110 Gt (9-14 ppm).

The potential for carbon sequestration in Chernozem is correspondingly enormous but it depends, above all, on increasing the root mass – that contributes nearly all of SOM – as opposed to the above-ground biomass. Current emissions can be halved just by adopting a diverse crop rotation and eschewing black fallow. Under zero tillage, crop rotations that include perennial grasses and legumes but no black fallow may achieve an annual gain of 0.5-1.5 tC/ha until a new steady state is achieved.

### *Benefits of crop rotation*

Business-as-usual is not sustainable—and unprofitable farming is unsustainable. Modern technologies should be embraced but in the context of farming systems founded upon optimal crop rotations, optimal fertilization and zero or minimum tillage. The focus should be not only on crop yield but, also, regeneration of soil fertility by better recycling of energy and nutrients. In our previous publications we have demonstrated that better recycling of nutrients and energy can be achieved by diverse crop rotations that include perennial grasses and legumes and

integration of crops and livestock. This combination can significantly reduce or even eliminate dependenceon industrial inputs (Boincean and Dent, 2019).

Table 1. Stocks and losses of soil organic carbon since 1963 relative to meadow in the long – term field experiment with crop rotation and permanent cropping in the Balti steppe, "Selectia" RIFC, Republic of Moldova, 2015 year

Soil layers cm		Meadow		Stocks and losses of soil organic carbon under crop rotations, permanent monocrops and black fallow														
				Rotation with 40% of row crops + 30% lucerne +4 t/ha manure			Rotation with 60% of row crops + 12 t/ha manure			Continuous winter wheat +13 t/ha manure			Continuous corn for grain +13 t/ha manure			55 years black fallow		
		t/ha	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%
0 -100		342,3	100	273,7	-68,6	20	281,7	-60,6	18	293,2	-49,1	14	258,3	-84,0	25	222,3	-120,0	35
Including	0-60	225,3	100	184,2	-41,1	18	200,8	-24,5	11	207,4	-17,9	8	178,8	-46,5	21	161,5	-63,8	28
% relative to 0-100	66,0	67,0					71,0			71,0			69,0			73		

Table 1 a. Stocks and losses of SOC since 1970 under a 6 years crop rotation with 50% row crops and different systems of fertilization

Soil layers, cm	Meadow		Unfertilized since 1970			Fertilized with NPK (130 kg a.i. /ha)			Fertilized with 15 t/ha manure + NPK 130 kg a.i./ha		
			t/ha	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha
0-100	342,3	100	176,5	-165,8	48	150,2	-192,1	56	200,4	-141,9	41
including 0-50	225,3		159,9	-65,4	29	136,7	-88,6	39	176,2	-49,1	22
% of 0-100	66		91			91			88		

Table 2 shows changes in SOC under crop rotations with and without lucerne. Between 1992 and 2015, stocks of soil organic matter have decreased under both crop rotations, especially in the topmost 20 cm. Nevertheless, the accumulation of soil organic matter is higher for soil layers 40-60 and 60-80 cm in the rotation with lucerne compared with the rotation without lucerne. This is important for storage and use of water in the subsoil (Table 3). Spring stocks of soil water in the top 2 m were higher under continuous wheat and after corn-for-grain – probably because of impeded drainage – but consumption of water were greatest in the rotation with lucerne. The share of total water consumption taken from the topmost metre was 52.6 per cent in the rotation with lucerne, 60 per cent in continuous winter wheat and 70.8 per cent in the rotation without lucerne. We perceive that the root system of winter wheat can use water from deeper soil layers when it is sown after lucerne, but significantly less when it follows corn for grain. Moreover, the water-use efficiency of winter wheatis significantly greater after lucerne than after corn or under continuous wheat.

Table 2. Changes in the stocks of soil organic carbon 1992-2015 in crop rotations with and without lucerne on the *Typical Chernozem* of the Balti steppe, tC/ha (mean of 3 replicates)

Soillayers, cm	Crop rotation with lucerne				Crop rotation without lucerne			
	1992	2015	±	%	1992	2015	±	%
0-20	71.0	59.0	-12.0	17.3	66.7	52.6	-14.1	-21.1
20-40	69.6	63.6	-6.0	8.6	62.9	56.4	-6.5	-10.3
40-60	56.2	61.6	+5.4	9.6	51.5	52.5	+1.0	1.9
60-80	37.2	52.9	+15.7	42.2	31.1	38.1	+7.0	22.5
80-100	37.0	43.1	+6.1	16.5	19.3	27.7	+8.4	43.5
0-100			+9.2				-4.2	

Table 3. Water-use by winter wheat, „Selectia”, RIFC, means 1992 – 2018

Soil layers, cm	Soil water stock, mm		Soil water consumption, mm	Water consumption from 0-100 cm, 0-200 cm, %	Yield, t/ha	Soil water consumption, tonne per tonne grain
	Spring	After harvest				
Winter wheat after lucerne in 3rd year after 1st cut						
0-100	176.6	82.8	93.8	52.6	5.13	347.8
0-200	352.1	173.7	178.4			
Winter wheat after corn for grain						
0-100	184.7	79.5	105.2	70.8	3.71	400.3
0-200	322.8	174.3	148.5			
Continuous winter wheat						
0-100	179.4	91.0	88.4	60.0	3.02	488.1
0-200	370.0	222.6	147.4			

### The nitrogen riddle

The efficiency of nitrogen fertilizer applied to winter wheat is greater under continuous wheat and wheat in rotation follow inglate-harvested predecessors, and lowest when winter wheat is sown after an early-harvested predecessor like vetch-and-oats (Table 4). In other words, the better the crop rotation or the alternation of crops in crop rotation, the greater the contribution of inherent soil fertility in yield formation: 65 per cent for continuous winter wheat, 88.5 per cent for wheat in rotation after an early-harvested predecessor. In practical terms, this means that respecting crop rotation allows a reduction in the rates of applied mineral fertilizers (as well as herbicides, fungicides and pesticides).

Table 4. N-use efficiency and the share of soil fertility in yield formation for winter wheat in crop rotation (after different predecessors) and in continuous cropping, long – term field experiment at „Selectia”, RIFC, means for 1994 -2018, t/ha and %

Crop rotation/continuous cropping	Predecessors	Yield of winter wheat, t/ha		Extra yield from fertilizers, t/ha	N taken up by extra yield, kg/ha	N applied as mineral fertilizers, kg/ha	N-use efficiency, %	Total N uptake on fertilized plots, kg/ha	Share of soil fertility in yield formation, %
		unfertilized	fertilized						
Crop rotation	Vetch-and-oats	4.55	5.14	+0.59	19.5	90	21.7	169.6	88.5
	Maize silage	3.29	4.69	+1.40	46.2	90	51.3	154.8	70.1
	Corn-for-grain	2.62	3.71	+1.09	36.0	90	40.0	122.4	70.6
Continuous cropping	Winter wheat	1.96	3.02	+1.06	35.0	90	38.9	99.7	64.9

The preponderant contribution to yield formation by nitrogen from mineralization of soil organic matter under scores the crucial role of inherent soil fertility. Under stimulation of the soil's

capacity to provide nitrogen through the mineralization of soil organic matter has resulted in a waste of costly fertilizer: we see its tracks in Typical Chernozem at depths below one metre; in *Ordinary chernozem* and especially *Southern chernozem* under dryer conditions, there is substantial accumulation of nitrates in the deep subsoil – out of reach of roots (Krupenikov and others, 2011). Moreover, uncompensated annual losses of soil organic matter are closely associated with the demand and supply of nitrogen: the content of soil organic matter is lower under crop rotation on fertilized plots than under continuous winter wheat (Table 5).

Table 5. Soil organic matter (C, %) in crop rotation and in continuous cropping. „Selectia“, RIFC 2015, average of three replicates

Soil layers, cm	Crop rotation with 60% row crops		Continuous cropping				Black fallow	
			Winter wheat		Corn for grain			
	unfertilized	fertilized	unfertilized	fertilized	unfertilized	fertilized	unfertilized	fertilized
0-20	2.47	2.72	2.47	2.98	2.33	2.60	2.13	2.37
20-40	2.40	2.62	2.44	2.97	2.29	2.61	2.06	2.30
40-60	1.98	2.29	2.12	2.71	2.21	2.27	1.85	2.03
60-80	1.47	1.54	1.53	1.88	1.48	1.84	1.30	1.45
80-100	1.08	1.18	1.41	1.42	1.24	1.22	0.97	1.34
0-100	1.88	2.05	1.99	2.39	1.91	2.11	1.66	1.89

The content of soil organic matter, averaged over the whole 0-100 cm layer was 2.05 per cent on fertilized plots under crop rotation: but 2.39 per cent under fertilized continuous winter wheat. Moreover, depletion of SOM is greater in the deeper soil layers under crop rotation than under continuous winter wheat. Continuous corn for grain, both fertilized and unfertilized plots, depletes soil fertility more than continuous winter wheat. Soil exhaustion is worst under black fallow – which should be eschewed in modern farming systems. But even a good alternation of crops in rotation cannot restore soil fertility without optimal systems of tillage and fertilization.

## CONCLUSIONS

- Under arable crops, *Typical Chernozem* emits clouds of CO<sub>2</sub> through mineralization of soil organic matter. The other face of the coin is its correspondingly great capacity to sequester carbon and mitigate global heating. The face depends on management.
- Total losses of SOC over 55 years from the topmost metre, relative to meadow are: for continuous winter wheat – 49.1 t/ha (14 per cent); for crop rotation with lucerne – 68.6 t/ha (20 per cent); for black fallow – 120 t/ha (35 per cent); and from crop rotation receiving only mineral fertilizer – 192.1 t/ha (56 per cent).
- Incorporation of perennial legumes in crop rotation enhances the accumulation of soil organic matter throughout the profile but, especially, in deeper soil layers – which makes crops more resilient to drought.
- Water-use efficiency by winter wheat is much higher in crop rotation with perennial legumes than in crop rotation without perennial legumes and, especially, compared with continuous winter wheat.
- Low nitrogen-use efficiency by winter wheat sown after early harvested predecessors in crop rotation indicates a big contribution of inherent soil fertility in yield formation (88.5 per cent) and, thus, the opportunity to cutting the rate of nitrogen from mineral fertilizers.
- The predominance of nitrogen from the mineralization of soil organic matter in yield formations associated with uncompensated annual losses of soil organic matter. This is driving a constant reduction of soil fertility. Black fallow is particularly destructive.
- Transition to a more sustainable and resilient agriculture is possible only by respecting the whole farming system with optimal crop rotations, minimal or zero tillage and fertilization oriented towards restoration of soil fertility.

## REFERENCES

- Boincean BP**, 1999. Ecological agriculture in the Republic of Moldova (crop rotation and soil organic matter).Stiinta, Chisinau (Russian).
- Boincean BP**, 2014 Fifty years of field experiments with crop rotations and continuous cultures at the Selectia RIFC 175-200 in Dent DL (editor) Soil as World Heritage. Springer, Dordrecht.
- Boincean BP & DL Dent**, 2019. Farming the black earth. Sustainable, climate-smart management of Chernozem soils. Springer.
- Brown LR**. 2012. Full planet, empty plates: the new geopolitics of food scarcity. WW Norton and Company, New York
- FAO 2017**. The Future of food and agriculture. Trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Foresight** 2011. The future of food and farming. Challenges and choices for global sustainability.Final project report. Government Office for Science, London.
- IPCC** 2014. Contribution of Working Group III to AR5 Climate change 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kovda VA** (editor) 1983. Russian Chernozem 100 years after Dokuchaev. Nauka, Moscow (Russian).
- Krupenikov IA & BP Boincean**, 2004, Chernozem and ecological agriculture. Bălți (Russian).
- Krupenikov IA, BP Boincean&DL Dent**, 2011.The Black Earth. Ecological principles for sustainable agriculture on Chernozemsoils. Springer, Dordrecht.
- McIntyre BD and others** (editors) 2009. Agriculture at a crossroads. Synthesis report.International Assessment of Agricultural Knowledge (IAASTD), The World Bank, Washington DC.
- Ursu AT**, 2005. Example of monitoring dehumification of Typical chernozem. Pedogenic factors and processes from the temperate zone IV. New series. IA Cuza University, Iasi (Russian).

# **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО**

**БУРЫКИНА С.И.<sup>1</sup>, ЦУРКАН О.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН  
Маякская дорога, 24, пгт. Хлебодарское, Беляевский район, Одесская область, Украина,  
67667, e-mail: [burykina@ukr.net](mailto:burykina@ukr.net)

<sup>2</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова  
ул. Дворянская, 2, г. Одесса, Украина, 65026, e-mail: [otsurkan75@gmail.com](mailto:otsurkan75@gmail.com)

**Abstract.** The agrophysical properties of the southern chernozem under conditions of a low culture of land cultivation were studied. The effect of prolonged use of mineral, organic and organic-mineral fertilizers and their aftereffect on the agrophysical properties of the southern chernozem is studied. A comparative analysis and assessment of the agrophysical properties of the southern chernozem have been carried out.

**Keywords:** southern chernozem, physical properties, fertilizer system.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из неотъемлемых свойств черноземов является их благоприятный водно-воздушный режим, обусловленный хорошими физическими качествами. В то же время, в результате длительного сельскохозяйственного использования земель, в почвенном профиле черноземов прослеживаются тенденции развития процессов, которые в большинстве случаев приводят к ухудшению их физических свойств. Характер, направление и скорость этих процессов в значительной степени зависит от многих факторов и не в последнюю очередь от культуры земледелия. Так, с 1992 года и по настоящее время наблюдается резкое уменьшение объемов работ по химической мелиорации земель, норм внесения органических и минеральных удобрений. То есть, налицо тенденция к экстенсификации земледелия, что является причиной ухудшение агрофизического состояния почв и земель. Поэтому актуальным является вопрос разработки и внедрения на богарных землях юга Украины оптимальной системы минеральных и органических удобрений с указанием их доз и соотношений для обеспечения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур при условии сохранения и повышения плодородия почв.

Один из основных показателей плодородия, от которого зависит уровень всех агрофизических свойств почвы, является его макро - и микроструктура. Влияние систематического внесения удобрений на физические показатели почвы, в частности гранулометрический и микроагрегатный состав, учеными оценивается довольно по-разному. По выводам отдельных авторов при повышении норм минеральных удобрений структурно-агрегатное состояние почв ухудшается (Горкун, 1978; Гніненко, 1970; Недвига, Галасун, 2018). В опытах на черноземах оподзоленных, длительное применение минеральных удобрений не ухудшило структурность почвы, а органических и органоминеральных - способствовало ее улучшению (Господаренко, Трус, 2011).

Представляет интерес изучить и оценить агрофизическое состояние чернозема южного при длительном применении органо-минеральных и минеральных систем удобрения и их последействии.

Целью наших исследований было изучить влияние различных систем удобрения на физические свойства черноземов южных.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи:

- проанализировать результаты изучения гранулометрического и микроагрегатного состава черноземов южных при длительном применении различных систем удобрения;

- исследовать основные показатели структурного состояния чернозема южного при длительном применении разных систем удобрения;
- сравнить влияние длительного применения удобрений и их последействия на агрофизические свойства чернозема южного.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в природно-климатической зоне – Степь; агропочвенная провинция – СС – 1: Степь сухой Причерноморский в длительном стационарном полевом опыте отдела почвоведения, агрохимии, и органического производства Одесской государственной сельскохозяйственной опытной станции НААН, заложенном на черноземах южных тяжелосуглинистых в 1972 году. Опыт в натуре развернут на четырех полях, повторность - трехкратная.

Прошло шесть ротаций полевого севооборота; в первых четырех ротациях минеральные удобрения вносились на двух фонах навоза, в следующих двух - в качестве органического удобрения использовали сидераты. Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры, суперфосфата простого гранулированного и калийной соли.

Площадь элементарного участка достаточно большая (240 кв. м.), что позволило по окончании четвертой ротации разделить участки четвертого поля на две части: 1-удобрения вносили по принятой схеме; 2 - ведутся наблюдения по всем показателям на последействии удобрений. По окончании четвертой ротации одинарная норма удобрений на 1 га севооборотной площади составила в среднем: фон 1 – 7,8 т/га навоза, фон 2 – 12,1 т/га и одинарной нормы NPK (в кг д.г. на га) - 30,9, 27,6 и 24,0; по окончании шестой ротации – 6,8 т/га, 9,9 т/га и 34,4 кг/га, 25,8 кг/га и 23,3 кг/га, соответственно. Полная факториальная схема опыта состоит из 17 вариантов, из которых в статье представлено три: две органические - фон 1 ( $\Phi_1$ ); фон 2 ( $\Phi_2$ ) и минеральная, где на гектар севооборотной площади в среднем внесено  $N_{51,6}P_{38,7}K_{35,0}$ .

Длительность исследований по прямому действию систем удобрений 45 лет, последействию – 12 лет. В качестве контроля для сравнения, в данном случае, использовали результаты анализа образцов с почвенного разреза, который был сделан на участке стационарного опыта, что представлял собой вариант низкой культуры земледелия, где ежегодно в течение 45 лет вносили 0,4 т/га органики, 8 кг д.в./га азота и по 4 кг д.в./га фосфора и калия, что соответствует среднестатистическим цифрам по Украине за период с 1992 по 2015 год (кроме данных агрохолдингов).

Отбор образцов почвы осуществляли по окончании ротаций из слоя 0-30 см. Подготовка образцов к анализу и анализ проводили по стандартным методикам: микроагрегатный и гранулометрический состав почвы - методом пипетки в модификации М. А. Качинского согласно методикам МВВ 31-497058-011-2005 и МВВ 31 - 497058-010-2003; структурно - агрегатный состав определяли ситовым методом в модификации М. И. Саввина (ДСТУ 4744:2007).

Для оценки влияния длительного применения различных систем и уровней удобрения в севообороте и их последействия на уровень оструктуренности и способности к агрегации чернозема южного мы выполнили сравнительные анализы и расчеты различными методами: фактор дисперсности по Качинскому [1965, с.164], структурности по Фагелеру (Медведев, Булигін, Вітвіцький, 2018, с.57) и по А.Ф. Вадюниной (Вадюнина, Корчагина, 1986, с. 64), степени агрегатности по Бейверу и Роадесу (Медведев, Булигін, Вітвіцький, 2018, с.95). Полученные данные обработаны методом математической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ и оценка агрофизического состояния чернозема южного в условиях низкой культуры земледелия, действия и последействия разных систем удобрения приведены в таблицах 1, 2. Результаты определения структурного состояния почв представленные в таблице 1 дают основания утверждать, что черноземы южные в условиях низкой культуры земледелия характеризуются вполне удовлетворительным состоянием.

Таблица 1. Характеристика физических свойств чернозема южного при низкой культуре земледелия

Показатели	Слой почвы, см	
	0-29	29-41
Фактор дисперсности по Качинскому, К	5,3	5,1
Фактор структурности по Фагелеру, К <sub>с</sub>	94,7	94,9
Степень агрегатности по Бейверу и Роадесу, К <sub>а</sub>	74,5	87,2
Гранулометрический показатель структурности почвы по О. Ф. Вадюниной, Р <sub>с</sub>	49,3	52,7
Плотность строения, г/см <sup>3</sup>	1,34	1,37
Содержание агрегатов размером >10 мм, %	43,7	43,5
Сумма агрегатов 0,25-10 мм, %	77,9	54,5
Сумма агрегатов 0,25-5 мм, %	53,7	34,8
Коэффициент структурности	1,67	1,20
Сумма водопрочных агрегатов > 0,25 мм, %	41,7	69,7
Коэффициент водопрочности	0,44	0,50

Среди отдельных групп агрегатов доминируют макроагрегаты размером более 10 мм. По шкале оценки структурного состояния почв черноземы южные исследуемой территории характеризуются удовлетворительным структурным состоянием. Содержание мезоагрегатов размером 0,25-10 мм составляет от 54,5% в подпахотном горизонте до 77,9% в пахотном. Среди мезоагрегатов в соответствии с морфологическим изучением почв преобладают комковатые агрегаты и в незначительном количестве присутствуют зернистые и ореховатые. Наиболее агрономически ценные агрегаты размером от 0,25 до 5 мм составляют 69% в пахотном и 64% в подпахотном горизонте от суммы мезоагрегатов размером 0,25-10 мм или около 43% и 35% от суммы всех агрегатов. Коэффициент структурности превышает 1, что вполне естественно для современного агрегатного состояния обрабатываемых почв (табл. 1).

Одним из важных свойств структурных агрегатов является их водостойкость. Сумма водостойких агрегатов в профиле исследуемых почв несколько превышает 40%. По суммарному содержанию водостойких агрегатов более 0,25 мм данные почвы оцениваются хорошей и в подорном горизонте отличной водостойкостью (Шеин и Карпачевский, 2007).

На плотность строения почв влияет их минералогический, гранулометрический состав и содержание органического вещества. Плотность пахотного горизонта черноземов южных составляет 1,34 и подпахотного – 1,37 г/см<sup>3</sup> (табл.1). При такой плотности строения пашня оценивается как очень уплотненная по Н. А. Качинскому (1965).

По гранулометрическому составу исследованные черноземы южные тяжелосуглинистого состава. Результаты определения гранулометрического и микроагрегатного состава показали, что в исследуемых почвах четко доминирует фракция грубой пыли - 0,05-0,01 мм, (табл.2).

Таблица 2. Гранулометрический и микроагрегатный состав чернозема южного при длительном использовании разных систем и уровней удобренности (слой почвы 0-30 см)

Вариант опыта	Содержание гранулометрических фракций, %						$\Sigma < 0,01 \text{ мм}$	$K^*$	$K_c^*$	$K_a^*$	$P_c^*$
	1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	<0,001 мм					
Действие удобрений											
Φ1	-	5,08	43,26	9,66	12,60	29,4	51,7	7,1	92,9	77,6	44,9
	2,16	20,56	58,38	9,66	7,14	2,10	18,90				
Φ2	-	1,96	47,77	7,54	11,73	31,0	50,3	5,4	94,6	90,4	46,2
	2,25	18,14	59,50	10,47	7,96	1,68	20,11				
$N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$	-	1,93	44,44	8,80	12,99	31,8	53,6	2,6	97,4	90,9	48,1
	1,68	19,44	60,02	8,80	9,22	0,84	18,86				
Последействие удобрений											
Φ1	-	9,08	40,23	10,47	10,89	29,3	50,7	4,3	95,7	60,5	47,6
	2,56	20,44	58,56	8,80	8,38	1,26	18,44				
Φ2	-	2,81	46,92	7,54	12,15	30,6	50,3	5,5	94,5	85,9	45,9
	2,21	17,76	59,92	10,47	7,96	1,68	20,11				
$N_{51,6}P_{38,7}K_{35,0}$	-	4,12	44,47	9,19	12,12	30,1	51,4	9,7	90,3	88,2	45,8
	14,65	20,15	44,72	11,28	6,27	2,93	20,48				

\* $K$  – фактор дисперсности по Качинскому;  $K_c$  – фактор структурности по Фагелеру;  $K_a$  – степень агрегатности по Бейверу и Роадесу;  $P_c$  – гранулометрический показатель структурности почвы по О. Ф. Вадюниной.

Значение фактора дисперсности ( $K$ ) в черноземах южных в условиях низкой культуры земледелия и опыта не превышают 10 %, что характеризует почвы как слабодиспергированные (Медведев, Булигин, Вітвіцький, 2018). Из рассматриваемых вариантов опыта только на последействии минеральной системы удобрения почвы наблюдается несколько менее устойчивая микроструктура, а значит и потенциальная способность к агрегации также ниже. Соответственно фактор структурности, который является обратной величиной к фактору дисперсности и характеризует водостойкость микроагрегатов и потенциальную способность почвы к оструктуриванию, составляет более 90 % – почва хорошо агрегирована. Самая высокая потенциальная способность почв к оструктуриванию отмечается на варианте длительного применения минеральных удобрений. Аналогичный вывод отмечается по результатам расчета гранулометрического показателя структурности по О. Ф. Вадюниной.

Таким образом, по количественным параметрам, факторами дисперсности и структурности черноземы южные в условиях опыта характеризуются в целом высокой микроагрегированностью и, в принципе, не значительно отличаются по системам удобрения почвы.

В то же время по степени агрегатности Бейвера и Роадеса ( $K_a$ ), который учитывает соотношение агрономически ценных микроагрегатов размером более 0,05 мм и количество гранулометрических элементов соответствующего размера, исследуемые почвы согласно (Карпачевский, 1965) характеризуются хорошей, высокой и очень высокой микроагрегированностью – от 60,5 до 90,9%. Проведенные исследования показали, что в условиях низкой культуры земледелия и на варианте фон 1 (навоз т/га севооборотной площади) микроагрегированность черноземов хорошая. Повышение степени агрегатности более 90% указывает на улучшение водопрочности структуры чернозема южного и очень высокую его микроагрегированность при длительном применении органической системы удобрения почвы в дозе 12,1 т/га севооборотной площади и

минеральной при дозе на единицу севооборотной площади  $N_{51,6}P_{38,7}K_{35,0}$ .

## ВЫВОДЫ

Согласно результатам гранулометрического, микроагрегатного, структурно-агрегатного анализов, оценки степени микроагрегированности и способности к оструктуриванию черноземы южные на исследуемых вариантах характеризуются в целом высокой микроагрегированностью и не значительно отличаются по системам удобрения почвы.

Так, в условиях низкой культуры земледелия за исследуемый период не отмечается значительного ухудшения агрофизических свойств. С повышением нормы органических и минеральных удобрений существенно возрастает их положительное действие на структурное состояние чернозема южного. Органические и минеральные удобрения, применяемые систематически в севообороте (навоз 12,1 т и  $N_{51,6}P_{38,7}K_{35,0}$  на гектар севооборотной площади) отличаются положительным влиянием на агрегацию чернозема южного.

## ЛИТЕРАТУРА

**Горкун М.І. (1978).** Динаміка структури лучно-чорноземних ґрунтів у зв'язку з удобренням сільськогосподарських культур. Землеробство. Вип. 48. С. 69–72.

**Гніненко М.В. (1970).** Вплив тривалого застосування добрив на структуру звичайного чорнозему. Вісник с.-г. науки. №7. С. 39–43.

**Недвига М.В., Галасун Ю.П. (2018).** Оцінка потенційної здатності чорнозему опідзоленого до агрегації за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. с. 153-159. URL: [http://journal.udau.edu.ua/assets/files/82/1/ukr/26\\_oooooooo\\_ooooooo.pdf](http://journal.udau.edu.ua/assets/files/82/1/ukr/26_oooooooo_ooooooo.pdf)

**Господаренко Г.М., Трус О.М. (2011).** Вплив тривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого та продуктивність польової сівозміни. Вісник Полтавської державної академії. № 1. С. 17 -21.

**Качинский Н.И. (1965).** Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М. : Издательство АН СССР. 192 с.

**Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. (1986).** Методы исследования физических свойств почв. Москва : Агропромиздат. 416 с.

**Медведєв В.В., Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. (2018).** Фізика ґрунту: навчальний посібник . К.:Аграрна наука. 289 с.

**Теории и методы физики почв (2007):** монография; под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. М.: «Гриф и К». 616 с.

# **TYPICAL BLACK SOILS OF MOLDOVA - 140 YEARS AFTER ITS STUDY BY V.V. DOKUCHAEV**

**Valerian CERBARI, Tamara LEAH, Nicolai LEAH**

"Nicolae Dimo" Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection

2070-Chișinău, str. Ialoveni, 100, Republic of Moldova, tamaraleah09@gmail.com

*Abstract. A comparative characteristic of the physico-chemical properties of typical chernozem used in agriculture for a long time and are presented. Comparison of the humus content in a typical natural chernozem (1877) with arable typical chernozem from present-day showed that over 140 years the humus content decreased by 43.2% of the initial amount of humus. The physico-chemical properties of the modern typical chernozem are characterized as satisfactory. Maintaining the speed of annual reduction of humus content presents a significant ecological and economic danger for Moldova.*

**Key words:** Chernozem, Degradation, Dokuchaev, Humus, Soil profile.

## **INTRODUCTION**

The emergence of chernozem as a unique phenomenon of the Cenozoic era in the history of Earth, according to V.V. Dokuchaev, is an "eternal breadwinner" for many countries of Western Europe, including and Republic of Moldova. But, unfortunately, the last two centuries it suffered total degradation, i.e. a large number of specific degradations associated with each other, and sometimes completely independent of each other. All of them are united by the anthropo-technogenic nature of their causes that gave rise to them (Крупеников, 2008).

"Only by knowing the ancient physical and geographical processes in their chronological sequence can one come closer to understanding the modern mechanism of natural phenomena and give a reasonable forecast for their future development" (Хотинский, 1981). In this sense, the results of Moldovan soil researched by V.V. Dokuchaev over 140 years ago are of great importance for understanding the modern processes of evolution and degradation of soil in the region under the influence of natural and anthropogenic factors.

## **MATERIAL AND METHODS**

The purpose was to evaluate the quality status of typical chernozem after 140 years of researched by the scientist – world famous Russian naturalist Vasile V. Dokuceaev. The evaluation allows us to decide on the current situation regarding the degradation of the chernozems. The comparative analysis of the literary sources with an adequate content of experimental data allows us to make certain conclusions regarding the intensification processes of chernozem degradation.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

In 1877, Dokuchaev V.V. first visited Bessarabia and examined black soils. He surveyed the chernozems of the wide flat surface of the Dniester highest terrace, on a plot located in the vicinity of the present-day village of Napadova, the former Soroca district. He was interested in chernozem, and in this respect the Naradova's profile played an outstanding role in his research. Narodova at that time administrative division belonged to the Soroka district; therefore, Dokuchaev called this sample "Soroka's chernozem". Under this name, it is known in the history of soil science (Крупеников, 1996).

Dokuchaev was interested in materials that could characterize the origin of chernozems and their main features as a special type of soil. In the study of Napadova soil profile, he was accompanied and helped by the local landowner N.K. Ergiu. As indicated by Крупеников (1996), Dokuchaev, wanting to see the normally developed soils of Bessarabia, about 4-6 miles from Napadova, among perfectly flat of natural area (the highest Pliocene terrace of Dniester river), laid the soil profile. This soil profile was characterized by the following structure:

*A* (0-61 cm) – the soil horizon, confused by a mass of living and extinct plant roots, the soil seemed completely black loose mass.

*B* (61-91cm) – the transitional horizon with traces of molehills.

*C* (> 91cm) – the typical loess with a mass of cranes.

Dokuchaev noted: “The local chernozem seemed to me so typical in 1877 that I attributed it to first-class then” (Крупеников, 1949; 1996). A sample soil was taken for analysis, which was produced in the winter of 1877–78 in the laboratory of mineralogy of St. Petersburg University by analyst Ogleblin. The humus content in the soil sample was 5.718% (Крупеников, 1967, 1996). This humus content seemed to Dokuchaev not high enough, both in comparison with the chernozems of the eastern provinces, and as if contradicting the black color of the soil. Unfortunately, the researcher didn't pay enough attention to the extremely high soil thickness that was 91 cm (tab.1).

Table 1. Morphological parameters of typical chernozem in different research years

Indicators / Years		1877	1960	2003	2010
Horizon thickness, cm	A	0-61	0-44	0-50	0-48
	B	62-91	45-92	51-98	49-95
	C	>92	>93	>99	>96
	Effervescence	from 92	from 65	from 70	from 70

The availability of accurate information about the humus content in 1877 in the upper horizon of the Napadova chernozem profile is very important in the sense that it makes it possible to determine the rate of degradation of the humus state of already plowed soil by the quantitative determination of this indicator in subsequent years.

Repeated studies of the Napadova chernozem were carried out in 1960 by Krupenikov I.A. (1967), and in 2003 by Ursu A.F. with researchers (Ursu, et al., 2003). For the purpose of Moldovan soil monitoring; the most complete studies of the Napadova black soil composition and properties were performed by scientists of the “Nicolae Dimo” Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection in 2007-2008 (Cerbari, 2010). In continuation, we present the location of typical black soil profiles (Fig.1), the type of profile structure (Fig.2), the average statistical data of composition and properties for five soil profile obtained as a result of the researches.



Fig. 1. Location of black soil profiles at the monitoring site

The Napadova arable chernozem, the virgin (natural) profile of which was described by Dokuchaev in 1877, is currently characterized by the following type of profile:

*Ahp1 (0-20 cm) → Ahp2 (20-35 cm) → Ah (35-48 cm) → Bh1 (48-69 cm) → Bhk2 (69-95 cm) → BCK1 (95-120 cm) → BCK2 (120-150 cm) → Ck (150-200 cm)*.

Carbonates in the form of pseudomycelia, bieloglaska spots and small fragile cranes are confined in the BC horizon. The BC2 horizon is covered by molehills (Leah et al., 2010).

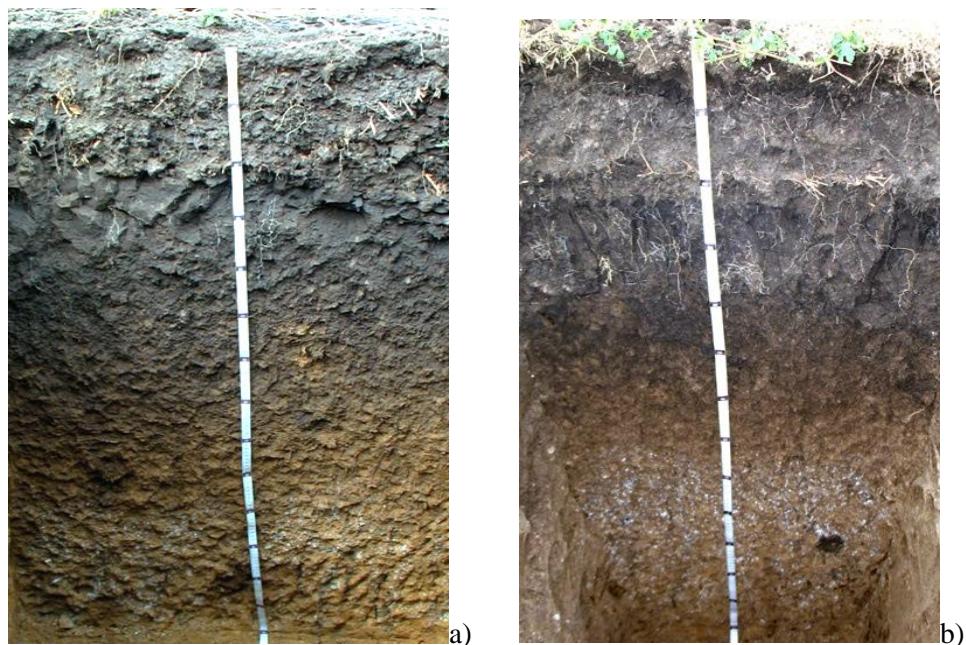


Fig. 2. Profiles of Napadova: arable (a) and natural (b) typical chernozems investigated in 2008

Comparison of the Napadova chernozem profile structure described by VV Dokuchaev in 1877 and the chernozem profile described by us in 2010 indicates their uniformity. The only difference is that the upper part of horizon A, described by Dokuchaev as a loose black mass, and currently as a result of agricultural use turned into a 0-35 cm arable layer that lost its ability to compaction resistance as consequence of intensive tillage and reducing the quantity of organic matter in the soils. The arable layer of modern chernozem was divided into two parts according to its composition: the upper part, 0–20 cm, artificially crushed and loosened by annual tillage; and the lower part, 20-35 cm, secondarily strongly compacted with a prismatic structure (Leah T. & Leah N, 2011, 2012; Лях Т &Лях Н, 2012).

The tables 2 - 6 present the average data regarding current state of mechanical composition, physical and chemical properties, and changes in the humus content of the Napadova chernozem at the present time, which allows determining the degradation level after over 140 years of its examination by V.V. Dokuchaev.

Table 2. Granulometric (mechanical) composition of the arable typical chernozem

Genetic horizon	Depth, cm	The soil particle-size, mm; the content, %						
		1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01
Ahp1	0-20	-	13.2	41.4	6.9	9.7	28.8	45.4
Ahp2	20-35	-	14.2	40.3	6.9	9.9	28.7	45.5
Ah	35-48	-	12.9	41.2	6.3	10.5	29.1	45.9
Bhk1	48-69	-	12.6	42.0	6.9	10.1	28.4	45.4
Bhk2	69-95	-	12.5	42.0	7.0	10.9	27.6	45.5
BCk1	95-120	-	11.8	42.4	6.6	12.1	27.1	45.8
BCk2	120-130	-	11.1	43.5	6.2	12.2	27.0	45.4
BCk2	130-150	-	11.9	41.7	6.0	13.0	27.4	46.4
Ck	180-200	-	12.1	40.7	6.5	13.2	27.5	47.2

The particle-size composition of the Napadova investigated chernozem has the following genetic features: 1) uniform content of almost all particle-size fractions along the soil profile; 2) relatively high content of fine sand fraction (11-14%) and low content of silt fraction (27-29%), which is typical for Pliocene deposits, but not typical for loess loamy soils, subaerial origin of the central part of Moldova which is characterized with a fine sand fraction of 5-7% and silt content of 36 - 38% (Leah T & Leah N, 2011, 2012).

The above features of the particle-size distribution and the fact that this soil is classified as clayey-loamy, close to the lower limit of this gradation, explains the relatively low humus content noted by V.V. Dokuchaev in the virgin (natural) soil. Data on the current structure state and physical properties of the Napadova chernozem (2010), after 133 years of studies by V.V. Dokuchaev are present in table 3 and 4.

Table 3. The average statistical parameters ( $X \pm s$ ) of the structural composition of arable typical chernozem (numerator - data of dry sieving, denominator - data of wet sieving)

Horizon and depth, cm	Diameter of structural fractions (mm); content, %				Structure quality (dry sieving)	Water resistance structure
	>10	<0.25	$\Sigma 10 - 0.25$	$\Sigma >10 + <0.25$		
Ahp1 0-20	<u>35.8±17.8</u> -	<u>3.4±1.3</u> 53.9±6.0	<u>60.8±16.2</u> 46.1±6.0	<u>37.2</u> 53.9	medium	medium
Ahp2 20-35	<u>71.6±13.7</u> -	<u>1.6±0.6</u> 48.6±8.2	<u>26.8±12.7</u> 51.4±8.2	<u>73.2</u> 48.6	unsatisfactory	medium
Ah 35-48	<u>16.5±2.0</u> -	<u>3.5±0.7</u> 52.0±8.2	<u>80.0±2.8</u> 48.0±8.2	<u>20.0</u> 52.0	good	medium

Artificially created by tillage the structural state of the current arable layer of this soil is of medium quality. The structure of the lower part of 20-35 cm of the former after 2002 year arable layer 0-35 cm is of unsatisfactory quality. Water resistance of structural aggregates is medium for all soil horizons.

An integral indicator of the qualitative state of the soils physical properties is density of the soil in its natural state. According to this indicator, the modern 0-20 cm arable layer is weakly compacted ( $1.31 \text{ g/cm}^3$ ). The lower part (20-35 cm) of the former 0-35 cm of the arable layer became very compacted ( $1.65 \text{ g/cm}^3$ ), practically impermeable to the plant roots, which can penetrate deeper only along cracks.

Table 4. Indices of physical properties of arable typical chernozem

Horizon and depth, cm	Silt <0.001 mm	Physical clay, <0.01 mm	Hygroscopicity	Hygroscopic coefficient	Density of solid phase	Bulk density	Total porosity, %
	content, %	g/cm <sup>3</sup>					
Ahp1 0-20	28.8	45.4	4.2	6.0	2.60	1.31	49.6
Ahp2 20-35	28.7	45.5	4.1	5.9	2.61	1.65	36.8
Ah 35-48	29.1	45.9	3.9	5.9	2.62	1.34	48.8
Bhk1 48-69	28.4	45.4	3.8	5.8	2.63	1.49	43.3
Bhk 69-95	27.6	45.5	3.7	5.8	2.65	1.50	43.4
BCk1 95-110	27.1	45.8	3.4	5.8	2.66	1.45	45.5
BCk2 120-130	27.0	45.4	3.2	4.8	2.67	1.44	46.1
BCk2 130-150	27.4	46.4	3.1	4.8	2.69	1.43	46.8
Ck 180-200	27.5	47.2	3.2	4.8	272	1.42	47.8

The table 5 - 7 presents the data on the current state of some chemical properties of the Napadova chernozem after 133 years of its examination by V.V. Dokuchaev.

Table 5. Average statistical indicators ( $X \pm s$ ) of the physico-chemical properties of arable typical chernozem

Horizon and depth, cm	$pH_{H2O}$	$CaCO_3$	$P_2O_5$ total	Humus	N total	C : N
			%, g/g			
Ahp1 0-20	6.5±0.1	0	0.11±0.01	3.25±0.14	0.15±0.01	12.6±1.3
Ahp2 20-35	6.6±0.1	0	0.10±0.01	2.97±0.13	0.14±0.01	12.3±1.0
Ah 35-48	6.7±0.1	0	0.09±0.01	2.60±0.13	0.13±0.02	11.6±1.5
Bhk1 48-69	7.0±0.3	0	-	2.13±0.29	-	-
Bhk2 69-95	7.7±0.2	5.4±2.2	-	1.35±0.28	-	-
BCk1 95-120	8.0±0.2	13.0±3.8	-	0.86±0.08	-	-
BCk2 120-130	8.1±0.1	15.0±3.5	-	0.68±0.01	-	-

Table 6. Average statistical parameters ( $X \pm s$ ) of the cation - exchange capacity and hydrolytic acidity of arable typical chernozem

Genetic horizons and depth, cm		$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$\Sigma Ca^{++} + Mg^{++}$	Hydrolytic acidity
		mg-eq./100g soil			
Ahp1	0-20	22.9±1.7	2.9±0.4	25.8±2.1	2.6±0.2
Ahp2	20-35	23.4±2.0	2.9±0.5	26.3±1.7	2.3±0.2
Ahk	35-48	23.9±1.4	3.1±0.6	27.1±0.5	1.7±0.1
Bhk1	48-69	24.1±1.1	3.1±0.8	27.2±0.8	1.1±0.1
Bhk2	69-95	22.6±2.7	2.7±0.6	25.3±2.2	-
BCk1	96-120	21.0±2.0	2.7±0.8	23.7±1.4	-
BCk2	120-130	19.7±1.7	2.4±0.6	22.0±6.8	-

Table 7. Changes in the humus content in arable layer of typical chernozem after its examination by V.V. Dokuchaev in natural version and nowadays

Horizon and depth, cm	1877, natural	1960, arable	Change in humus content over 83 years (1877-1960)	2010, arable	Change in humus content over 50 years (1960-2010)
Ahp1 0-20 cm	5.72%	3.75%	-1.97% or 0.024% annually	3.25%	- 0.50% or 0.010% annually
Ahp2 20-35 cm	-	3.65%	-	2.97%	- 0.68% or 0.014% annually

The investigated typical chernozems do not contain carbonates and has a favorable slightly acid reaction for growth and development of crops cultivated in Moldova. On the other hand, this soil, like most Moldovan soils, is poor in the content of total and mobile forms of phosphorus.

From 1877 to 1960 - the beginning of intensive farming period (data by Krupenikov I.A., 1967 and Ursu A.F., 2003), the humus content in arable soil layer 0-20 cm decreased as a result of agriculture use (under plowing) from 5.72% to 3.75%, i.e., by 1.97% or 0.024% annually. During the intensive agriculture period, from 1960 to 2010 (the initial period of the agrarian reform), the humus content in the arable layer 0-20 cm over 50 years decreased from 3.75% to 3.25%, i.e., by 0.50% or 0.01% annually.

Another calculation shows that in period from 1877 to 2010 the typical chernozem lost 2.47% of humus or 0.017% annually. This means that, for 133 years, the typical chernozem has lost 43.18% of the initial amount of humus. This is the situation after two trips of Dokuchaev to our territory in 1877 and 1898 years.

Currently, due to the non-use of organic fertilizers and lack of perennial and annual leguminous grasses in crop rotation, the process of humus lost (dehumification) in the chernozems is only intensified (Leah, 2017).

The problem of humus in Moldovan chernozems is very acute: how much was it and how much is left in present? Dokuchaev has very little data on the humus content, they are single. Starting material for comparison is a bit.

Another difficulty is that the modern humus content in soils does not have a reliable quantitative characteristic (Лях, 2012). According to the humus content of chernozems, data were compiled as of the mid-70s of the last century (Статистические ..., 1978). The data on the results of agrochemical studies for 4 cycles and Monitoring studies conducted in 2007-2008 were also summarized. More than 10 years have passed and the humus content has decreased; we have practically no modern data at least for an indicative comparison.

“Being the owners of the best soils in the world, we are now in a difficult situation and are forced to admit the sad state of agriculture in the zone of chernozems and steppes. To find the right way out of all the agricultural difficulties of this zone, indicating the exact and practical ways to solve the problems mentioned - that's the challenge posed at present ...” (Krupenikov, 1996). This quote from Dokuchaev's book "Russian Chernozem", 1883, fully characterizes the situation we are in, regarding chernozems.

According to Димо Н.А. (1958), “...all of the above allows us to consider as one of the main tasks of Moldavian soil scientists the most thorough study and establishment of the content and reserves of humus laws in all types and subtypes of soils. In this case, the definitions and calculations should be combined with the conditions of soils occurrence: relief and its slopes, parental rocks, development degree of soils on the slopes and the state of their erosion, the limitation of its cultivation, and other”.

In his brochure «The soils of Moldova, the tasks of their study and the most important features», N.A. Dimo (1958) notes and other important tasks those are relevant today. Soil scientists should organize research, both geographic and stationary, especially on the moisture balance, organic and mineral substances, biological factors and processes in the soil, the study and establishment of the total phosphorus content, trace elements and a number of other scattered elements in the Moldavian soils.

“Chernozem can and should be called the king of soils; it is, so to speak, ideal soil ... thus, it is ideal, the best of the best soils ...”, noted Dokuchaev in 1883, quoted by Krupenikov (2008).

## CONCLUSIONS

1. The studies by V.V. the Dokuchaev concerning the Napadova typical black soil marked the beginning of the soil cover study in the Republic of Moldova and the creation of a national school of soil scientists led by academician NA Dimo (student of V.V. Dokuchaev).

2. Conducted by Dokuchaev studies of the Bessarabia soils allowed him to once again be convinced of the correctness of the teachings he created: on the factors and processes of soil genesis and their importance in formation of the modern soils profile; about zones of nature, horizontal and vertical soil zones; on the plant-land origin of chernozems and other soils.

3. Conducted V.V. Dokuchaev after Napadova, the route studies of Bessarabia soils allowed him to conclude: "It is hardly possible to indicate in Western Europe the area more interesting in terms of soil than the Bessarabia province" (Крупениковы, 1949).

4. Comparing the characteristics of the past natural black soil studied in 1877 with arable typical chernozem characteristics studied on the same field in 2007 gives opportunity to assess the degree of recent high degradation of typical chernozem as a result of long use in agriculture. Factors limiting productivity of the chernozems are compaction of arable layer, low content of humus and nutrients.

5. Changing the technological process of growing plants should be directed towards increasing the content of organic matter and nutrients in soil and implement a rational system of tillage would conduct in loosening of compacted soil layer.

6. Maintaining the speed of annual reduction of humus content presents a significant ecological and economic danger for Republic of Moldova.

## REFERENCES

- Cerbari V. (coord.). (2010).** Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova (Baza de date, concluzii, prognoze, recomandări). IPAPS, Ch.: Pontos, p.179-196.
- Leah N., Leah T., Andries S. (2010).** Starea de calitate a cernoziomurilor tipice din Moldova de Nord - Est în condiții de utilizare intensivă în circuitul agricol. În: Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. Ch.: Pontos, pp. 367-375.
- Leah T. (2017).** Modificarea stării de calitate a stratului arabil al cernoziomurilor cambice din Moldova centrală sub influența îngrășămintelor verzi. În: Cercetarea și gestionarea resurselor de sol: Mater. Conf. șt. cu partic. intern. a SNMSS, 8-9 septembrie 2017. Red. resp.: Gh. Jigău, An. Tărăță. - Chișinău: SNMSS. (CEP, USM), pp. 250-259.
- Leah T., Leah N. (2011).** Intensive agriculture influence on quality of typical chernozem from Moldova. Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A, Vol. LIV, pp.26-29.
- Leah T., Leah N. (2012).** Proprietățile fizico-chimice ale cernoziomului tipic - 130 ani de utilizare agricolă. În: Eficiența utilizării și protejării solurilor. Lucrările Conferinței științifice cu participare internațională, 28-29 iunie 2012. Ch.:S.n. (Tip. AŞM), pp.43-49.
- Ursu A., Overcenco A., Marcov I. (2003).** Cernoziomul de la Soroca – 125 de ani după Docuceaev. Buletinul AŞM, 2 (291). Chișinău, p.120-123.
- Димо Н.А. (1958).** Почвы Молдавии, задачи их изучения и главнейшие особенности. Кишинев: КГУ, 2-я типогр., 28 с.
- Крупеников И.А. (1967).** Черноземы Молдавии. Кишинев: Карта молдовеняскэ, с. 43-49, с.194-204.
- Крупеников И.А. (1996).** В.В. Докучаев о Бессарабии. Кишинев: Tipogr. AŞM. 116 с.
- Крупеников И.А. (2008).** Черноземы: возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Chișinău: Pontos, с.21-118.
- Крупениковы И. & Л. (1949).** Путешествия и экспедиции В.В.Докучаева. М.: Государ. Изд-во Географической Литературы, с.102-105
- Лях Т.Г., Лях Н.М. (2012).** Влияние длительного сельскохозяйственного использования на свойства типичного чернозема. В: Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития. Матер. Всеросс. научно-практ. конф. с международн. участием к 85-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева. М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева. Россельхозакадемии, с.348-354.
- Лях Т.Г. (2012).** Гумусная деградация черноземов и проблемы устойчивого развития сельского хозяйства. В: Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития. Матер. Всеросс. научно-практ. Конф. с международн. участием к 85-летию Почвенного института им. В.В.Докучаева. М.: Почв.ин-т им. В.В.Докучаева. Россельхоз-академии, с.91-96.
- Статистические параметры, состава и свойств почв Молдавии (1978).** Часть I. Кишинев: Штиинца, с.89-110.
- Хотинский Н.А. (1981).** Следы прошлого ведут в будущее. М.: Мысль, 160 с.

# ACȚIUNEA FERTILIZATOARE A ÎNGRĂȘĂMINTELOR MINERALE ASUPRA CULTURILOR DE CÂMP PE CERNOZIOMUL CARBONATIC

Vitalie CIOCHINA

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo"  
str. Ialoveni 100, mun. Chișinău, Republica Moldova, MD-2070,  
e-mail: vitalie\_ciochina@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results regarding the harvest and crops quality in cereal rotation: peas for grain, winter wheat, maize for grains and sunflower on carbonic chernozem in the conditions of the agricultural year 2017-2018. The action of the mineral fertilizers on the harvest levels was determined depending on the applied doses. The best options are the following: in peas - dose of 30 kgN/ha on a background of 3.5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g of soil, winter wheat and corn for grains - N<sub>120</sub>P<sub>3.5</sub> and sunflower - N<sub>60</sub>P<sub>2.5</sub> - all in the same dose of 60 kgK/ha. Dose of N<sub>120</sub>P<sub>2.5</sub>K<sub>60</sub> increased the wet gluten content of winter wheat by 8%, and the IDG was 86 cer.un. The fertilizers acted poorly on the mass of 1000 grains - 1,5-5,0 g on the average.

**Key words:** field crops, productivity, carbonatic chernozem, mineral fertilizers.

## INTRODUCERE

Problema asigurării nivelelor de recoltă înalte și calitative la culturile de câmp rămâne actuală. Printre factorii determinanți sunt: umiditatea solului și asigurarea plantelor pe parcursul vegetației active în doze optime cu elemente nutritive. Conform datelor statistice situația fondului funciar în anii 2017-2018 au constituit în total 3384,7 mii ha dintre care terenuri agricole 2496,6 mii ha sau 73,8%, terenuri arabile - 1832,3 mii ha sau 54,1% (Anuarul Statistic, 2018). Cernoziomul carbonatic ocupă o suprafață totală de 493,2 mii ha sau 14,5% sub teren arabil 380,000 mii ha ori 11,9%. Suprafața majoritară 322,600 mii ha se întâlnește în partea de Sud a republicii.

În raionul Căușeni sunt 174,961 mii ha, teren arabil 103,679 mii ha. Suprafețele însămîntate în anul 2017 au constituit 1532,9 mii ha, grâu de toamnă și porumb pentru boabe 335,6-481,4 mii ha, leguminoase 34,6 mii ha și floarea-soarelui 384,9 mii ha. Recolta globală la cereale și leguminoase a alcătuit 3354,8 mii tone din care grâul de toamnă 1250,7 mii tone, porumb pentru boabe 1772,5 mii tone sau 25,5%, leguminoasele 69,0 mii tone cu doar 2,3%, iar floarea-soarelui 803,8 mii tone. Recolta medie a alcătuit la grâul de toamnă 37,3 q/ha, porumb printru boabe 37,0 q/ha, culturi fabacee 20,0 q/ha, floarea-soarelui 20,9 q/ha. Din contul fertilității efective se poate de obținut 26 q/ha de grâu de toamnă, 31 q porumb pentru boabe și 15 q semințe de floarea-soarelui. Fertilizarea culturilor de câmp cu îngrășăminte chimice azotate și fosforice majorează nivelul recoltei cu 20-25%. Actualmente starea fosforică a solurilor este scăzută 1,2-1,5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de sol, necesarul de azot este asigurat anual cu 74 kg/ha circa 60% și potasiu la nivel de 90% din terenuri are un grad optim ridicat.

Necesarul anual de îngrășăminte chimice pentru culturile de câmp constituie 180,6 mii tone substanță activă, inclusiv azot 82,3 mii tone, fosfor 69,9 mii tone și potasiu 28,4 mii tone (Andrieș și Tîganoc, 2004). Fertilizanții chimici în anul 2017 au constituit în total 65,6 mii tone cu - 115 mii tone mai puțin, cu azot - 38 mii tone, fosfor - 54 mii tone și potasiu - 23 mii tone bilanțul elementelor nutritive în prezent rămîne profund negativ. În medie au fost introduse sub formă de s.a. (NPK) la culturile cerealiere 82,9 kg/ha, porumb pentru boabe 62,4 kg/ha și floarea-soarelui 46,2 kg/ha.

## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat la stațiunea experimentală de lungă durată fondată în anul 1960 din satul Grigorievca, raionul Căușeni pe cernoziom carbonatic luto-argilos. Indicii agrochimici medii în stratul 0-30 cm la varianta nefertilizată indică un conținut de humus - 3,07%, azot total - 0,161%, fosfor total - 0,123%, N-NO<sub>3</sub>- 1,02 mg/100 g de sol, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,78 mg/100 g de sol și K<sub>2</sub>O-

33 mg/100 g de sol (Cerbari, 2010). Scopul experienței constă în monitorizarea în dinamică a impactului îngrășămintelor minerale asupra stării de calitate a cernoziomurilor carbonatice și acțiunea lor asupra recoltei și calității culturilor de câmp.

Asolamentul cerealier are următoarea rotație a culturilor: mazăre boabe-grâu de toamnă-porumb pentru boabe și floarea-soarelui. Lucrările agrotehnice sunt îndeplinite conform fișelor tenologice specifice zonei de Sud a țării. Schema experienței este alcătuită din 4 câmpuri în 4 repetiții, fiecare repetiție constă din 16 variante. Suprafața unei parcele elementare este 100 m.p./4 x 25 m. Îngrășămintele cu fosfor au fost aplicate toamna la lucrarea de bază a solului și cu azot primăvara la grâul de toamnă faza de înfrățire, mazăre boabe 2-4 frunze, porumb pentru boabe 3-5 frunze și floarea-soarelui 2-4 frunze adevărate.

Scontarea recoltei s-a îndeplinit la maturizarea culturilor pentru mazărea boabe și grâul de toamnă prin metoda snopului de pe 1 m.p., iar la porumb pentru boabe și floarea-soarelui în rînduri conform direcției de semănat de pe fiecare parcelă elementară. Calitatea boabelor grâului de toamnă s-a determinat în laboratorul de Agrochimie prin spălarea glutenului la determinarea conținutului de gluten umed, IDG-ul la aparatul IDK-1M. Analizele s-au îndeplinit conform STAS-urilor existente, la mazăre boabe STAS-28674-90, grâu de toamnă STAS-9353-90, porumb pentru boabe STAS-13634-90 și floarea-soarelui STAS-22391-89.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru obținerea recoltelor înalte în Sudul Moldovei la utilizarea efectivă a îngrășămintelor de către plante factorul limitator este insuficiența de umiditate în sol. În rezultatul observațiilor multianuale media multianuală de precipitații constituia 476 mm. În perioada de vegetație aprilie-august normele variază de la 158 mm pînă la 444 mm față de media multianuală 254 mm. Regimul termic multianual constituie +12,5°C se observă o majorare peste normă cu +0,5..+1,8°C.

Toamna anului 2017 a fost caldă și cu precipitații. Temperatura medie a aerului pe parcursul sezonului de toamnă (septembrie-noiembrie) a constituit în teritoriu +5,3..+19,0°C, fiind cu +0,1..+1,3°C mai ridicată față de normă. Deosebit de multe precipitații au căzut în luna octombrie, când suma lunară a acestora a constituit 48 mm sau 179% din norma lunară. Insuficiența rezervelor de apă utilă în sol au creat condiții nefavorabile pentru pregătirea patului germinativ și semănatul grâului de toamnă în termen optim cu deplasarea în a doua decadă a lunii octombrie. La sfîrșitul lunii octombrie la grâul de toamnă s-a semnalat încolțirea semințelor și răsărire. În a doua decadă a lunii noiembrie grâul se afla în fază frunzei a treia și înfrățirea. Deplasarea termenilor de semănat au întârziat termenul de recoltare cu 2 săptămâni. Depunerile atmosferice au constituit în perioada septembrie-martie - 317 mm sau cu 143% mai mult decât norma multianuală, temperatura aerului +5,3°C cu +0,5°C a fost majorată, iar umiditatea relativă - 78% formîndu-se condiții favorabile procesului de aerovizare la grâul de toamnă.

În iarna anului 2017 au căzut în total precipitații 136 mm sau peste 145% din normă, temperaturile au oscilat -1,0..+2,3°C, starea grânelor fiind caracterizată bună. Umiditatea relativă - ridicată.

Primăvara anului 2018 regimul pluviometric a fost 117 mm sau 140% peste normă, iar regimul termic cu valori normale +0,5..+19,1°C și umiditatea relativă 68%. Întîrzierea primăverii meteorologice cu 3 săptămînii din cauza precipitațiilor din luna martie cu peste 3 norme față de medie și lipsa precipitațiilor din luna aprilie cu trecerea bruscă la temperaturi majorate au format la suprafața solului o crustă cu grosimea de 5-10 cm ce a influențat negativ asupra sistemului radicular la toate culturile pe cernoziomul carbonatic. Au fost deplasăți termeni optimi de pregătire a patului germinativ. La mazăre și floarea-soarelui, lipsa precipitațiilor au cauzat o răsărire neuniformă, iar densitatea plantelor s-a micșorat cu 20% la hektar. La porumbul pentru boabe termenul de semănat a fost optim cu o răsărire uniformă, iar la sfîrșitul lunii mai culturile erau în fazele de înflorire la grâul de toamnă și mazăre boabe, porumbul pentru boabe 5-7 frunze și floarea-soarelui 4-6 frunze.

Vara anului 2018 a fost mai căldă, de obicei, cu precipitații. Începutul verii meteorologice, pe cea mai mare parte a teritoriului țării a avut loc în perioada 9-11 aprilie, fiind cu o lună mai devreme.

Temperatura medie a aerului pentru acest sezon a constituit în teritoriu +21,9..+24,3°C, fiind cu +0,9..+4,7°C mai ridicată față de normă. Temperatura maximă a aerului pe parcursul verii a urcat pînă la +37°C. Vreme căldă pe teritoriul țării s-a semnalat în primele două decade ale lunii iunie și august, cînd temperatura medie decadică a aerului a fost în fond cu +3,2..+5,8°C mai ridicată față de normă. Cantitatea de precipitații pe parcursul sezonului au constituit 189 mm sau 122% din normă. Precipitațiile în decursul sezonului s-au semnalat predominant în a doua jumătate a lunii iunie și în luna iulie a treia decadă cu peste 8 norme. Regimul termic ridicat și deficitul de precipitații, care s-a semnalat în prima jumătate a lunii iunie și în decursul lunii august, au contribuit la epuizarea rezervelor de umiditate în sol, ceea ce a condiționat micșorarea intervalului dintre fazele vegetative la mazăre prin avortarea florilor, grâul de toamnă la maturitatea deplină era în prima decadă a lunii iulie, porumbul pentru boabe a fost slab afectat fiind în fază de ceară, floarea-soarelui la umplerea achenelor și coacerea deplină precoce. În perioada 1 august–20 septembrie vremea caniculară cu deficit semnificativ de precipitații, a dus la apariția secetei puternice. În luna august depunerile au constituit 16 mm sau 35% din normă, iar temperatura lunară peste medie cu +4,8°C (Tabelul 1).

Cantitatea de precipitații ale anului agricol au constituit 545 mm cu 114% peste normă, temperatura +12,8°C cu o depășire +0,3°C, iar umiditatea relativă 69%. Perioada de vegetație la culturile agricole au constituit 260-270 de zile. Regimul termic ridicat și insuficiența de precipitații din luna august au influențat considerabil asupra creșterii și dezvoltării plantelor la formarea recoltelor.

Tabelul 1. Indicii meteorologici în condițiile anului agricol 2017-2018 la stațiunea experimentală, s.Grorievca, r-nul Căușeni

Indicii meteorologici	Lunile							Anul agricol
	IX-III	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII	
Precipitații, mm	317	0	39	41	132	16	228	545
Media multianuală, mm	222	32	47	72	60	43	254	476
Devierea, %	143	0	83	57	220	37	90	114
Temperatura aerului, °C	5,3	13,5	19,1	21,9	22,9	24,3	20,3	12,8
Media multianuală, °C	4,8	15,1	19,6	24,7	22,1	19,5	20,2	12,5
Devierea, °C	0,5	-1,6	-0,5	-2,8	0,8	4,8	0,1	0,3
Umiditatea relativă a aerului, %	78	65	56	61	68	50	60	69

Administrarea îngășămintelor cu azot în anul 2018 au influențat pozitiv asupra nivelului de recoltă. La formarea 1 t de boabe mazărea consumă 50-60 kg azot, 15-20 kg fosfor și 25-28 kg potasiu (Recomandări...2012). Recolta anului 2018 a avut un nivel scăzut care se datorează vremii caniculare. La varianta nefertilizată recolta a fost 14 q/ha, fertilizarea în doză de 60 kgN/ha pe fonduri de fosfor mobil de la 2,0 pînă la 4,0 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de sol a majorat recolta nesemnificativ 15,1-18,7 q/ha sau sporurile au constituit 7,9-33,8%. Recoltele modeste obținute indică o valorificare mai eficientă la aplicarea a 30 kgN/ha pe 3,5 mg de fosfor mobil cu nivelul recoltei de 17,9 q/ha și sporul 28,3%.

Fertilizarea grâului de toamnă cu 1 q azotat de amoniu primăvara devreme majorează recolta cu 2,5-3,0 q/ha, 1 kg de azot se recuperă prin 8-10 kg boabe. Sporul recoltei depinde și de asigurarea cernoziomului carbonatic cu fosfor care determină acțiunea azotului (Утила, 1979). Recolta la varianta martor a fost 27,2 q/ha la varianta N<sub>120</sub>P<sub>3,5</sub>K<sub>60</sub> nivelul maxim de recoltă a constituit 44,8 q/ha sau 75,7%. Celelalte variante fertilizate cu NPK la majoritatea recoltele au fost de 27,6-48,0 q/ha și au sporit în medie cu 35% (Tabelul 2). Din experiențele

academicianului Luchianenko P.P. (1960) administrarea a 30 kgN/ha s.a., pe fond N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> a majorat conținutul de gluten umed cu 4%. Profesorul Zagorcea C.L. (1972) a stabilit că aplicarea a 90 kgN/ha și mai mult asigură obținerea unui nivel de recoltă ridicat cu însușiri tehnologice înalte. Calitatea grâului de toamnă în anul agricol 2017-2018 după conținutul de gluten umed a fost ridicată atât la martor 21,7% cât și la variantele fertilizate cu valori cuprinse la 26,9-31,2%. Indicii de deformare a glutenului au constituit la martor-90 un.c și cele fertilizate 67-102 un.c., grupa de calitate la majoritatea variantelor au fost a II-a și a III-ea. Masa a 1000 de boabe la martor 28,7 g și s-au majorat cu 1,4-5,5 grame (Tabelul 3).

Cercetările efectuate pe cernoziomul carbonatic de către Gojinețcaia A.A. (1965 și 1967) a demonstrat că condiții favorabile de nutriție a plantelor se crează la aplicarea îngrășămintelor azotat-fosforice. Totuși îngrășămintele azotate sunt cel mai efective pe un nivel de fosfor optim asigurat. Fertilizarea cu îngrășăminte fosforo-potasice influențează foarte slab asupra recoltei (Вайнберг, 1980). În anul 2018 recoltele porumbului pentru boabe au fost cele mai înalte la martor 50,8 q/ha doza 120 kgN/ha pe toate fondurile de fosfor s-a manifestat cu nivele cuprinse între 57,8-80,4 q/ha ceea ce se observă o dinamică ascendentă conform sporului de recoltă de la 13,8% pînă la 58,4%. Varianta cu fosfor și potasiu a demonstrat că porumbul pentru boabe este o plantă înalt consumătoare de azot și nefertilizarea sau fertilizarea în doze mici permite sporirea recoltei pînă la 14%, ceea ce demonstrează o acțiune directă a azotului în asigurarea nivelului ridicat de recoltă.

Tabelul 2. Recolta culturilor de câmp pe cernoziom carbonatic în anul agricol 2017-2018

Variantele			Cultura								
Azot, kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mazăre boabe		Floarea-soarelui		Grâu de toamnă		Porumb boabe		
Mazăre boabe, Floarea-soarelui	Grâu de toamnă, Porumb boabe	mg/100 g de sol	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	
Martor absolut			14,0	-	10,1	-	27,2	-	50,8	-	
60	120	2,0	60	15,1	<b>7,9</b>	13,7	<b>34,9</b>	38,2	<b>40,5</b>	73,1	<b>43,9</b>
60	120	2,5	60	15,6	<b>11,3</b>	14,8	<b>46,1</b>	37,3	<b>37,0</b>	71,2	<b>40,1</b>
60	120	3,5	60	15,7	<b>12,6</b>	14,8	<b>45,5</b>	47,8	<b>75,7</b>	80,4	<b>58,4</b>
60	120	4,0	60	16,1	<b>15,4</b>	14,8	<b>46,3</b>	42,7	<b>56,9</b>	76,9	<b>51,5</b>
0	0	3,5	60	14,5	<b>3,8</b>	10,8	<b>6,9</b>	34,7	<b>27,6</b>	54,5	<b>7,3</b>
30	30	3,5	60	17,9	<b>28,3</b>	11,2	<b>10,7</b>	37,2	<b>36,8</b>	57,8	<b>13,8</b>
45	60	3,5	60	18,3	<b>31,1</b>	13,4	<b>31,7</b>	40,3	<b>48,0</b>	60,2	<b>18,6</b>
60	90	3,5	60	18,7	<b>33,8</b>	13,6	<b>34,0</b>	37,0	<b>36,1</b>	67,3	<b>32,6</b>

Elementul nutritiv în asigurarea recoltei la floarea-soarelui este conținutul de fosfor mobil în sol. La formarea a 1 t de semințe soiurile și hibrizii omologați de floarea-soarelui extrag din sol 40-50 kg azot, 18-22 kg fosfor și 70-80 kg de potasiu. Pe cernoziom carbonatic s-au stabilit din experiențele de câmp, se recomandă aplicarea a 60 kg azot, 90 kg fosfor și 60 kg potasiu (Унтила, Бойнчан. et al, 1990). Recolta florii-soarelui la martor a fost de 10,1 q/ha și s-a majorat pînă la 14,8 q/ha la variantele N<sub>60</sub>P<sub>2,5-3,5-4,0</sub>K<sub>60</sub> un spor procentual maxim 46,3%. Aplicarea dozei 60 kgN/ha pe fondurile de fosfor 2,0-2,5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de sol au fost obținute recolte de la 13,7 q/ha pînă la 14,8 q/ha de semințe. Sporul s-a majorat seminificativ în condițiile de secetă puternică cu 34,9-46,3%. Majorarea de la 2,5 cu 0,5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de sol pînă la 4,0 mg de fosfor mobil au acționat nivelul recoltei.

Tabelul 3. Calitatea grâului de toamnă pe cernoziom carbonatic, al anului agricol 2017-2018

Varianta			Glutenul umed	IDG	Grupa de calitate	Masa a 1000 de boabe
Azot	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				g
kg/ha	mg/100 g sol	kg/ha	%	un.c.		
Martor absolut			21,7	90	II	28,7
120	2,0	60	31,2	102	III	31,5
120	2,5	60	29,6	86	II	30,5
120	3,5	60	29,6	101	III	32,7
120	4,0	60	31,2	98	II	32,9
0	3,5	60	20,3	76	II	33,5
30	3,5	60	29,2	67	I	30,8
60	3,5	60	26,9	96	II	32,0
90	3,5	60	28,2	94	II	31,8

## CONCLUZII

Depunerile atmosferice în anul agricol 2017-2018 au constituit 545 mm cu 114% mai mult față de media multianuală, temperatura aerului +12,8°C a fost mai ridicată cu +0,3°C. Lipsa precipitațiilor din lunile iulie-august au influențat direct asupra recoltei instaurând secetă puternică.

Mazărea boabe a avut cel mai mic nivel de recoltă 14 q/ha la martor. Fertilizarea în doză optimă 30 kgN/ha pe fond 3,5 mg de fosfor mobil a sporit nivelul pînă la 28%.

Recolta la grâul de toamnă la martor a fost 27,2 q/ha la varianta N<sub>120</sub>P<sub>3,5</sub>K<sub>60</sub> a crescut pînă la 75%. Conținutul de gluten umed a fost ridicat la martor 21,7%, variantele fertilizate 28,4-31,2%, IDG-ul la martor 90 un.c și 67-102 un.c la fertilizare. Grupa de calitate a II-a și a III-ea. MMB-ul a alcătuit la martor 28,7 g, crescând cu 1,8-4,2 g.

Porumbul pentru boabe a avut cel mai înalt nivel de recoltă la martor 50,8 q/ha, administrarea dozelor 120 kgN/ha pe toate fondurile de fosfor, au sporit recolta de la 14% pînă la 58%. Lipsa azotului pe fond de PK demonstrează, că porumbul este o plantă înalt consumătoare de azot.

Recolta florii-soarelui la martor a constituit 10,1 q/ha, aplicarea dozei 60 kgN/ha pe fondurile de fosfor 2,0-2,5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de sol a majorat recolta cu 35-46%.

## BIBLIOGRAFIE

- Andrieș S.V, Țiganoc V.I. (2004).** Fertilitatea efectivă a solurilor și necesarul Republicii Moldova în îngrășăminte minerale. In: Lucrările conferinței științifico-practice "Cultura plantelor de câmp-rezultate și perspective". Republica Moldova, Bălți. Tipogr. din Bălți, pp. 200-448.
- Anuarul Statistic al Republicii Moldova (2018).** Cultura plantelor. Chișinău: Tipografia Centrală, pp. 279-296, 469.
- Cerbari V. V. (2010).** Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. Chișinău: Pontos, pp. 376-475.
- Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor pe diferite tipuri de sol la culturile de câmp (2012).** Chișinău: Pontos. 68 p.
- Вайнберг Н.Л. (1980).** Удобрение полевых культур на почвах Молдавии. Кишинев: Штиинца. с. 168.
- Унтила П.И., Боничан Б.П. ш. а (1990).** Кэлэуза агрикулторулуй. Кишинэу: Картая Молдовеняскэ, п. 364.
- Унтила П.И. (1979).** Озимая пшеница в Молдавии. Кишинев: Картая Молдовеняскэ, с.135.

# COUNTRY ASSESSMENT ON PEOPLE CENTERED LAND GOVERNANCE

**Valentin CIUBOTARU**

Non-governmental Organisation BIOS, member of NES Moldova Platform  
11/1 Gheorghe Asachi str., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2009,  
e-mail: [ngobios@yahoo.com](mailto:ngobios@yahoo.com)

**Abstract.** *The adoption of the 2016-2021 Strategy of International Land Coalition (ILC) sets an unprecedented importance for ILC on bringing about transformation in land governance at country level. After the adoption of the Strategy by all ILC members in 2013, the 10 commitments for people-centred land governance (PCLG) have become the structure and inspiring principles by which ILC's efforts will be organised. In this context, through various approaches, ILC supports its members in promoting the PCLGs, mainly via the formulation and implementation of National Engagement Strategies (NES) in priority countries. The Country Assessment of the respective commitments was performed as a starting point for informed consultation and strategic decision making in order to benefit from this opportunity. The following commitments in priority areas of action were assessed: secure land rights, strong and small-scale farming systems, diverse tenure systems, equal land rights for women, secure territorial rights for Indigenous Peoples, locally-managed ecosystems, inclusive decision-making, transparent and accessible information, effective actions against land grabbing and protected land rights defenders. The commitments provide a benchmark in working towards the realisation of the Voluntary Guidelines for Responsible Governance of Tenure and other internationally agreed instruments. According to the assessment, Moldova has a functioning but limited framework for land governance and only partially are in line with 10 commitments for PCLG.*

**Key words:** ILC, land, governance, PCLG, commitments.

## INTRODUCTION

NGO BIOS became an ILC member in 2013. ILC collective goal as a network is to realise land governance for and with people at the country level, responding to the needs and protecting the rights of those who live on and from the land. To guide our individual and collective efforts to achieve land governance for and with people, ILC's members agreed on 10 commitments in priority areas of action: secure land rights, strong and small-scale farming systems, diverse tenure systems, equal land rights for women, secure territorial rights for Indigenous Peoples, locally-managed ecosystems, inclusive decision-making, transparent and accessible information, effective actions against land grabbing and protected land rights defenders. The commitments are an expression of our common vision, a guide ILC's work at all levels of action under our Strategy for 2016-2021. They are a compass for the work of ILC members, and they provide a useful focus to others with a transformative agenda on land rights.

Since its independence from the Soviet Union in August 1991, Moldova has taken significant steps to strengthen the legal and institutional framework for the transition of agriculture from a centralised to a market-oriented sector as part of the country's wider economic changes processes. However, changes to the legal framework and decisions made over this period have not succeeded in bringing about essential economic and social changes in agriculture and rural development.

The Study is based on assessment of the legal framework, publications, the land related materials, the findings of the relevant projects and reports of the development partners of Moldova.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The main laws that establish land policy in the Republic of Moldova are: the Constitution, the Land Code, the Civil Code, the Law on state land structure, state land cadastre and land monitoring, the Law on immovable property cadastre, the Law on normative price of

land and procedure of land purchase and sale, the Law on real estate formation, the Law on lease in agriculture, the Law on public property management and privatization, the Law on forest reclamation of degraded land and the Law on Lands in Public Property and its Demarcation, etc.

All Moldovan citizens enjoy the right to own private property. Land Code is outdated and stipulates unclear and non-transparent procedures for land allocation. The existing provisions are of declarative nature while the criteria and mechanisms of allocation are defined by a local advisory body. Their decisions tend to be discretionary and non-transparent. Likewise, the criteria for allocating land to gardening associations and secondary residencies are unclear.

The process of privatization of agricultural land took place in two stages between 1990 and 2001 years. As the result, being offered property titles, rural population received in private property plots of agricultural land. Although land plots were distributed fairly, most of the plots proved to be small, and the property - fragmented. The main achievements of the National Land Program were: the creation of an institutional framework of cadastral units, the establishment of a cadastral information system and the privatization of 98% of the agricultural land that was subject to privatization. Serious errors have been made regarding the interpretation and implementation of legislation that partially compromised agricultural reforms, the inadequacy of land allocated in kind with that indicated in the property title, and the problem-solving mechanism is missing. There is lack of pedagogical regulations, which leads to erroneous interpretation of land management, including soil degradation and environmental pollution.

The rural land market is less attractive, information on demand, offer and land transactions is lacking, the capital needed for agricultural modernization is missing, agricultural structures are weak, agricultural holdings are poorly competitive, and there are large surfaces of degraded land, etc. Possession and use rights and joint ownership of land are not regulated, which can result to violation of rights. The legal provisions for individuals' wanting to privatize their share of common property are not clear leading to difficulties in implementation. Ownership rights on agricultural and forest land are unclear in cases of "legal owners whose share capital does not include foreign investments". It is necessary to improve the existing legal framework according to international requirements.

Moldovan agricultural sector is composed of two major sub-sectors: corporate sector comprising large companies and the individual sector that includes peasant farms and household land in private property. The rural population involved in farming activities can be divided into three categories: (i) small, low-income small-scale farmers who cultivate their land and grow their own animals without the help of anyone with limited access to credit; (ii) small, medium and large rural entrepreneurs - "leaders" - who have consolidated the land in large fields and lease the land of rural residents, sometimes financially supported by investors; they are the major driver of economic development in rural areas, representing a significant part of employment (permanent and seasonal); (iii) rural residents who lease whole or part of their land to "leaders", they represent about 70% of rural residents and are not employed in agriculture.

Lack of specialists and of human capacities at local level, lack of transparency, disinformation due to mass media monopoly, small size of agricultural fields, fragmentation, lack of facilities for small farmers, limited commercial character of agricultural production significantly influences the income of agricultural producers, purchase capacity and their ability to invest in the real sector of the rural economy.

The land tenure typology has three main classes of ownership: state property (23,1%), property of LPAs (20,9%), and private property (56%). Currently over 76% of the agricultural production are the contribution of private holdings and only 26% are produced by state holders.

Moldovan citizens have free access throughout the forest for recreational purposes, crop free products of the forest for their own consumption unless the harvesting is carried out on sectors under the recreation or artificial, or from the specifically arranged places.

Water fund lands can be state public property, public property of the LPAs, or private property. Individuals and legal entities may become owners of ponds; construct water reservoirs, hydro-technical facilities, other facilities and channels located on private land. State-owned

enterprises may be awarded use rights and management obligations for land from the water fund, erecting constructions, other facilities in public property, based on the decision of the Government or the LPAs decisions.

Lack of delimitation causes conflicts contributing to the uncertainty of ownership for adjacent people and within public lands that carry out agricultural, grazing and forestry activities. The legal provisions regarding the administration of public property contain discrepancies related to the mandated public body that will sign the lease of state land and public property. The competences related to the management of private property held by the State, its use and its lease are defined in an ambiguous manner.

Public property records are kept by the Public Property Agency (PPA). Some of most important deficiencies related to public land management and reported by the PPA are: the illegal alienation of state land belonging to the state companies; the seizure of state real estate by tax authorities and their alienation in lieu of paying off debts, and cases where state land is used by companies undergoing bankruptcy to pay debts to creditors. Transfers of ownership and land use rights owned by the state follow a clear process, with collected income while the process is being monitored and accounted for. Trading public lands is done by public auction.

The mandates of some institutions are overlapping. Thus, some of the fields of activity of the Agency for Land Relations and Cadastre (ALRC) have been transmitted to other central public authorities, which at present do not have the competences and possibilities to administer them, which led to the blocking and creation of bureaucratic impediments. The reforms of the Government have led to the suspension of the activity of the state-owned enterprises, whose main activity is to solve the problems of the land.

The most important actions to ensure gender equality in the Republic of Moldova are the following: ratification of Convention on Elimination of all forms of Discrimination against Women (CEDAW) in 1994, ratification of the ILO Convention concerning Discrimination in Employment and Occupation in 1996 and the ILO Convention on Equal Remuneration, 1951. The National Programme for gender equality for the years 2010-2015, provides for a comprehensive approach to issues related to implementation of the principle of equality between women and men, and contains provisions designed to ensure implementation of the commitments assumed by our country by ratifying international instruments in the field of equal opportunities.

Despite these regulations, the progress in the area of ensuring gender equality is still slow. Based on the Concluding CEDAW Observations regarding Moldova, the Committee voiced its concern regarding the persistence of patriarchal attitudes and deeply rooted stereotypes on the roles and responsibilities of men and women in family and society. It is noted that such attitudes and stereotypes are the core causes of the (1) disadvantaged position of women in political and public life in the state-party; (2) violence against women in the state-party; and (3) gender segregation, as reflected in the educational choices of women and girls and the options for job selection. Violence against women in Moldova is serious and widespread. Commissioned by the UN in Moldova in 2011, the study Violence against Women in the Family conducted by the National Bureau of Statistics, found that 63 per cent of women experienced psychological, physical or sexual violence from their husband or partner and one in 10 experienced economic violence at least once. Rural, elderly and separated or divorced women had the highest rates of multiple types of violence.

According to the Recommendations on Indigenous Peoples' Rights, the Republic of Moldova should regularly consult with indigenous peoples on matters of interest to their communities, to support their rights to traditionally owned lands and A/HRC/WG.6/22/L.10 23 resources and to adopt measures to effectively protect sacred areas of indigenous peoples against environmental exploitation and degradation.

The Republic of Moldova is party to 18 international environmental conventions. Special units or offices have been set up, in order to organize and monitor the implementation of

international conventions and agreements, but international ratified conventions are not transposed into national laws.

The provisions of sustainable land use and management are included in the National Strategy on Environment for 2014-2023, The National Strategy on Agriculture and Rural Development for 2014-2020, Strategy on Biological Diversity for 2015-2020, National Strategy for Sustainable Development of the forestry sector for 2004-2020, The National Programme for Conservation and Enhancement of the Soils' Fertility for 2011-2020, Program of conservation agriculture for 2014-2020, The State Program of Forest Restoration and Forestation of the Forest Fund Land for 2003-2020, etc. Despite institutional strengthening, sustainable development has not yet emerged as a core principle of policy development in the country. The legal framework does not specifically lay out the responsibilities of the central public authorities regarding rural development issues nor does it set criteria for inter-institutional cooperation. There are two main potential sources of conflict in the way that rural issues are dealt with: a tendency to extensively interpret the core competence of each of these authorities and the availability and potential management of funding. On the other hand, as a result of the Structural Reform of the Government, the Ministry of Agriculture Regional Development and Environment is created instead of Ministry of Agriculture and Food Industry, Ministry of Environment and Ministry of Construction and Regional Development. Thus, there are conflict of interests within the same Ministry. There is lack of transparency in utilization of public funds for soil conservation and amelioration.

There are some Laws and Procedures to Facilitate Participatory Policymaking: Moldova joined the Open Government Partnership (OGP) in April 2012. There is no agency to co-ordinate the public consultation process. The Strategy for the Development of Civil Society in Moldova in 2012-2015 and the accompanying Action Plan provide for the creation of a separate body at the governmental level for co-operation with civil society. In practice, the Government appointed one person responsible for co-operation with civil society in the Department of Policy Co-ordination and Strategic Planning of the State Chancellery. Relations between the Parliament and civil society are governed by the Concept of Co-operation between Parliament and Civil Society, adopted by the Parliament Decision No. 373 of 29 December 2005. In 2010, the Government created the National Participation Council (NPC), a consultative body composed of 30 CSO representatives selected by the Government. However, the NPC mandate expired in 2014 and till now NPC did not work. The current legislation of the Republic of Moldova does not provide for public input in their development. Public input is not requested in the process of drafting and amending forest land use plans. In some cases, land policy decisions that affect certain communities are taken without consulting those affected. In addition, reporting on land policy implementation is sporadic and does not allow for significant progress monitoring in certain areas; where it does, the results are sometimes not publicly available.

Law No.239 on Transparency in the Decision-Making Process (2008) sets out standards and procedures on the involvement of citizens, associations and other concerned parties in the decision-making process both at the national and local level. According to the Law, the non-application of the rules on transparency constitutes a disciplinary sanction. Law no. 239 requires that government, regional and local authorities make publicly available detailed information on issues of large interest. This is not fully respected by first-level authorities (city and village level) because they lack adequate human and financial resources to publish the information.

The Government Decision No.188 of 2012 requires an increase in the level of transparency of public authorities and access to public information through official websites, and establishes mandatory minimum requirements for the official websites of public authorities. This includes the requirement to publish information about new policies, legislation, strategic documents, and reports on transparency in the decision-making process.

The Government created an open government portal, [www.particip.gov.md](http://www.particip.gov.md), where all drafts are published before adoption, to increase participation in decision-making. The Government and ministries publish the texts of draft laws and the corresponding informative

Notes on this site. Moreover, individual ministries' websites have a page dedicated to "decisional transparency" where draft laws are published for consultation. From the date of their publication, there is a deadline of 10-15 days for comments on draft legislation. In 2014, 10 out of 16 ministries published reports on decisional transparency. The ministries held consultations on 9% of draft laws in 2013 and on 14% in 2014. Local authorities held consultations on 24% of the documents they adopted in 2013 and on 33% in 2014.

Management of public lands is characterized by the lack of transparency and efficiency. The responsibilities are not clearly assigned resulting in institutional overlaps. The implementation of land policies needs to be transparent with publicly accessible and standardized monitoring procedures and progress reports. There is no legal framework directly dedicated to the large-scale acquisition of property rights over agricultural land in the Republic of Moldova. However, ALRC is a public body authorized by the Government to acquire land for investment and infrastructure purposes by means of expropriation. There are no data on large scale land acquisitions in the country. Widespread corruption, especially within the judicial sector, continued to be the most significant human rights problem during the year. The monopolization of local media, which allegedly served the interests of a few political figures, was an obstacle to freedom of expression and the availability of unbiased information.

## **CONCLUSIONS**

Moldova has a functioning but limited framework for land governance. In most cases, the legal framework does not provide a basis for conflict resolution. Overcoming and contradictory character of normative regulations in the field of land relations, lack of functional capacities of central authorities to quickly and efficiently adjust the legal framework; the lack of an efficient coordination in the process of drafting and adopting normative acts, as well as the lack of effective mechanisms for involving the population in decision making lead to erroneous interpretation of land legislation and its poor implementation. In addition, the implementation of laws is very problematic, often due to a lack of proper knowledge of the legal framework, policies, and strategies for the majority of farmers, a lack of political will to implement the legal base. The inadequacy of land allocated in kind with that indicated in the property titles led to the fact that many farmers do not have access to their own land, while conflict resolution mechanism is missing.

## **REFERENCES**

1. Constitution of the Republic of Moldova No.1 of 29.07.1994.
2. Land Code No. 828-XII of December 25, 1991.
3. Civil Code of the Republic of Moldova No. 1107 of 06.06.2002.
4. Law on public property of administrative and territorial units, No. 523-XIV of 16.07.1999.
5. Law on management and privatization of public property, No. 121-XVI of 04.05.2007.
6. Law on Public Property Lands and their Delimitation, No. 91-XVI of 05.04.2007.
7. Moldova Land Governance Assessment Framework (LGAF), Moldova, The World Bank, Final Report, 2014, 120 p. 93.
8. Environmental Strategy for the years 2014-2023 and of the Action Plan for its implementation, G.D. No. 301 of 24.04.2014.

# **ANALYTICAL STUDY OF LAND RIGHTS INFRINGEMENTS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA**

**Valentin CIUBOTARU, Nicolae CIUBOTARU**

Non-governmental Organization BIOS, member of NES Moldova Platform  
72/3 Columna str., office nr. 3, Chisinau, Republic of Moldova, MD-2012,  
e-mail: [ngobios@yahoo.com](mailto:ngobios@yahoo.com)

**Abstract.** *The Study was conducted in 2018-2019 within the National Engagement Strategy, supported by International Land Coalition. According to our study, there are over one million cases of land rights infringement. Thus, it is necessary to develop urgent actions to harmonise national policies with international ones, including to commitment of International Land Coalition: - Secure Tenure Rights: respect, protect and strengthen the land rights of women and men living in poverty. The Government and Development Partners support correction of the committed errors in land title deeds, however due to lack of conflict resolution mechanism for all types of errors, only some of them are corrected. The percentage of errors after their correction in some communities exceeds 50%. As a result of Governmental reform, the mandates of some institutions are overlapping. This inter-institutional arrangement results in a lack of clarity over implementation procedures.*

**Key words:** *land, rights, infringement, title, error.*

## **INTRODUCTION**

The agricultural sector has traditionally played a central role in country's economy. Since its independence in August 1991, Moldova has taken significant steps to strengthen its legal and institutional framework for transition of agriculture from a centralized to a market-oriented format, as part of country's wider economic change processes. However, changes in the legal framework and decisions taken over this period have not succeeded in bringing about essential economic and social changes in agriculture and rural development. According to the Human Development Report (UNDP, 2017), in Moldova the gap between absolute urban and rural poverty is significant – 19% of population living at poverty line in rural areas vs. 5% in urban areas. Currently, agriculture accounts for 10–12 percent of gross domestic product, and employs about 26–28 percent of the labor force. The average sector growth rate has been rather low over the last 28 years, mainly due to inadequacy of reforms, including the ones related to land tenure.

The land privatization program has laid the foundation for a new economy based on private ownership. According to the legal framework, all citizens of the Republic of Moldova have the right to private property. The right to land ownership in the Republic of Moldova was declared on 29 May 1991 by introducing the respective amendment in Art. 11 of the Constitution of the country. The Parliament approved on December 25, 1991 the new Land Code, which became a major piece of legislation to regulate land privatization. According to Land Code, more than 1.2 million people have acquired the right to private ownership of the land. The Government approved the National "Land" Program in 1998, (by Decision No. 1022 of 06.10.1998).

The goal of the Analytical Study was to evaluate to which extent in Moldova is respected the ILC Commitment - *Secure Tenure Rights*: respect, protect and strengthen the land rights of women and men living in poverty, ensuring that no one is deprived of the use and control of the land on which their well-being and human dignity depend, including through eviction, expulsion or exclusion, and with compulsory changes to tenure undertaken only in line with international law and standards on human rights. The Study was performed by NGO BIOS in July-November, 2018 and February-May, 2019 with farmers and local public administration in rural communities in framework of the National Engagement Strategy (NES Moldova).

## MATERIALS AND METHODS

The Study is based mainly on opinions and perceptions of beneficiaries. The following methods were used: semi-structured interviews, focus group discussions, SWOT analysis, transect walks, studying the land related materials and others. The Study was carried out on a sample of 212 people, 84 women and 128 men, a number of 70 communities being visited and from another 70 we received information; however, we did not visit them. The geographical location of businesses and respondents was also taken into account, so as to identify the views of those in the North, South and Centre. The obtained sociological results reflect the public opinion, real attitudes, appreciation, perceptions and wishes of the inhabitants from the survey area and may be used with a high degree of reliance.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

There are many cases of land rights infringement which exist in rural localities and the obtained results exceeded all our expectations (Table 1).

Table 1. Number of land owners who face land rights infringement problems in some communities

No	Community	Total number of land owners	The percentage of land rights infringement	Number of land owners who face land rights infringement problems
1	2	3	4	5
1	Tigheci, Leova district	1200	20%	240
2	Hanasenii Noi, Leova district	1300	70%	910
3	Filipeni, Leova district	3000	80%	2400
4	Antonesti, Cantemir district	780	4%	31
5	Sadova, Calarasi district	3000	80%	2400
6	Buteni, Hincesti district	2028	15%	304
7	Ciuciuleni, Hincesti district	3100	85%	2635
8	Miresti, Hincesti district	700	80%	560
9	Nemteni, Hincesti district	1115	25%	280
10	Rudi, Soroca district	800	100%	800
11	Darcauti, Soroca district	600	35%	210
12	Bulboci, Soroca district	1000	12%	210
13	Singerei Noi, Singerei district	1000	34%	340
14	Izvoare, Singerei district	440	22%	97
15	Bilicenii Noi, Singerei district	2000	40%	800
16	Coscodeni, Singerei district	2400	24%	576
17	Copaceni, Singerei district	1834	30%	550
18	Prepelita, Singerei district	3000	100%	3000
19	Cazangic, Leova district	612	7%	42
20	Colibabovca, Leova district	600	30%	180
21	Orac, Leova district	500	15%	75
22	Bujor, Hincesti district	1500	1%	15
23	Balciana, Hincesti district	900	3%	27
24	Stolniceni, Hincesti district	900	10%	90
25	Bravicea, Calarasi district	1400	100%	1400
26	Niscani, Calarasi district	1200	10%	120
27	Horodiste, Calarasi district	1800	25%	450
28	Jora de Mijloc, Orhei district	2977	40%	1191
29	Susleni, Orhei district	8000	25%	2000
30	Mitoc, Orhei district	1400	15%	210
31	Scoreni, Straseni district	1085	50%	542
32	Panasesti, Straseni district	2347	30%	704

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
33	Radeni, Straseni district	1600	30%	480
34	Sireti, Straseni district	3300	50%	1650
35	Pelinia, Drochia district	4500	30%	1350
36	Suri, Drochia district	3800	20%	760
37	Chetrosu, Drochia district	3200	15%	480
38	Popesti de Sus, Drochia district	1150	20%	230
39	Moara de Piatra, Drochia district	900	There were no massive measurements	800
40	Pervomaiscoe, Drochia district	1050		1000
41	Antoneuca, Drochia district	235		200
42	Baroncea, Drochia district	1222	20%	245
43	Popeasca, Stefan Voda district	Art 11 -1280	90%	1152
		Art 12 -1280	5%	64
44	Ermoclia, Stefan Voda district	Art 11 - 1400	0%	0
		Art 12 - 2000	20%	400
45	Cioburciu, Stefan Voda district	1200	20%	240
46	Antonesti, Stefan Voda district	1000	20%	200
47	Ciutesti, Nisporeni district	1600	5%	80
48	Varzaresti, Nisporeni district	Art 11 - 2000	5%	100
		Art 12 - 2100	50%	1050
49	Bursuc, Nisporeni district	247	14%	35
50	Cristesti, Nisporeni district	600	25%	150
51	Baurci-Moldoveni, Cahul district	700	10%	70
52	Rosu, Cahul district	2000	15%	300
53	Manta, Cahul district	1200	20%	240
54	Valeni, Cahul district	2674	10%	267
55	Capaclia, Cantemir district	Art 11 - 400	100%	400
		Art 12 - 532	0%	0
56	Porumbesti, Cantemir district	700	10%	70
57	Tiganca, Cantemir district	1055	10%	105
58	Gotesti, Cantemir district	1465	5%	73
59	Pirlita, Ungheni district	4000	10%	400
60	Todiresi, Ungheni district	2800	14%	200
61	Busila, Ungheni district	1000	40%	400
62	Chirileni, Ungheni district	990	10%	99
63	Batir, Cimislia district	2140	10%	214
64	Selemet, Cimislia district	1600	45%	720
65	Mihailovca, Cimislia district	860	5%	43
66	Gradiste, Ungheni district	1890	10%	189
67	Criuleni city	4000	40%	400
68	Boscana, Criuleni district	Art 11 - 1400	15%	210
		Art 12 - 600	5%	30
69	Magdacesti, Criuleni district	1200	15%	180
70	Drasliceni, Criuleni district	1107	50%	555
	<b>Total:</b>	<b>124,495</b>	-	<b>39,220</b>

The average percentage of land rights infringement in 70 visited communities is 31,5%. According to our analyses, only in 15% of land rights infringement identified in interviews in visited communities correspond to the information presented of LPAs to district authorities; in the rest of the communities these differ substantially (Table 2).

Table 2. Comparable analyses of land owners who face land rights infringement problems in some localities

No	Community	Number of land-owners	Land rights infringement, %		Number of land owners who have land rights infringement problems	
			Based on interviews	Based on information presented by LPA	Based on interviews	Based on information presented by LPA
1	Tigheci, Leova district	1200	20	1,5	240	18
2	Hanasenii Noi, Leova district	1300	70	31	910	403
3	Filipeni, Leova district	3000	80	41	2400	1230
4	Miresti, Hincesti district	700	80	77	560	539
5	Rudi, Soroca district	800	100	24	800	192
6	Darcauti, Soroca district	600	35	12	210	72
7	Bilicenii Noi, Singerei district	2000	40	20	800	400
8	Copaceni, Singerei district	1834	30	5	550	92
9	Prepelita, Singerei district	3000	100	6	3000	180
10	Cazangic, Leova district	612	7	4	42	25
11	Colibabovca, Leova district	600	30	4	180	24
12	Orac, Leova district	500	15	4	75	20
13	Balciana, Hincesti district	900	3	3	27	27
14	Stolniceni, Hincesti district	900	10	3	90	27
15	Pelinia, Drochia district	4500	30	13	1350	585
16	Suri, Drochia district	3800	20	10	760	380
17	Moara de Piatra, Drochia district	900	90	13	810	117
<b>The average</b>		<b>27,146</b>	-	-	<b>12,804</b>	<b>331 4,331</b>

Thus, in selected 17 communities the average percentage of land rights infringement based on interviews of visited communities is 3 times higher as compared to information submitted by LPAs to district authorities.

Many LPAs reported that they had no cases of land rights infringement. We evaluated these data and found different errors in the cadastral maps of the respective localities, including the facts that the agricultural land was placed partially on the forest belts, roads, ponds, forests, etc. So, these are clear cases that representatives of LPAs are not aware of the real situation in their own communities.

Based on above mentioned data, the approximate number of cases of land rights infringement on the entire territory of Moldova could be calculated. Thus, there are 914 communes in the Republic of Moldova. There are about 3.99 million properties of different kinds of agricultural land (article 12 and 11 of the Land Code). Minimum cases of land rights infringement are about 1 million (30 % of the number of land plots).

Most errors committed during land privatization can be divided into the following main types of errors: a. at the level of Territorial Administrative Units, b. in geodesy measurements, c. design errors, d. spelling errors when creating title deeds for owners, e. errors related to the lack of access to private property and f. other (more specific errors or cases). In many communities the initial list of landowners was preserved, while in others it was lost, making it difficult to correct mistakes.

## CONCLUSIONS

The Analytical Study shows that there is a vast multitude of cases of land rights infringement in the Republic of Moldova. Thus, there are at least one million cases of land rights infringement. There is lack of conflict resolution mechanism for all types of errors, only some of them are corrected. The mandates of some institutions are overlapping, which results in a lack of clarity over implementation procedures. Only about 10% of the Local Public Administration representatives know the real situation related to land rights infringement in their own communities. There is a lack of knowledge within many LPAs regarding the procedure for registration, inheritance, sale / purchase of land. In some mayoralties, computers are old and do not have Internet access. Thus, cadastre engineers cannot use the Cadastre database in order to identify problems and solutions of land rights infringement.

It is utterly essential that this study was done before implementation of the World Bank Land Registration and Property Valuation Project for Moldova, since the Project could use the Study quantitative and qualitative data and solve the problem easier and to a greater extent.

## REFERENCES

**National Human Development Report** 2015/2016 “Inequalities and sustainable human development in Moldova”, UNDP Moldova and IDIS “Viitorul”. Chisinau, 155 p.

# **BACKGROUND ZINC CONTENT IN SOILS OF THE SOUTHERN PART OF THE EAST EUROPEAN PLAIN**

**Maxim V. DABAKHOV, Elena V. DABAKHOVA, Galina L. DEGTARENKO**

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy,  
97 Gagarin ave., Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107  
e-mail: mvd1969@yandex.ru

***Abstract.*** During the study of the soil cover of the southern part of the East European plain, data on the background content of zinc in the zonal soils of the region were obtained. It was revealed that the average content of this element in the soils of forest-steppe and steppe zones is in a narrow range of 37-45 mg/kg, regardless of the taxonomic affiliation of the formed soil unites. The anthropogenic impact on the concentration of zinc in the upper humus horizon is rather weak and limited to agricultural land use, which probably caused the leveling of the background content of the element over large areas.

***Key words:*** chernozem, background concentration, zinc content, soil contamination

## **INTRODUCTION**

In a large number of scientific papers on ecogeochemical topics, zinc is one of the most mentioned elements [1]. This fact is mainly related to the potential danger that increased concentrations of this element pose to the environment. As is known, the existing standards in Russia refers zinc to the group of highly hazardous elements [2], which also includes arsenic, cadmium, mercury and lead.

Although the presence of zinc in this group should be discussed, given the biological significance of this element and the availability of mechanisms to ensure the stability of the soil cover to pollution [1], it should be noted that its concentration is included in the list of indicators, the control of which is mandatory for environmental monitoring of the soil cover, sanitary and hygienic studies, environmental engineering research for construction [6, 7, 9, 10].

The standard way to assess the accumulation of elements and their compounds in environmental objects is to compare with a natural value.

From the geochemical point of view, the approach to the assessment of soil pollution using the background element concentrations is quite reasonable and rational. However, as a rule, the estimation is made on the basis of background values recommended by normative documents. Thus, in SP 11-102-97 "Environmental engineering research for construction" background concentration for zinc in chernozems is recommended to be taken into account at the level of 68 mg/kg, gray forest soils – 60 mg/kg [10].

At the same time, it is obvious that the chemical composition of soils has regional characteristics determined by a specific geochemical situation, and even at a relatively short distance between examined plots can vary widely. However, despite the fact that the study of the geochemical background of elements started in the 50s of the last century, published data on the basis of which it is possible to establish the regional background of elements in soils, taking into account their genetic characteristics, is not enough.

As an example of such works it is possible to point to the work of V.A. Kovda et al. [5], who made the first generalization about the content of zinc and other trace elements in soils and parent materials of the USSR. Similar work conducted by Saet Y.E. et al. [8], Zyrin N.G., Zborischuk U.N. and some other authors [3, 4], who, based on own research and literature data indicated regional geochemical peculiarities of soils.

The existence of extensive disparate databases obtained in the course of engineering and environmental research of soil cover at construction sites also should be taken into account. However, the access to these institutional bases is limited and also suffers from the lack of a unified methodological approach to the development of the research program.

In general, it can be stated that at present there is an acute shortage of information on the regional background content of elements in the soil, taking into account the heterogeneity of the soil cover, which makes it difficult to geochemical characterization of landscapes in conditions of more or less intensive technogenic metal inflow.

The following tasks were set:

- investigation of spatial distribution of zinc taking into account heterogeneity of soil cover;
- determination of regional background zinc content in soils of forest-steppe and steppe zones of the southern part of the East European plain in the most common soil unites;
- identification of features and regularities of zinc distribution within the 1200 km route crossing the forest-steppe and steppe zones within the southern part of the East European plain.

## MATERIALS AND METHODS

In the course of the study, samples were taken along the route from  $10 \times 10 \text{ m}^2$  sites placed on typical site-specific landscape elements located at a distance of about 2.0-3.0 km from each other. The total number of sites – 433. Sampling was carried out from the upper humus horizon. The beginning of the route is located on the border of Ryazan and Tambov regions. Further sampling was carried out from the South-West direction, crossing Orel, Lipetsk, Kursk and Belgorod regions.

The zonal soils identified in the study are shown in table 1. Almost all investigated soils are characterized by loamy granulometric composition.

The selected samples were used to determine the zinc content in the extract of 5M  $\text{HNO}_3$  by atomic absorption method,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  and organic carbon content (Tyurin method).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

In the course of researches the characteristic of zinc content in soil cover of the territories which are not subject to direct influence of sources of pollution by this element was received (tab. 1).

The obtained data indicate that the investigated area has a significant variability of the reaction of the soil acidity and the content of organic carbon (humus), which are considered as the main factors determining the formation of a geochemical barrier on the way of metalsmigration.

While you might expect that areas with soils having high humus content and neutral or close to neutral pH, will correspond to higher values for background zinc content. This situation is usually more expressed in areas experiencing intensive anthropogenic load.

The study area is characterized by a very significant population density, developed transport network, as well as the presence of large industrial facilities that are sources of soil contamination by hazardous elements, including zinc. However, the obtained results allow us to state the absence of elevated zinc concentrations due to technogenic factors. The variation of the content of the element occurs within rather narrow limits.

In fact, technogenesis as a factor in the accumulation of zinc in the soil is not significant and the balance of the element is formed mainly by the stock contained in the parent material and accumulated in the humus horizon due to bioconcentration. Anthropogenic impacts appear to be limited to agricultural land use.

Another feature of the geochemical background of the area is the absence of differences between soil types and subtypes in the level of zinc content. The exception is the area to which the spread of light gray forest soils is confined. However, this fact is due to their lighter granulometric composition (light loam) than in the rest of the territory, where medium and heavy loams are more usual.

Table.1 Background of Zn concentration in soils

Soils	Number of sites	ppm			
		Average	Max	Min	Median
Light-grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i> *	12	17	31	2.6	17
Grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i>	36	37	56	2.3	41
Dark-grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i>	60	39	53	35	39
Chernozemspodzolized <i>Luvic Phaeozems Albic</i>	11	43	51	33	44
Chernozems leached <i>Voronic Chernozems Pachic</i>	247	42	58	7.2	42
Chernozems typical <i>Voronic Chernozems Pachic</i>	63	45	56	34	45

\*World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 2006.

Table.2 Soil acidity and the content of organic carbon in soils

Soils	P <sub>H<sub>KCl</sub></sub>				C <sub>org</sub> , %			
	Average	Max	Min	Median	Average	Max	Min	Median
Light-grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i>	3.96	4.56	3.14	3.95	1.86	2.50	1.40	1.80
Grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i>	5.00	6.31	4.05	5.09	4.64	7.30	1.40	5.60
Dark-grey forest <i>Greyic Phaeozems Albic</i>	6.11	7.00	5.07	6.00	4.78	7.10	2.30	5.00
Chernozemspodzolized <i>Luvic Phaeozems Albic</i>	5.85	6.76	5.23	5.70	6.48	7.50	5.20	6.70
Chernozems leached <i>Voronic Chernozems Pachic</i>	5.96	7.30	5.00	6.00	5.41	9.80	1.20	5.40
Chernozems typical <i>Voronic Chernozems Pachic</i>	6.16	6.90	4.80	6.20	5.45	7.30	3.70	5.40

The weak influence of regional conditions on the formation of background zinc content in soils is emphasized by the almost complete coincidence of the mean and median content of the element in the soil. At the same time, it is likely that the weak variability of the background is due to the fact that the study area for a long period (hundreds of years) is used in agricultural production in the conditions of monotony of applied agricultural technologies, which contributed to the alignment of the geochemical background.

## CONCLUSIONS

The studies revealed that the average background content of zinc in different types and subtypes of soils of forest-steppe and steppe zones of the South East European plain varies in a narrow range 37-45 mg/kg. Anthropogenic impact has little effect on the variability in the accumulation of zinc. At the same time, long-term agricultural use of land in this area, apparently, contributed to the equalization of the element content in the soil, regardless of the values of the basic soil characteristics and taxonomic belonging of soil unites.

## REFERENCES

1. **Vodianinskii U.N. (2012).** Standards of heavy metals and metalloids in soils. Pochvovedenie, N3, pp.368-375.
2. **GOST 17.4.1.02-83.** Environment protection. Soils. Classification of chemical elements for contamination control.
3. **Zborischuk U.N., Zyrin N.G. (1974).** Average content of B, Mn, Cu, Co, Zn, Mo and I in soils of European part of USSR. Agrochemistry, N3. Pp 88-94.
4. **Impact soil contamination** by metals and fluorides (Ed. N.G.Zyrin, S.G. Malakhov, N.V.Stasiuk). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 165 p.
5. **Kovda V.A., Iakushevskaya I.V., Turukanova A.N. (1959).** Microelements in soils of Soviet Union. M.: MGU, 1959. 67 p.
6. **Motuzova G.V. (2001).** Soil chemical environmental monitoring. M. 86 p.
7. MU2.1.7.730-99 Hygienic assessment of soil quality of inhabited places.-Ministry Of Health Of Russia, Moscow, 1999.
8. **Saet U.E., Revich B.A., Ianin E.P. (1990).** Geochemistry of environment. M.: «Nedra». 335 p.
9. **SanPiN 2.1.7.1287-03.** Sanitary and epidemiological requirements for soil quality. 2003.
10. **SP 11-102-97.** Environmental engineering research for construction.1997.
11. **World reference base for soil resources.** A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 2006

# АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Елена ДРОЗД<sup>1,2</sup>, Оксана НАЙДЁНОВА<sup>1</sup>, Дмитрий ДЯДИН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный научный центр "Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского", ул. Чайковская, 4, г. Харьков, 61024, Украина

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова  
ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харьков, 61002, Украина  
e-mail: elena\_drozd@ukr.net, oksana\_naydyonova@ukr.net, dmdyadin@gmail.com

**Abstract.** Studies have been carried out to determine the agroecological state of ordinary chernozem on the territory of an oil well borehole recultivated before 1994. The parameters of agrophysical, physicochemical, chemical, microbiological and biochemical parameters of reclaimed soils are determined. A comparative assessment of the state of microflora of the soil at selected points in terms of abundance, structure and functioning of microbial cenoses is given. The deviation of the majority of the studied soil indices at various observation points from the background soil characteristics in an unfavorable direction, a decrease in biological activity was established. The expediency of using the complex of the most informative physical, physicochemical, chemical, microbiological and biochemical indicators for the reliable assessment of the agroecological state of reclaimed soils contaminated when drilling oil and gas wells is shown.

**Key words:** soil, oil and gas production, reclamation, pollution, biological indicators, microbial cenosis of the soil, enzymatic activity of the soil, phytotoxic activity of the soil.

## ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой составляющей устойчивого развития является экологически безопасное землепользование, которое основывается на способности почв сохранять свои экологические функции при внешнем воздействии антропогенных факторов. Разработка нефтегазовых месторождений обуславливает значительную техногенную нагрузку на компоненты окружающей среды и относится к перечню экологически опасных видов деятельности как в Украине, так и в мире (Журавель, 2017). Основная часть нефтегазодобывающих промыслов Украины расположена на сельскохозяйственных землях в зоне распространения чернозёмных почв. К примеру, на территории одной только Полтавской области, где 92 % всех пахотных земель представлены различными видами чернозёмов, площади участков нефтегазодобычи составляют в общей сложности почти 16,4 тыс. км<sup>2</sup>, т.е. 57 % от общей площади области.

Научными исследованиями доказано, что геохимическая трансформация почв начинается уже на стадии строительства буровых площадок. Среди основных факторов – коренное изменение морфологического строения профиля почвы, уплотнение в процессе рекультивации, образование значительного количества жидких и твердых отходов строительства скважин, содержащих широкий спектр разнообразных по составу и свойствам компонентов, в том числе экотоксикантов, применение поликомпонентных буровых растворов и т.д. (Журавель, 2017). Характер их воздействия на геохимический состав почв может вызывать формирование сложных геохимических ореолов. В пределах одного поля, зачастую, сосредоточено несколько участков нефтегазодобычи разного периода и качества эксплуатации и рекультивации, что обуславливает формирование отдельных пятен различной площади и конфигурации среди чернозёмных почв искажается на продуктивности всего агроландшафта.

Необходимость мониторинга состояния почвенного покрова на территориях деятельности нефтегазодобывающих предприятий в Украине определена на законодательном уровне и возникает в связи с требованиями к рекультивации нарушенных земель на участках строительства скважин и прокладки трубопроводов.

Согласно ныне существующей системы, оценка состояния почвы рекультивированной площадки 2 – 3 га в большинстве случаев проводится по результатам определения почвенных параметров в одной точке или в смешанной пробе согласно ограниченному перечню индикаторов мониторинга. Такой подход не позволяет учитывать специфику остаточного загрязнения рекультивированных площадок, в зоне воздействия которых зачастую располагаются новые скважины нефтегазодобычи, и объективно характеризовать реальное состояние почв, степень реализации почвенных функций и услуг. Масштабность воздействия процессов добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья на почвенный покров и высокая степень экологической опасности этих процессов обуславливает необходимость научно обоснованных систем наблюдений за состоянием почв.

Учитывая, что сроки освоения каждого месторождения составляют от 10 до 30 лет, а иногда и больше, необходимо применение системы регулярных детальных наблюдений, позволяющих выявлять тенденции изменений и прогнозировать состояние почв.

Цель исследований – оценить агроэкологическое состояние чернозёма обыкновенного на территории буровой площадки нефтедобывающей скважины, рекультивированной до 1994 года, используя комплекс физических, физико-химических, химических, биохимических и микробиологических показателей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в течение пяти лет на участке расположения скважины № 23 в Полтавской области на территории Игнатовского месторождения. Скважина интенсивно эксплуатировалась в 80-е гг. прошлого века. В дальнейшем была проведена её консервация и рекультивационные работы. Исследуемая почва – чернозём обыкновенный среднесуглинистый на лёссе. Определённая степень трансформированности почв подтверждалась визуально и по спутниковым снимкам участка.

В качестве индикаторов техногенного изменения агроэкологического состояния чернозёма обыкновенного нами были выбраны следующие показатели почвы: агрофизические, физико-химические, химические, микробиологические и биохимические. В пределах рекультивированной площадки на площади 3,6 га ( $200 \times 180$  м) были заложены 32 точки исследования, расположенные равномерной сеткой в шахматном порядке. Состояние нерекультивированной (фоновой) почвы определяли в трёх точках на расстоянии 800 м от устья скважины юго-западнее бывшей буровой площадки на пашне за пределами возможного влияния от бурения (рис. 1).

Определение параметров агрофизических, физико-химических, химических показателей почвы проводили в индивидуальных пробах, отобранных в каждой точке с глубины 0 – 30 и 30 – 60 см. Исследование почвенных показателей включало определение плотности сложения почвы (ДСТУ ISO 11272: 2001) и измерения плотности с помощью penetрометра While Soil с поверхности до глубины 60 см, катионно-анионного состава водной вытяжки (ДСТУ 7844, ДСТУ 7861, ДСТУ 7908, ДСТУ 7909, ДСТУ 7945, ДСТУ 8346), состава поглощённых катионов (ММВ 31-497058-007-2005), содержания карбонатов кальция (МВЗ 31-497058-021-2005), общего содержания гумуса (ДСТУ 4289) и его группового состава, подвижных форм микроэлементов (методом атомно-адсорбционной спектрометрии (ДСТУ 4770.1-4770.9), валового содержания химических элементов (рентген-флюорисцентный методом).

Микробиологические и биохимические исследования проводили в четырёх пробах рекультивированной почвы, отобранных из слоя 0 – 25 см в точках №№ 3, 17, 18, 21 в пределах бывшей буровой площадки и пробе аналогичной фоновой почвы. Выбор точек для микробиологических исследований обусловливался различным уровнем загрязнения почвы компонентами бурового раствора, установленным на предыдущих этапах исследований.

Численность микроорганизмов основных эколого-функциональных групп определяли методом микробиологического посева на твёрдые агариизованные питательные среды (ДСТУ 7847:2015); показатели минерализации-иммобилизации азота (Мищустин, 1975), олиготрофности микробного ценоза (Аристовская, 1977) и коэффициент микробной трансформации органического вещества почвы (МТОВП) (Муха, 1980), характеризующие интенсивность минерализационных процессов и трофический режим почвы, – по соотношению отдельных групп микроорганизмов; суммарный биологический показатель (СБП) и показатель биологической деградации (ПБД) – методом относительных величин (Ацци, 1959); ферментативную активность почвы фотоколориметрическими методами (инвертазную (Звягинцев и др., 1980), дегидрогеназную – методом А.Ш. Галстяна (Хазиев, 1976), полифенолоксидазную по Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловской (1986)); токсичность почвы определяли методом почвенных пластин и методом замачивания семян в водной вытяжке из почвы (Звягинцев и др., 1980).

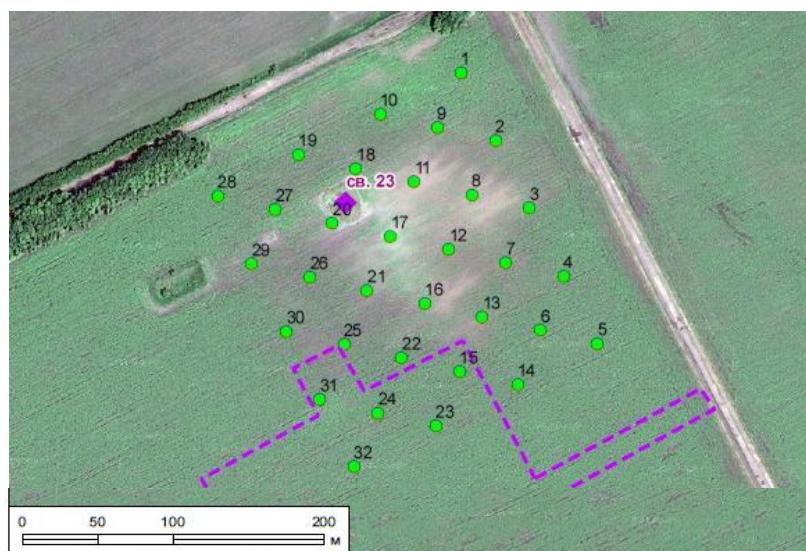


Рисунок 1. Расположение точек отбора проб рекультивированной почвы для определения параметров физических, физико-химических, химических показателей (точки №№ 1 – 32) и для микробиологических и биохимических исследований (точки №№ 3, 17, 18, 21)

Достоверность полученных в ходе исследований данных оценивали с применением дисперсионного анализа, используя стандартный пакет программ «Statistica 6.0».

Состояние микробных сообществ оценивали с учётом численности микроорганизмов основных эколого-функциональных групп согласно разработанной нами ранее шкале (Найдёнова, 2010). Итоговое оценивание состояния микробных ценозов почвы проводили с использованием интегрированного показателя биологического состояния почвы (ИПБС) (Колесников и др., 2001; 2013).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Научными исследованиями установлено, что образованные в процессе рекультивации техногенные почвы можно рассматривать как почвы-аналоги, которые стремятся по всем законам эволюции почв вернуться к исходному состоянию (Етеревская, 1996). Проведенное нами исследование морфологического строения профиля рекультивированного чернозёма обыкновенного показало, что в последствии рекультивации его восстановление не наблюдается. В результате ежегодной сельскохозяйственной обработки образуется окультуренный пахотный слой, который становится однородным по структуре и окраске, при этом характерным является вскипание от 10 % HCl с поверхности. Под ним залегает преобразованный горизонт (30 – 75 см), состоящий из набора частиц, отличающихся друг от друга составом и размером

фрагментов исходных генетических горизонтов, очень неоднородный по окраске, составу и структуре, очень плотный. Ниже располагаются горизонты, не подвергавшиеся воздействию и сохраняющие природное строение.

Плотность сложения в пахотном слое фоновой почвы составляла  $1,2 - 1,3 \text{ г}/\text{см}^3$ , при этом в рекультивированной почве этот показатель в среднем составлял  $1,4 \text{ г}/\text{см}^3$ . Зоны повышенной уплотнённости наблюдались вблизи устья скважины (в точках №№ 18 и 20 и западной части площадки в направлении шлейфа к амбару (точка № 29). В слое 30 – 60 см, который при строительстве и эксплуатации скважины фактически подстипал поверхность, а в процессе рекультивации на этапе планирования дополнительно уплотнялся тяжёлой техникой, плотность сложения рекультивированных почв была значительно выше и составляла в среднем  $1,6 - 1,7 \text{ г}/\text{см}^3$ . В центре площадке чётко выделялась зона с высоким уплотнением – в точках №№ 12, 16, 22.

Исследование катионно-анионного состава водной вытяжки показало, что почвы рекультивированного и фонового участков являются не засоленными, состав солей сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый. При этом содержание анионов  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$  в профиле рекультивированной почвы было существенно (в 3 – 5 раз) выше, чем в профиле фоновой почвы, а содержание катиона  $\text{Ca}^{2+}$  в пробе точки 17 рекультивированной почвы в 1,5-2 раза выше, чем в фоновой. Реакция почвенного раствора в пробах рекультивированной почвы колебалась в пределах 7,8 – 7,9 при 6,4 – 7,4 в фоновой. Содержание карбонатов кальция в пахотном слое рекультивированной почвы составляло около 4 % (при 0,2 – 0,3 % в пахотном слое фоновой почвы), распределение карбонатов ниже по профилю рекультивированной почвы было неоднородным без видимых закономерностей.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы рекультивированного и фонового участков существенно не отличалось и составляло 4,4 – 4,8. Тип гумуса – гуматный, степень гумификации органического вещества – очень высокая.

Рекультивированный участок характеризовался высокой неоднородностью валовых концентраций химических элементов в профиле почвы. С глубиной наблюдалось уменьшение степени вариации. Высокие значения коэффициентов вариации характерны для Ag, Ba, Pb, Ca, Mo. Приведенная группа металлов является типичной составляющей буровых растворов, как в качестве основных компонентов (Ba, Ca), так и в виде примесей (Pb, Mo, Ag). Очевидно, что причиной неоднородности их распределения в почве рекультивированного участка является неравномерность расположения локальных источников их поступления в почву – мест складирования концентратов для изготовления буровых растворов, буровых амбаров и т.п. Повышенные концентрации бария, свинца, серебра и цинка наблюдались в почвенном слое 0 – 30 см и с глубиной их содержание существенно снижалось. Очаг аномального содержания большинства металлов выявлен в центральной части рекультивированного участка и сконцентрирован преимущественно в области точек №№ 16, 17, 21. Точкой с наиболее высокими аномальными концентрациями металлов во всех исследуемых горизонтах является точка № 17. Определение подвижных форм тяжёлых металлов показало, что превышение установленных нормативов в большинстве исследованных проб наблюдалось по содержанию Pb (в 19 раз в пахотном слое) и Zn (в 3 раза в пахотном слое).

Микробиологические исследования показали, что численность микроорганизмов практически всех исследуемых групп в пробах рекультивированной почвы, отобранных на всех контрольных точках, была ниже, чем в пробах фоновой почвы, за исключением численности бактерий, усваивающих органические соединения азота (табл. 1). Существенной разницы между численностью этой группы микроорганизмов в пробах фоновой и рекультивированной почвы, отобранных в точках №№ 3 и 21, не обнаружено. В пробах почвы точек №№ 17 и 18 количество бактерий этой группы превышало их содержание в фоновой почве на 36 % и 84 % соответственно. Повышенная численность бактерий этой группы может быть обусловлена наличием подвижных форм тяжёлых

металлов в дозах, оказывающих стимулирующий эффект, которые также были обнаружены в почве, отобранный в точке № 17, а также развитием резистентных форм бактерий.

Таблица 1. Численность микроорганизмов основных эколого-трофических таксономических групп и показатели, характеризующие функциональное состояние микробных ценозов, в образцах фоновой и рекультивированной почвы

Точки отбора проб	Количество микроорганизмов, млн. (грибы – тыс.) КОЕ в 1 г сухой почвы							Показатели				
	Микроорганизмы, усваивающие азот		Актино-номицеты	Грибы	Олиго-трофы	Эвтро-фи	олиготрофности	минерализации	МТОВП	СБП, %	ПБД, %	
	органический	минеральный										
		всего										
Фон	14,27	49,63	35,28	14,35	25,61	37,60	63,93	0,59	3,48	18,37	89	0
№ 3	13,89	27,65	17,90	9,75	10,00	26,37	41,55	0,63	1,99	20,87	54	-34
№ 17	19,41	26,16	15,81	10,35	17,52	23,68	45,59	0,52	1,35	33,81	65	-20
№ 18	26,29	40,45	27,79	12,66	10,96	30,74	66,75	0,46	1,54	43,38	77	-2
№ 21	16,32	33,56	23,40	10,16	8,99	24,82	49,89	0,50	2,06	24,26	66	-29
HCP <sub>0,05</sub>	3,64	9,35	–	3,51	7,24	8,62	–	–	–	–	–	–

Численность микроорганизмов остальных групп в пробах рекультивированной почвы значительно уступала показателям фоновой почвы. Так, численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, в пробах почвы точек №№ 3, 17 и 21 была ниже на 44 %, 47 % и 32 % соответственно. Существенной была разница и в численности актиномицетов в пробах этих точек и пробах фоновой почвы: в пробе точки № 3 количество актиномицетов было меньшим на 32 %, № 17 – на 28 %, № 21 – на 29 %. Известно, что актиномицеты являются индикаторами загрязнения почвы тяжелыми металлами, и, возможно, их угнетение обусловлено именно этим фактором. Численность микромицетов в пробах всех исследуемых точек рекультивированной почвы была значительно ниже, чем в фоновой почве, а наименьшее количество грибов выявлено в пробе точки № 21 – на 65 % ниже, чем в пробе фоновой почвы. Количество олиготрофов в точках №№ 3, 17 и 21 было меньшим, чем в фоновой почве, на 30, 37 и 34%.

Важными биодиагностическими показателями состояния почв, загрязнённых нефтью и сопутствующими её добыче поллютантами, является численность бактерий рода *Azotobacter* и углеводородокисляющих бактерий. Численность азотобактера была высокой во всех исследуемых пробах. Почва исследуемого участка не была загрязнена нефтью, максимальное количество углеводородокисляющих бактерий было обнаружено в фоновой почве, а в почве исследуемых точек оно было ниже в 2 – 16 раз.

Для нормального функционирования почв важными являются не только численность различных групп микроорганизмов, но и их соотношение. Показатель олиготрофности имеет значение меньше единицы, что свидетельствует о достаточной обеспеченности почвы доступными питательными веществами (см. табл. 1). Несколько ниже были значения показателей минерализации, рассчитанные для рекультивированной почвы, что отражает направленность микробиологических процессов в сторону сохранения запасов органического вещества. Об этом свидетельствует и коэффициент МТОВП, значения которого для всех исследуемых точек рекультивированной почвы были более высокими, чем для фоновой почвы. Максимальное значение коэффициента МТОВП зафиксировано для пробы почвы в точке № 18, в которой численность микроорганизмов почти всех групп, исключая грибы, достоверно не отличалась или превышала их численность в фоновой почве.

Максимальное значение СБП определено для фоновой почвы (см. табл. 1). Небольшое отклонение от показателя фона в сторону ухудшения отмечено для почвы точки № 18. Несколько большие отклонения (на 27 и 26 %) рассчитаны для почвы точек №№ 17 и 21. Наиболее угнетённым относительно фоновой почвы (на 39 %) оказался микробный ценоз почвы в точке № 3. Согласно значениям ПБД, почва в точке № 18 считается недеградированной, в точках №№ 17 и 21 – слабо деградированной, № 3 – средней степени деградации.

Важным показателем биологической активности почвы является её ферментативная активность, тесно коррелирующая с её плодородием. Среди показателей ферментативной активности только инвертазная активность в образцах рекультивированной почвы оказалась сниженной. Во всех точках рекультивированной почвы, кроме точки № 3, она была ниже, чем в фоновой почве. Более низкий уровень активности фермента в пробах почвы в точках №№ 17, 18, 21, вероятно, связан с повышенным содержанием тяжёлых металлов, что согласуется с многочисленными литературными данными, согласно которым именно инвертазная активность наиболее чутко реагирует на загрязнение ими почв (Колесников и др., 2001). В точках №№ 17 и 21 выявлены повышенные концентрации как подвижных, так и прочносвязанных и валовых форм тяжёлых металлов. Так, в точке № 21 в 2013 году содержание подвижных форм свинца составило 74,24 мг/кг, что в 37 раз превышает ПДК и в 148 раз превышает фоновое содержание. Самый высокий уровень полиэлементного загрязнения почвы констатирован в точке № 17.

Результаты определения фитотоксической активности почвы методами почвенных пластин и почвенных вытяжек с использованием в качестве тест-культуры семян кукурузы показали подавление роста корешков и ростков проростков. Пробы почвы точек №№ 3 и 17 оказали заметное токсичное воздействие на проростки кукурузы. Итоговая оценка состояния почвы в исследуемых точках по показателю ИПБС показала снижение его значений на 15 и 14 % в точках №№ 3 и 17, что согласно разработанным Колесниковым с соавт. градациям (2001, 2013), соответствует слабой степени деградации почвы по микробиологическим свойствам и нарушению экологических функций. Отклонение ИПБС почвы в точках №№ 18 и 21 составило 8 и 9 % – почва в этих точках является недеградированной.

## ВЫВОДЫ

В результате исследований установлено, что деградация почвенного покрова искусственно созданной системы агроландшафта являются устойчивыми и долговременными, как следствие, наблюдается снижение плодородия почв. Почвенный покров рекультивированной площадки скважины, пробуренной и эксплуатируемой до 1994 года, характеризуется повышенной плотностью почвы относительно фоновых значений, особенно в слое 30 – 60 см, который при строительстве скважины фактически подстипал поверхность. Почвенный горизонт 0 – 30 см в пределах исследуемого участка характеризуется очень высокими показателями вариации валового содержания Ag, Ba, Pb, Ca, Mo, Zn, что свидетельствует о техногенном происхождении привнесения и распределения этих элементов. Анализ распределения концентраций валовых и подвижных форм тяжёлых металлов показал наличие чёткого очага загрязнения в центре площадки, наиболее сконцентрированного в горизонте 0 – 30 см.

В результате оценки состояния микробных ценозов и биохимической активности рекультивированной почвы по показателям численности микроорганизмов основных эколого-функциональных групп, ферментативной и фитотоксической активностей установлено наличие негативных отличий показателей рекультивированных почвы от фоновой. По обобщённым данным численности микрофлоры с помощью СБП и ПБД степень деградированности изменилась от недеградированной до средней степени деградации. Отмечено ингибирование инвертазной активности в рекультивированной

почве в точках № 17 и 21, что согласуется с данными о повышенном содержании тяжёлых металлов. Рекультивированная почва в точках очага загрязнения обладает фитотоксичными свойствами. Использованные нами микробиологические и биохимические показатели адекватно отражают агроэкологическое состояние рекультивированной почвы и могут успешно применяться при проведении агроэкологического мониторинга почв в местах деятельности нефтегазодобывающих предприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Т.В., Худякова Ю.А. (1977).** Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности. В кн: Методы стационарного изучения почв. М.: Наука. С. 141 – 286.
- Ацци Дж. (1959).** Сельскохозяйственная экология. М.: Изд. иностранной литературы. 480 с.
- Етеревская Л.В., Мазур А.В., Затер Сайд (1996).** О темпах почвообразования в техногенных ландшафтах Лесостепи Украины: Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 58. С. 3 – 18.
- Журавель М.Ю., Найдьонова О.Є., Яременко В.В. (2017).** Оцінка якості рекультивації ґрунтів у місцях розташування нафто- і газовидобувних свердловин за показниками стану мікробних угруповань: Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 86. С. 107 – 115.
- Журавель М.Ю., Дрозд О.М., Дядін Д.В., Ключко Т.О. (2017).** Еколо-геохімічні особливості ґрунтів рекультивованих бурових майданчиків нафтогазових свердловин: Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. № 1 (15). С. 47 – 55.
- Карагіна Л.А., Міхайлівська Н.А. (1986).** Визначенні актиўнасці поліфенолаксідаз і пераксідаз у глебе. Весці АН БССР, серія с.-г. навук. Мінск. № 2. С. 40 – 41.
- Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. (2001).** Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв (на примере тяжёлых металлов). Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР. 64 с.
- Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В., Мазанко М.С., Ротина Е.Н. (2013).** Методика оценки целесообразности эффективности рекультивации почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, по биологическим показателям. Инженерный вестник Дона. 2013. № 3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1791>.
- Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. (1980).** Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ. 224 с.
- Мишустин Е.Н. (1975).** Ассоциации почвенных микроорганизмов. М.: Наука. 107 с.
- Муха В.Д. (1980).** О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов: Сб. науч. тр. ХСХИ. Т. 273. Харьков. С. 13 – 16.
- Найдёнова О.Е. (2010).** Биологическая деградация чернозёмов при орошении: дисс. ... канд. биол. наук; спец. 03.00.18 – почвоведение. Харьков. 327 с.
- Хазиев Ф.Х. (1986).** Ферментативная активность почв. М.: Наука. 180 с.

# ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ И ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ

ГАФУРОВА Лазизахон, ДЖАЛИЛОВА Гулнора

Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбек

100174, Узбекистан, г.Ташкент, Студенческий городок, ул.Университетская, 1

e-mail: [gulnora\\_jalilova@rambler.ru](mailto:gulnora_jalilova@rambler.ru)

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно определению международной организации ФАО (Международная Продовольственная Организация): Земли - это «часть поверхности суши, характеристики которой охватывают все относительно стабильные или предсказуемо цикличные компоненты биосфера над и под этой поверхностью, включая атмосферу, почвы и подстилающие породы, растительное и животное населения и результаты настоящей и прошлой активности человека» (FAO, 1988). Это определение следует стержневой идеей отечественного естествознания в части системного познания и управления земельными ресурсами как единым целым, которая была сформулирована В.В. Докучаевым в конце XIX века (Докучаев, 1950). Однако, воплощение этой принципиальной мысли требует соответственно полной и разнообразной информации соединенной с адекватно сложными средствами ее анализа, современными информационными технологиями и пр. (Савин, 2003).

В настоящее время картографические работы в Республики ведутся выборочно, силами научных учреждений и вузов, но потребность в качественных почвенно-карографических исследованиях и материалах возрастает. Развитием современных информационных технологий, сделали возможным преобразовывать данные в цифровой вид для последующей обработки в ГИС, что позволило им стать - основным источником пространственной информации. Появлением персональных станций приема космической информации и более совершенных ГИС-программ, позволяющих любому пользователю лично принимать данные из космоса и профессионально их обрабатывать, что стало огромным шагом в научно-техническом прогрессе и развитии картографирования и дистанционного зондирования в целом. Последние десятилетия стало широко приниматься в области составления электронных версий карт, с применениями космоснимков. С помощью географической информационной системы (ГИС), воплощается в жизнь принципиально новый подход в работе с пространственными данными, происходит активное и постоянно ускоряющееся развитие информационных технологий и их внедрение во все сферы человеческой деятельности. Интеграция современных геоинформационных технологий затронула и науки о земле. В науках о земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС), которые дали географии новый мощный инструмент анализа и применения пространственной географической информации (Берлянт, 1996).

Это направление является определяющей тенденцией всех современных направлений природопользования, в том числе почвоведения. При исследовании почвенного покрова сельскохозяйственных территорий стоит задача создания агрэкологически ориентированных почвенных карт с учетом их деградации. Их отличительная черта:

- Направленность на максимально полное отражение на почвенных картах агрэкологически значимых показателей, характеризующих лимитирующие земледелие факторы и проявления агрогенной деградации почвенного покрова;
- Направленность на последующую агрэкологическую интерпретацию на всех этапах исследования;

- Использование агроэкологических критериев при изучении структуры почвенного покрова, типизации почвенных комбинаций (Лурье, 1997, Джалилова, 2017).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для составления агроэкологически ориентированных почвенных карт мы провели отбор информации с топографической карты местности исследования, а также спутниковый снимок системы QUICKBIRD. Сканирование исходной бумажной основы было проведено с помощью планшетного сканера непосредственно для каждого листа (планшета) карты. Преобразование растрового изображения в графические форматы jpg (или bmp, tiff) было проведено в программе Photoshop.

В основе составление карт на основе геоинформатики лежит база данных (БД) определенной структуры и состава. Во-первых, база данных должна содержать информацию о пространстве, она определяется не только уровнем обобщения, но и спецификой природных условий региона исследований. В этот блок входят также и материалы дистанционных исследований. Во-вторых, база данных содержит данные о свойствах почв конкретных разрезов с точной привязкой на местности. При взятии разрезов определялись координаты место, набор свойств почв должен обеспечивать полный анализ почвенных ресурсов, а также составлялся полный перечень всех объектов по слоям. Для этого необходимо было разбить все множество объектов на логически связанные по смысловому значению группы, называемые слоями (слой гидрографии, слой растительности, слой экспозиций склонов и т.д.), (Методология, 2006).

В создании таких цифровых карт - основной этап включал в себя следующие виды работ:

- привязка растрового изображения (растровая подложка), сшивка планшетов раstra;
- векторизация (создание векторной модели);
- разнесение результатов оцифровки по электронным слоям;
- создание полей и занесение атрибутивной информации в каждом электронном слое.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Привязка растрового изображения выполнялся по точкам с известными географическими координатами или как карта-схема в условной системе координат. На данном этапе выполняется привязка всех растровых планшетов. Однако, каждый планшет хранится в своей таблице. Для удобства ориентации по планшетам будет составлена сетка с указанием границ планшетов и их номенклатура.

Получение электронной цифровой картоосновы территории исследования считается законченным тогда, когда все элементы карты согласно тематическим электронным слоям будут оцифрованы, т.е. проведено семантическое описание объектов и сбор геометрии объектов. Электронные слои объединяют объекты по единообразности смыслового содержания информации. Программа ГИС ARC/INFO позволяет создавать неограниченное число слоев. Отображение точечных и линейных объектов требуют создания отдельных электронных слоев (Гафурова, Джалилова, 2017).

После оцифровки и описание объектов выполнялось формирование атрибутики объектов. Для каждого слоя создавалось своя база данных, куда заносилась атрибутивная информация об объекте. Данные вводились отдельно на каждый объект.

В каждом электронном слое при описании объектов создавались поля атрибутов объекта с указанием типа локализации (площадной, линейной, полосной, ломанной полосной).

На основе скорректированных баз данных создается серия электронных тематических карт с информацией. Их основное отличие от исходного материала

заключается в появлении большого круга возможностей для обоснования почвенно-ландшафтных выделов. Например, на базе факторной карты рельефа могут быть получены в автоматическом режиме карты крутизны и экспозиционности склонов (рис.1, 2), степени расчленения рельефа и т.д. Почвенные разрезы, имеющие географические координаты и характеризующие все неоднородности почвенного покрова, должны быть охарактеризованы полным набором почвенных характеристик.

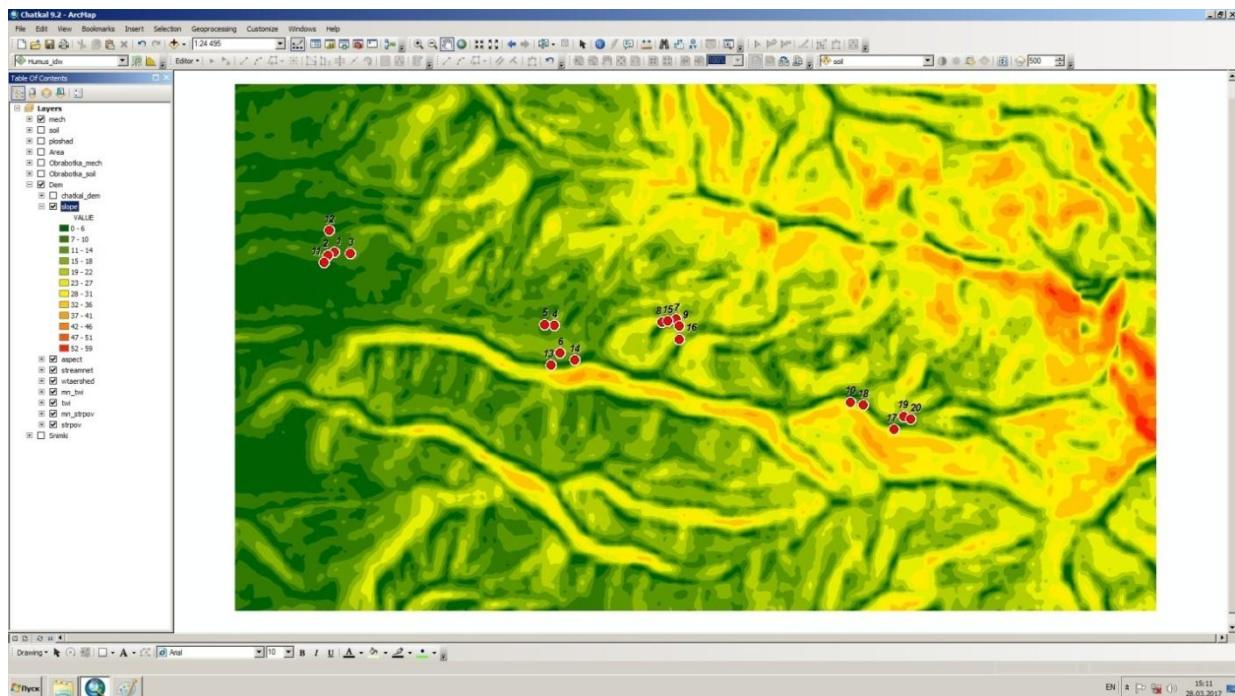


Рисунок 1. Результирующая карта крутизны склонов

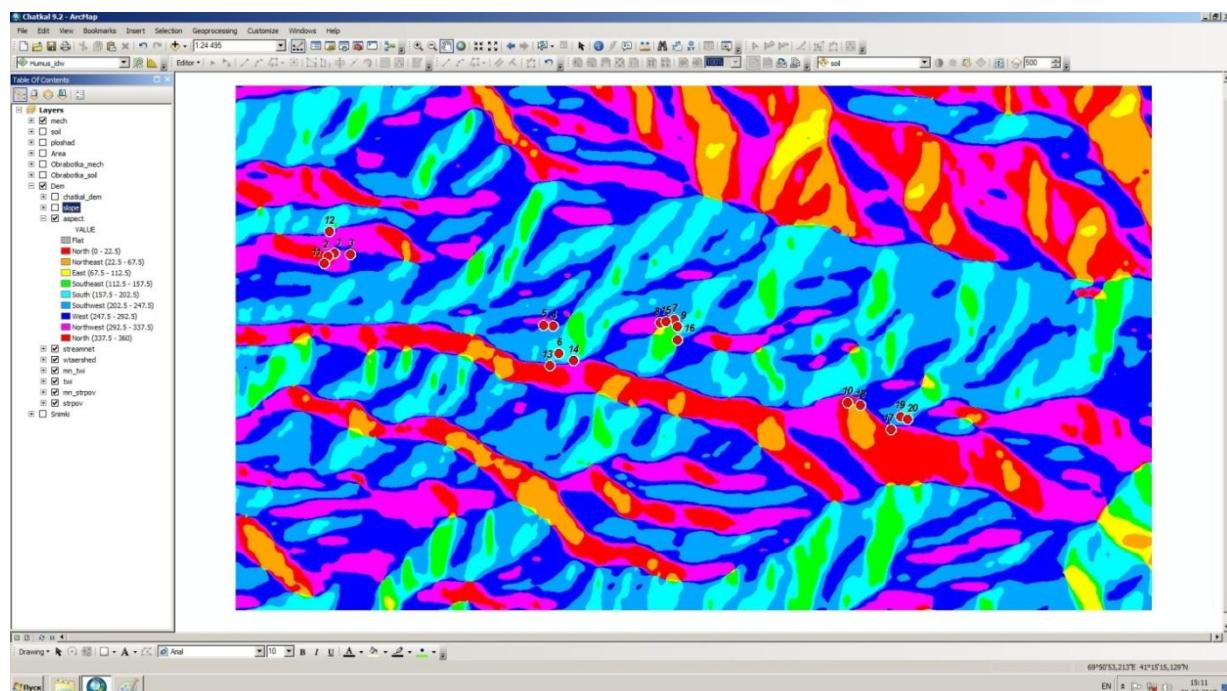


Рисунок 2. Результирующая карта экспозиции склонов

Большие технические возможности компьютерных технологий при визуализации почвенной и другой тематической информации открывает широкие возможности манипулировать с отдельными слоями почвенных данных в сочетании с иной пространственной информацией для получения любого количества производных интерпретационных и прикладных карт. мы в ходе исследований смогли получить

сведение о фактическом состоянии земель. Критерием агроэкологической группировки по степени эрозионнопасной опасности являлись следующие факторы: топографические (экспозиция, крутизна и форма склонов) и почвенные (количество гумуса и карбонатов в почве, а также количеством потери гумуса относительно несмытой почвы).

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Выше указанная методика позволила разработать агроэкологическое районирование эрозионноопасных земель исследуемой территории, что является научной основой устойчивого использования земельно-водных ресурсов путем борьбы с эрозионными явлениями региона, создания баз данных, автоматизации в картографии, географического моделирования, внедрения почвоохранных мероприятия, восстановления, сохранения и повышения плодородия почв [Гафурова, Джалилова. 2017].

Также необходимо отметить, что использование агроэкологических критериев при изучении структуры почвенного покрова, при прогнозе и оценки различных деградационных процессов почв позволяет создать легко трансформируемую карту для различного назначения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- FAO** Soil map of the world, Revised legendю World Soil Resources Report 60. FAO, Rome, 1988.
- Докучаев В.В.** Сочиненияю М.-Л.: АНСССР, 1950. - Т.4. - 41. – 413 с.
- Савин И.Ю.** Среднемасштабная инвентаризация почв с использованием технологий географических информационных систем. Ж.: Почвоведение, 2003, 10.- с.1189-1196.
- Берлянт А.М.** Геоиконикаю М.: МГУ: АЕН РФ: Астрея, 1996, 208 с.
- Методология** составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. Издание Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва 2006
- Гафурова Л.А., Джалилова Г.Т.** Современный подход в изучение эрозионных процессов бассейна Суоксайю Ташкент, Изд-во «Фан ва технологиялар» , 2017.
- Лурье И.К.** Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997.
- Джалилова Г.Т.** Роль современных технологий в мониторинге деградации почв. Тезисы докладов Всероссийской научной конференции “Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития”. Москва 2017, с. 301.

# GEOECOLOGICAL EVALUATION OF SOILS AND OTHER NATURAL POTENTIALS FOR FORESTRY USAGE – CASE STUDY RAVNA MOUNTAIN AND PALE VALLEY (B&H)

**Jelena GOLIJANIN**, Department of Geography, Faculty of Philosophy, University of East Sarajevo, Alekse Šantića 1, 71420 Pale, Bosnia and Herzegovina,  
e-mail: jelenagolijanin@gmail.com

**Vesna TUNGUZ**, Department of Plant production, Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, Vuka Karadžića 30, 71126 Lukavica, Bosnia and Herzegovina,  
e-mail: vesna.tunguz@gmail.com

**Aleksandar VALJAREVIĆ**, Department of Geography, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Kosovska Mitrovica, Ive Lole Ribara 29, 38220 Kosovska Mitrovica, Serbia, e-mail: valjarkosmos@yahoo.com

**Desimir KOVACEVIĆ**, Master student in Department of Geography, Faculty of Philosophy, University of East Sarajevo, Alekse Šantića 1, 71420 Pale, Bosnia and Herzegovina,  
e-mail: kovacevicdesimir@gmail.com

**Abstract.** Type and quality of soils, as a natural resource, plays a crucial role in the growth and evolvement of plants, and therefore also on different tree species. However, certain pedogenetic factors have greater or lesser impacts on suitability for the growth and development of certain tree (forest) congregation. Natural potentials, which together with soil play an important role, both in the creation of soil and as basic elements of the environment, are relief, climate and vegetation. These elements are key to land-use planning based on sustainable development. The paper survey evaluation of natural potentials: relief, climate, soils and vegetation cover, for the needs of forestry development in the part of the Municipality of Pale (the mountain area of Ravna Mountain and its foothill Pale Valley) in Bosnia and Herzegovina. Using rating method and the AHP method in combination with GIS techniques, maps were obtained for eight analysed criteria of previously mentioned natural potentials. The result of the work is a synthesis map obtained on suitability maps of each of the eight criteria. With this map we have qualitatively identified areas that, in terms of natural potentials, provide the most optimal conditions for the growth and development of certain types of trees. In the evaluation process, were determinate eliminatory areas which are exempt from evaluation, due to primary function settlement, infrastructure, but also areas contaminated by land mines, as well as due to the specificity of physical-geographical features of the area.

**Keywords:** natural potentials, soils, geoecological evaluation, AHP, GIS, forests.

## INTRODUCTION

Determination of areas optimal for the development of forestry, but also the usefulness of forest areas for a number of other functions (reduction of erosion, more balanced runoff of rainfall and improve the aquifer feeding, etc.), must be based on the research results with the primary goal of providing objective assessments of possibilities for development and existence of the forest cover on the basis of pre-conditions of the environment. There are some papers that deal with explored area from the point of geoecological evaluation (Golijanin, 2011; Golijanin and Lješević, 2011; Golijanin, 2015; Golijanin, 2017), but this is the first work that treats this area exclusively from the point of natural potentials benefits for growth and development of forests.

The study area is located in the central part of B&H, in the south-eastern part of the Republic of Srpska, expanding from  $43^{\circ}43'31''$  to  $43^{\circ}50'18''$  north latitude and from  $18^{\circ}31'01''$  to  $18^{\circ}43'09''$  east longitude by Greenwich (Figure 1). The area of the RavnaMountain and the PaleValley in the geotectonic aspect belongs to the central parts of the Dinaric mountain system,

central Dinarides. Complete studied area of a total of 117 km<sup>2</sup> belongs to the territory of the Municipality of Pale, i.e. is located within the larger territorial-administrative unit –City of East Sarajevo.

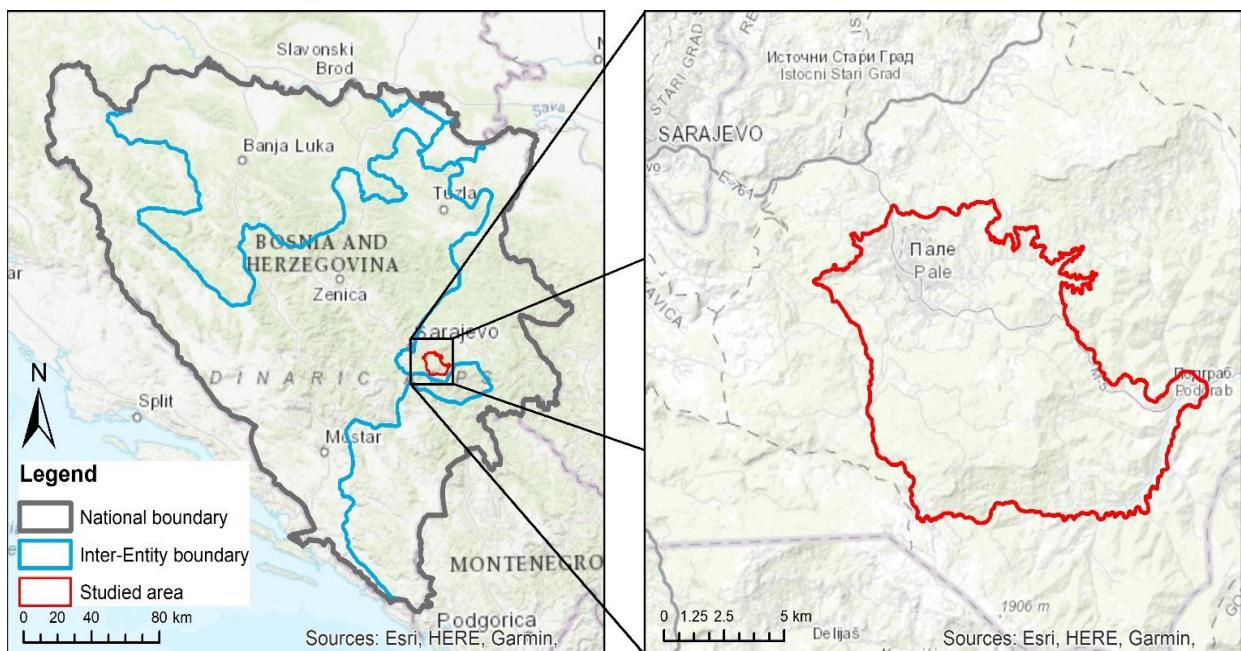


Figure 1. Location of Ravna Mountain and Pale Valley in B&H and Republic of Srpska  
Source: ESRI ArcGIS Resource Centers - Topographic map, <http://goto.arcgisonline.com>

Forests are well presented in this area and they are important natural resource which need to be considered in guidelines for sustainable development. Forests, as preserved ecosystems, are ideal areas for recreation (if some other factors do not decrease this feature) and their value is further enhanced by this aspect. Also, in the total forest stock, the allochthon species of trees are relatively modestly represented, what is an additional benefit. The pedological potential of forest ecosystems is based on the combined activity of other natural conditions. Regarding relief, the study area is of a mountain character (average elevation 1064 m). In climatic terms, relatively high temperature fluctuations occur between the warmer and colder season of the year, and between the day and night (seasonal and daily temperature fluctuations), with significant precipitation throughout whole year. Also, complex geological structure is presented, with the prevailing clastic and limestone rocks. The role of water is significant because the precedence of numerous river and river valleys and it is also well drained. Dynamic relief, hydrographic network, climate, vegetation cover, etc., caused the development of different types of soils. About 63% of the area is covered by forests and forest soils (Milovanović, 2002). There are presented soils on limestone and dolomites, sandstones and clays, as well as soils of alluvial plains.

## MATERIALS AND METHODS

The identification and determination of the suitability of natural resources for the development of forestry in the analysed area was performed using the methods of geoecological evaluation, ie. by integrating rating method and the analytical hierarchical process (AHP) model with the geographic information system (GIS). For analysis and evaluation were used different published documents, graphical and cartographic data sources, as well as field research.

The AHP method (Saaty, 1980) is one of the most common methods used in the evaluation that precedes decision making, in cases where the decision depends on several attributes used as criteria. The model for geoecological evaluation of natural potentials based on the AHP method contains a larger number of criteria, which do not have the same importance, and it is possible to carry out detailed evaluation on the basis of additional models as well as in

interaction with GIS to obtain definitive quantitative indicators for fluctuations in subjectively obtained quantities. At the start of applying of this method, a hierarchical model and its elements were defined: relief, climate, soil and vegetation cover (Figure 2).

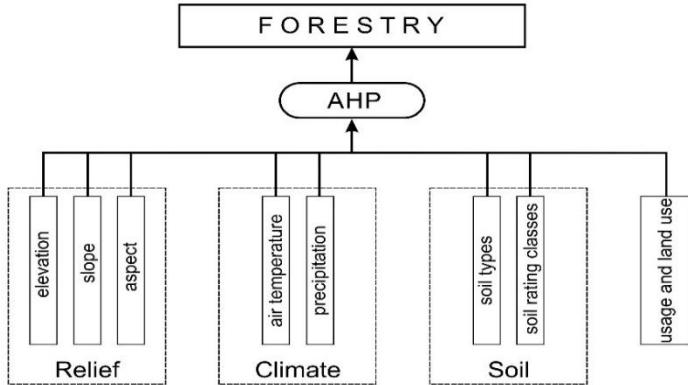


Figure 2. Flowchart of natural resources evaluation for forestry purposes

In the process of selecting of relevant criteria used in the process of evaluation of natural resources for forestry purposes, we were guided by recommendations from the forestry literature and practice, as well as the methodological setup of papers and case studies treating FAO evaluation for forestry purposes (FAO, 1984; Purnell, 1984; Agrions, 2013; Tülay and Cengiz, 2009; Trendafilov et al., 2010; Govedar, 2011; Jovanović, 2000).

Based on the bioecological characteristics of the forest vegetation registered in the studied area, we have conducted an evaluation of the natural potentials for individual tree species, which are represented in a larger percentage in this area. According to the detailed data based on forestry maps, it has been concluded that following tree species are mostly represented in the studied area: conifers: spruce (*Picea abies* L.), fir (*Abies alba* L.), black pine (*Pinus nigra* Arn.) and scots pine (*Pinus silvestris* L.); but also deciduous: beech (*Fagus sylvatica* L.), sessile oak (*Quercus petraea* Leibl.), and to a lesser extent sycamore and mountain maple (*Acer pseudoplatanus* L. and *Acer heldreichii*), Austrian oak (*Quercus cerris* L.) and common hornbeam (*Carpinus betulus* L.).

Geoecological evaluation of soils and other natural potentials of the studied area in terms of the suitability for the development of tree species, i.e. of their forest communities was made for the predominantly represented tree species, but also for the noble species of sycamore and mountain (Greek) maple, which are currently present with a reduced proportion, but whose areas have been significantly larger in the past.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Ratings that are suggesting the level of suitability of physical-geographical parameters for the development of particular tree species (Table 1), were performed using the methodology of evaluations used in papers treating similar issues (FAO, 1984; Purnell, 1984; Agrions, 2013; Trendafilov et al., 2010), as well as based on data on the amplitudes of physical-geographical factors for each species individually, which are given in the general forestry literature in the field of forest cultivation in the Western Balkans (Govedar, 2011; Jovanović, 2000; Fukarek, 1943, etc.). After the criterions and sub-criterions were separated, the method of rating was used to estimate them (the scale was divided into nine rating categories, with the highest relative value being category 9 and the lowest category 1).

Table 1. Rating of criterion attributes for prior evaluation for species: fir, spruce, pine, scots pine, beech, sessile oak, sycamore and mountain maple

Criterion	Attributes	Rating category							
		fir	spruce	black pine	scots pine	beech	sessile oak	syc. & m. maple	
Relief	Elevation (m)	< 800	3	1	6	4	3	9	1
		800–900	5	3	7	5	5	9	3
		900–1000	7	5	9	7	7	7	5
		1000–1250	9	7	7	9	9	5	7
		1250–1500	7	9	3	5	5	1	9
		> 1500	5	7	1	3	3	1	5
	Slope (°)	0–5	9	9	5	7	9	9	9
		5–12	9	9	7	9	7	7	7
		12–20	7	7	9	7	4	4	5
		20–32	3	5	5	5	1	1	1
		> 32	1	3	3	3	1	1	1
	Aspect (°)	flat areas	5	3	5	4	3	4	5
		S	1	1	9	9	1	9	2
		SE, SW	3	3	9	7	3	7	3
		E, W	5	5	6	5	7	5	5
		NE, NW	7	9	3	3	8	3	7
		N	9	9	1	1	9	1	9
Climate	Air temperature (°C)	8–10	4	3	9	7	5	9	3
		6–8	7	7	7	9	7	5	7
		4–6	9	9	5	7	9	3	9
		2–4	5	9	3	5	7	1	6
	Precipitation (mm)	900–1000	5	3	7	9	5	9	7
		1000–1250	9	6	5	7	9	6	9
		1250–1500	7	9	3	5	7	3	5
Pedological features	Soil types	lithosol	1	1	5	5	1	1	1
		sirozem	1	1	5	5	1	1	1
		rendzina	7	7	9	7	7	7	7
		ranker	5	5	7	5	5	5	5
		carbonate brown soils	7	7	5	5	7	7	9
		silicate brown soils	8	8	5	5	8	7	7
		alluvium–deluvial soils	1	1	1	1	1	3	1
	Soil rating classes	third (III)	1	1	1	1	1	2	1
		fourth (IV)	3	3	3	3	3	5	3
		fifth (V)	5	5	5	5	5	7	5
		sixth (VI)	9	9	7	7	9	9	9
		seventh (VII)	7	7	9	9	7	7	7
		eighth (VIII)	3	3	7	5	3	1	1
Biogeographical features	Usage and land use	discontinuous urban fabric	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.
		sport and leisure facilities	1	1	1	1	1	1	1
		pastures	5	5	5	5	5	5	5
		complex cultivation patterns	1	1	1	1	1	1	1
		land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	3	3	3	3	3	3	3
		broad-leaved forest	5	4	5	5	9	9	7
		coniferous forests	9	9	9	9	5	4	7
		mixed forest	7	7	7	7	7	7	9
		natural grassland	3	3	3	3	3	3	3
		mined and areas unsuitable for afforestation	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.	elim.

Sources: FAO, 1984; Agrions, 2013; Trendafilov et al., 2010; Govedar, 2011; CORINE Land Cover 2006; BH-MAC 2012; Petronić et al., 2009

An eliminatory category was also included. The impact of hydrological criteria was not analysed in the evaluation process due to the lack of specific data and examples from the literature. Soils intended for forestry production is rated classes VI, VII and partially VIII, while the V class is the marginal area more intended for agriculture.

Based on the ratings from table (Table 1), criterion maps were made using GIS. Total number of maps was 56 (8 criteria maps for each of the seven tree species). These maps were used as a guide in the process of obtaining suitability maps for each of the seven forest types covered by the evaluation, which was preceded using AHP evaluation method, i.e. derivation of a comparison matrix for eight criteria, based on which their weight coefficients were calculated (Table 2). The criteria in Table 2 are labelled: C1 – elevation; C2 – slopes; C3 – aspect; C4 – air temperature; C5 – precipitation; C6 – soil types; C7 – soil rating classesand C8 – usage and land use.

Table 2. Comparison of total forestry criteria by level of importance with weight coefficients

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>
<b>C1</b>	1	3	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	3
<b>C2</b>	1/3	1	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	2
<b>C3</b>	3	5	1	1	1	1/3	1/3	3
<b>C4</b>	2	3	1	1	1/2	1/3	1/3	3
<b>C5</b>	3	5	1	2	1	1/2	1/2	3
<b>C6</b>	3	3	3	3	2	1	3	4
<b>C7</b>	3	3	3	3	2	1/3	1	4
<b>C8</b>	1/3	1/2	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4	1
<b>Weight (w)</b>	<b>0.0748</b>	<b>0.0476</b>	<b>0.1267</b>	<b>0.0996</b>	<b>0.1474</b>	<b>0.2654</b>	<b>0.1999</b>	<b>0.0386</b>
Degree of consistency CR= 0.06								

Weight coefficients obtained (elevation w<sub>1</sub> = 0.0748; slopes w<sub>2</sub> = 0.0476; aspect w<sub>3</sub> = 0.1267; air temperature w<sub>4</sub> = 0.0996; precipitation w<sub>5</sub> = 0.1474; soil types w<sub>6</sub> = 0.2654; soil rating classes w<sub>7</sub> = 0.1999 and usage and land use w<sub>8</sub> = 0.0386), indicate that pedological criteria have a dominant influence among environmental factors. Relief and climatic criteria have smaller but approximately uniform spheres of influence, while the biogeographic criterion has the lowest weight coefficient.

Certain criteria of relief and climate individually have higher values (precipitation and aspect) because they can often crucially affect the spatial distribution of forests, when other natural conditions are favourable. The biogeographic criterion has smallest value because it mainly reflects the current state of land use and usageso it is subject to changes due to anthropogenic influence and can be adapted to the goals of evaluation. It is noted that the summary results of the weight coefficients for relief (0.2491) and climatic (0.2470) criteria, which cannot be fundamentally directly affected, shows a levelled weight ratio. The assessment of the relative weight of the individual criteria is consistent, as indicated by the value of the CR degree of consistency of matrix, which is 0.06. This indicator points to objectivity in the decision-making process.

The next step of the evaluation was the operation of summation of the raster data multiplied by the obtained weight coefficients. This is done using the GIS. This resulted by seven thematic maps (layers) for each forest species individually, which were then overlapped to obtain a map of the suitability of area for forests and forestry development (Figure 3). Due to the volume of data, the data were generalized when calculating this map. In the overlapping process, pre-made suitability maps with a rating range from 7 to 9 (areas with the highest rating scores) were used.

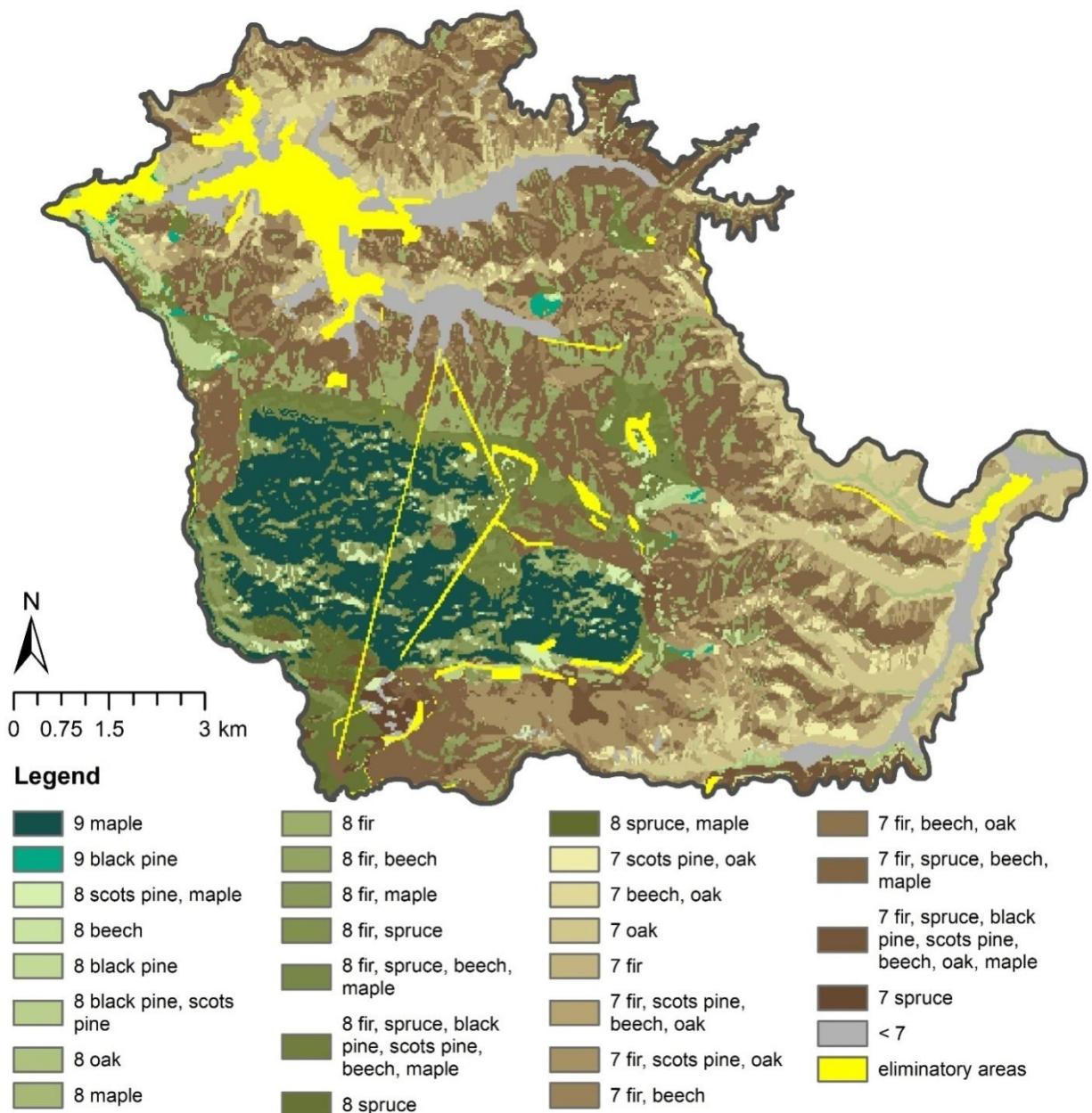


Figure 3. Suitability map of natural resources for forestry and evaluated categories

The analysis of the map (Figure 3) indicates that the natural factors of the studied area provide the most potential for the growth of sycamore and mountain maple in the area of Ravna Mountain. These species occupy 9.5% of the area rated from 8 to 9, i.e. as the highest 9 rating category. Territories categorized as predominantly very valuable for forest development occupy 23.1%, and more than half of the studied area 55.61% occupy predominantly valuable terrains (rating categories 7). In most cases it is an area already overgrown by forest vegetation, dominated by fir, spruce and beech forests; but also, oak forests in the congregation or as uniform forests. Relatively satisfactory areas were singled out under the category <7 along with all other categories with lower grades. These areas are located near larger watercourses with a share of 5.38%. The areas categorized as eliminatory cover an area of  $7.21 \text{ km}^2$ , i.e. 6.18%. These areas, beside urban areas (the lowest part of the Pale Valley), include mined areas, areas unsuitable for forest growth due to power lines, gondolas or other infrastructural uses.

## CONCLUSIONS

Forest ecosystems located in the Dinaric Alps, are of utmost importance in terms of area and conservation of forests in B&H. The area under study (especially the Ravna Mountain area), which belongs to the Dinarides, is characterized by good forest cover, which is in nowadays endangered by human activity. The paper analyses the benefits of natural conditions, such as: land, relief, climate and vegetation (land use), for the growth and development of certain types of forests and forest congregation. The natural conditions (criteria) were analysed using the rating method and the AHP method in combination with GIS for seven forest species – conifers: spruce (*Picea abies* L.), fir (*Abies alba* L.), black pine (*Pinus nigra* Arn.) and scots pine (*Pinus silvestris* L.) and deciduous: beech (*Fagus silvatica* L.), sessile oak (*Quercus petraea* Leibl.), sycamore and mountain maple (*Acer pseudoplatanus* L. and *Acer heldreichii*).

During the evaluation, it was concluded that the pedological criteria had the greatest impacts, while the other criteria have smaller influence. However, their combined role is extremely significant. They serve as important modifiers of possibilities that fundamentally are provided by pedological conditions, and by their share impact on the classification and location of terrain suitable for the growth and development of different forest species. The results are summarized in a map of the suitability of studied area that has given us quantitatively identified areas that provide the best natural conditions for the analysed activities (forestry).

The evaluation showed that there are good possibilities for development of forests and forestry in the studied area. In terms of individual types of forests, the highest rating range was recorded, ranging from 8 to 9 (rating 9), which covers about 10% of the area. Most of these most valuable areas are on the Ravna Mountain, whose area has generally proved to be highly suitable for the growth of most species of analysed species, and especially for forests of sycamore and mountain maple, as well as mixed forests of fir, spruce, beech and maple. Also, this area is predominantly suitable for the development of oak forests and other deciduous forests in lower parts of area. The worst conditions have been established for the development of forests in which the predominant species are black and scots pine (scots pine occurs in greater proportion in the community with fir and beech or oak). The results are very similar to the real situation because these forests are widespread in the studied area, while maple forests were occupying much larger areas in the past but in nowadays are represented with reduced share due to anthropogenic exploitation.

## REFERENCES

- Agrions, (2013).** Soil & Palm Oil Seminar: Understanding and Managing to Achieve Optimum Long Terms Yields. Seminar Materials: XI. Framework for Land Evaluation and Land Evaluation for Forestry <http://sea.agrinos.com/node/528>
- BH-MAC (2012).** Bosnia and Herzegovina Mine Action Centre, Pale.
- CORINE Land Cover (2006).** Coordination of Information on the Environment Land Cover (CLC).
- ESRI (2019).** ArcGIS Resource Centers – Topographic map, <http://goto.arcgisonline.com>
- FAO, (1984).** Food and Agriculture Organisation of the United Nations: Land Evaluation for Forestry. FAO Forestry Paper 48, Rome, 123 p.
- Fukarek, P. (1943).** Planinski javor (*Acer hekdreichii* orph. ssp *visiani* nym *pax*). In: Hrvatski šumarski list, Nr.5, 165-170.
- GolijaninJ. (2011).** Geoeccological evaluation of Ravna Mountain terrain in the function of winter tourism. In:**Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA.** Beograd, 61 (2), 1-10.

- Golijanin J., Lješević M. (2011).** Digitalna analiza i evaluacija reljefa Jahorine u funkciji održivog razvoja. In: Conference Proceedings “Zaštita prirode u XXI vijeku”.Nr.2, Žabljak, 787-794.
- Golijanin, J. (2015).** Geoecological evaluation of natural potentials of the Ravna Mountain and Pale Valley in the function of sustainable development. Doctoral Dissertation, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade. 342 p.
- Golijanin, J. (2017).** Relief evaluation for the purposes of recreation and tourism – Case Study Ravna Mountain and Pale Valley. In: Proceedings at the International Scientific Conference GEOBALCANICA 2017, 67-74.
- Govedar Z. (2011).** Gajenješuma – ekološke osnove. University in Banja Luka, Faculty of Forestry, Banja Luka.
- Jovanović B. (2000).** Dendrology. University of Belgrade, Belgrade, 533 p.
- Milovanović D. 2002).** Metodološki pristupi pregraničnom vrednovanjem prirodnih resursa sa ušumskim područjima. In: Zaštita prirode, 53/2, 121-130.
- Petronić S. et al. (2009).** Javorina – naučno-stručno vezazaštiti planinsko gospodarstva Jahorinane teritorije Republike Srpske ozaštićeno gospodarenjem. Institute for Protection of Cultural, Historical and Natural Heritage, Banja Luka, 297 p.
- Purnell M.F. (1984).** The FAO methods of land evaluation for agriculture and forestry as compared to extensive grazing. In: Proceedings of the workshop on land evaluation for extensive grazing (LEEG), publication 36, Edt. Siderius W., ILRI (International Institute for Land Reclamation and Improvement), Wageningen, Netherlands.
- Saaty T.L. (1980).** The Analytic Hierarchy Process (AHP): Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, USA, 437 p.
- Trendafilov B., Minčev I., Simovski B. and Velkovski N. (2010).** Suitability for tree species afforestation using GIS aided landscape model in the Republic of Macedonia. In: Proceedings of the First Serbian Forestry Congress – Future with forests, Belgrade, Serbia, 807-818.
- Tülay C., Cengiz A. (2009).** Application of analytical hierarchy process and geographic information systems in land-use suitability evaluation: a case study of Dümrek village (Çanakkale, Turkey). In: International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 16(4), 286-294.

# GENESIS AND EVOLUTION OF BLACK SOIL IN THE EASTERN MEDITERRANEAN

Hussam H. M. HUSEIN, Wahib SAHWAN, Rupert BÄUMLER

FAU Erlangen-Nuremberg University, Institute of Geography  
91058 Erlangen, Wetterkruze 15, Germany, e-mail: hussam.husein@fau.de

**Abstract.** The knowledge about the genesis and evolution of black soil in the eastern Mediterranean is vital for sustainable land management, as well as to reveal the current and past climate condition that were vital for their evolution and developing. The importance of studying this type of soil because their occurrence is rare in the semi-arid environment. Also in its environment, many answers lie to the conditions of formation and type of ancient climate that prevailed during its developing. The black soils currently present in the eastern Mediterranean were studied in different Bioclimate areas and were found to be genetically belonging to two broad of soils categories; 1-organic black soils, 2-soil with intense biological activity. For the black organic soils, two forming factors are shaping the soil characteristics (color, depth), namely the parent material and the relief. The impact of parents is reflected in the emergence of different organic soils such as Rendzina on limestone, chalk, sandstone, conglomerates, and claystone. Reddish Rendzina on Dolomite and hard limestone. Grayish Rendzina on Serpentine. Haploixerolls (Calcic Chernozems) occurs on calcic marl and lacustrine deposits. Whereas the impact of relief was clear on the depth of soil, Typic Rendolls (Rendzina) on toe slope and feet slope, Lithic Rendolls (Para-Rendzina) on shoulders and Chernozems on a flat plain. The second category is an intensive biological activity soil found in the continuously irrigated flood plain for at least 2,500 years (Damascus Ghota) and in the oasis of Palmyra. This soil has high organic matter content due to long agriculture activity and great depth (>1m) by a very intense biological activity of animal reworked major part of the soil and consists mainly of worm casts. This soil meets the organic carbon requirement of a mollic epipedon, but not the color requirement.

**Key words:** semi-arid, Rendzina, Chernozems, intensive biological activity soil, eastern Mediterranean.

## INTRODUCTION

Black soils is the soil of high production potential for agriculture (Smreczak et al., 2018) and hosts the largest terrestrial carbon pool and play a crucial role in the global carbon balance by regulating dynamic biochemical processes and the exchange of greenhouse gases with the atmosphere. In the eastern of the Mediterranean with the xeric soil moisture and thermic temperature soil regime, made this region not favorite for forming and developing such kind of soil. However, it still existed in small areas and their occurrence is still a mysterious phenomenon. This soil has been studied by (Muir, 1955, Van lier, 1965, Zain al abdeen, 1978, Nahal, 1982, Illawi, 1983). Nevertheless, most of these studies were in brief not in-depth or detailed, as they were limited to study the properties without addressing the origin and the factors of forming.

## MATERIALS AND METHODS

The black soils were studied at five bioclimate areas according to pluviothermic quotient of Emberger L. (1955), included upper humid stage cold, lower sub humid stage fresh and temperate upper semiarid stage and very arid. These areas receive annual precipitation from 200 up to more than 1000 mm. This amount increases on the slopes facing south and southwest. Climax vegetations Pinus brutia forest; the degraded areas were covered with marquis mainly Quercus, Laurus nobilis, Pistacia terebinthus, Myrtus communis, Olea europea, Styrax officinalis, and Tamarixssp. Detailed field studies were conducted at 5 locations (Figure 1).

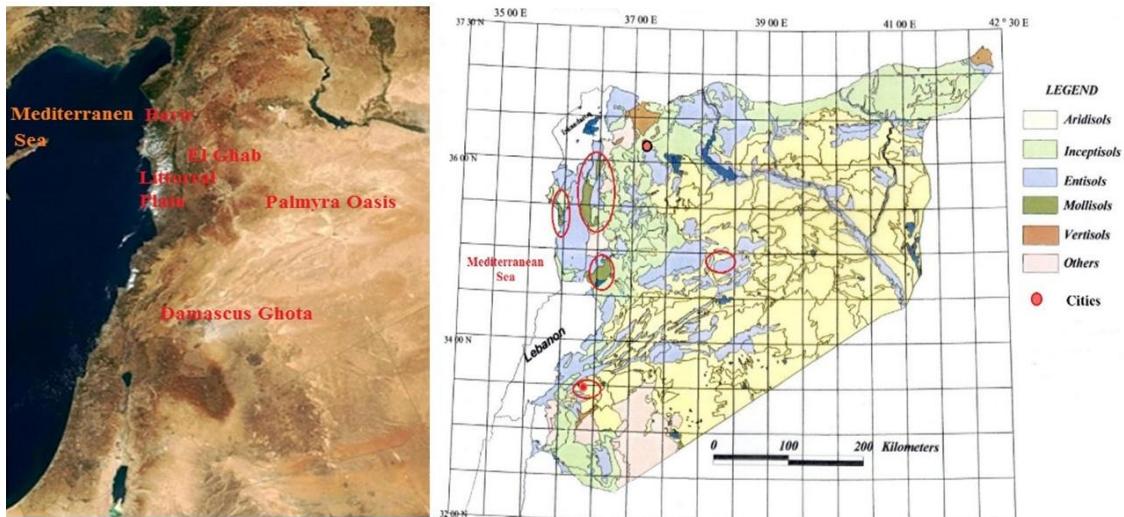


Figure 1. Location of some black soils in the eastern Mediterranean

However, 7 soils profiles are reported here, Soil describing and sampling was based on procedures of Soil Survey Division Staff (1993). The morphological study and soil profile description were based on field book for describing soils U.S.D.A-NRCS (1998). Organic carbon ( $C_{org.}$ ) was determined by the Walkley-Black method (1934), modified by Nelson and Sommers (1982). The particle-size analysis was performed by the hydrometer method, Soil Survey Staff (1975). Soil reaction (pH) was measured in suspension of  $H_2O$  (1:1), (0.01M)  $CaCl_2$  (1:2) and (1M) KCl (1:2), Soil Conservation Service (1992).

Exchangeable cations ( $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $N^+$ ) were estimated by Mehlich method ( $BaCl_2$ -TEA, pH=8.2). Total Nitrogen was estimated by (Kjeldahl, 1883) and (McRae, 1988). Electrical Conductivity (EC) was measured in the suspension of  $H_2O$  (1:2), Soil Conservation Service (1992). Available phosphorus was estimated by (Olsen et al., 1954). Total potassium was estimated by (Jackson, 1956).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The investigated of the black soil in the eastern Mediterranean can be divided into two categories; True black soil and Intensive biological activity soil:

### 1-The true black soils

#### *1.1. Black soil developed on limestone, sandstone, chalk, and smellier calcareous materials:*

These soils occur in a humid and sub-humid Mediterranean climate, characteristic with high organic carbon content as well as high carbonate content (Typic Rendolls-Rendzina) that has developed from Brown calcisols by humification. On shoulders and slopes, mollic horizon is shallow (eroded), hence the Lithic Rendolls (Para-Rendzina) occurs. The soil relatively immature soil, not deep with one unique diagnostic epipedon of mollic that vary in depth from 5 to 30 cm as well as the horizons consequences (A, C) and sometimes with transitional horizon AC, there is no illuvial horizon. The soil shows a strong reaction with dilute hydrochloric acid, indicates the high content of calcium carbonate.

## Jableh

Classification USDA(2003): Typic Rendolls

Haploxerolls

Location: Lattakia Governorate, Syria. Jableh.

Coordinates:  $35^{\circ}25'10.67N$   $35^{\circ}55'23.37E$

Altitude: 28 m a. s. l

Physiography: Flat plain

Drainage class: Moderately well drained, very slow surface run off.

Vegetation: Cultivated citrus trees

Parent material: Conglomerates calcareous, sandstone

Date of Sampling: June 20-2007



Horizon	Depth (cm)	Description
Oi	0-5	Very dark gray (10YR 3/1 d) to black (10YR 2/1 m) sandy clay loam; slightly decomposed plant material; slightly plastic; frequent, rounded stone, constituting approximately 10 percent of the horizon; abundant very fine to medium roots, mostly inside ped; abrupt smooth boundary; pH 6.9
A	5-35	Very dark grayish brown (10 YR 3/2 m) clay loam; massive; weak, fine, sub angular blocky structure; firm (moist), sticky and plastic;; few, very fine and fine, discontinuous, irregular, simple, open pores; few, fine and very fine roots, mostly inside ped; clear, wavy boundary; pH 7.54
A2	35-50	Dark red (2.5Y3/6 d) Sandy clay loam; fine granular structure; few, fine, vertical, impeded, simple, closed pores; few, small, soft, carbonate stones; few fine roots, inside ped; very abrupt, smooth boundary; pH 7.8
C	55+	Conglomerates calcareous, sandstone; very pale brown 10YR8/2, pink 7.5YR8/3; pH 8.2

### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	CaCO <sub>3</sub> %	pH	pH	Particles size distribution (%) Ø mm			Texture	C <sub>org</sub> %
			(CaCl <sub>2</sub> ) 1:1	(H <sub>2</sub> O)1:1	Sand	Silt	Clay		
Oi	0-5	2.2	7.42	7.54	54	16	30	Sandy clay loam	4.42
A	5-35	16.4	7.64	7.8	60	14	26	Clay loam	2.41
A2	35-50	29.5	8.1	8.2	46	22	32	Sandy clay loam	0.9
C	55+	44.0	7.42	7.54	40	40	20	Sandy clay loam	0.1

Horizon	Depth (cm)	Av.K mg.kg <sup>-1</sup>	Ext. P mg.kg <sup>-1</sup>	Tot-N %	Min- N mg.kg <sup>-1</sup>	EC 1:2 dS.m <sup>-1</sup>	CEC meq.100g <sup>-1</sup>	BS
Oi	0-5	-	31.3	0.38	-	0.5	52.5	100
A	5-35	-	20.5	0.19	-	0.4	62.5	100
A2	35-50	-	29.0	0.08	-	0.4	67.9	100
C	55+	-	19.0	-	-	0.3	70.2	100

## North of Lattakia

Classification USDA(2003): Typic Calcixerolls

Location: Lattakia Governorate, Syria.

Coordinates:  $35^{\circ}37'43.7N$   $35^{\circ}49'40.13E$

Altitude: 10 m a. s. l

Physiography: Flat plain

Drainage class: Moderately well drained, very slow surface run off.

Vegetation: cultivated olive trees

Parent material: Chalk

Date of Sampling: June 20-2007



Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-25	Very dark gray (10YR 3/1 m) to dark grayish brown (10YR 4/2 m) clay; slightly hard (dry), very firm (moist), very stick and plastic; slightly plastic; many, fine, irregular open pores; abundant fine and medium roots; clear, smooth boundary; pH 7.1
A2	25-60	Very dark gray (10YR 3/1 m) clay; moderate, medium, subangular blocky structure; firm (moist), very sticky and very plastic; fine, vertical, irregular open pores; fine to coarse roots; gradual, smooth boundary; pH 7.4
IIC1	60-90	Light gray (10YR7/1 d) clay; weak, fine, subangular blocky structure; firm (moist), very fine and fine roots; pH 7.8
IIC2	90+	Chalk; white 10YR8/1, pH 7.9

#### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	CaCO <sub>3</sub> %	pH (CaCl <sub>2</sub> ) 1:1	pH (H <sub>2</sub> O) 1:1	Particles size distribution (%) Ø mm			Texture	C <sub>org.</sub> %	Tot-N %	Ext. P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.kg <sup>-1</sup>	EC 1:2 dS.m <sup>-1</sup>
					Sand	Silt	Clay					
Ap	0-25	25.0	6.9	7.1	31	38	41	Clay	2.4	0.17	12.4	0.5
A2	25-60	36.4	7.2	7.4	32	26	42	Clay	2.1	0.1	14.3	0.3
C1	60-90	67.9	7.64	7.8	31	29	44	Clay	0.4	0.08	4.2	0.4
IIC2	90+	83.23	7.71	7.9	13	29	58	Clay	0.1	-	tr.	0.3

Horizon	Depth (cm)	CEC meq.100g <sup>-1</sup>	BS	Extractable Bases meq.100g <sup>-1</sup>				
				H	Ca	K	Mg	Na
Ap	0-25	58.5	100	-	22.0	>100	-	-
A2	25-60	69.5	100	-	29.5	>100	-	-
IIC1	60-90	65.9	100	-	23.0	>100	-	-
IIC2	90+	43.2	100	-	31.0	>100	-	-

#### Der Authman

Classification USDA(2003): ClacicPachicHaploixerolls

Location: Idleb Governorate, Syria. Jisr al-Shughur, Der Authman

Coordinates: 35°58'22.8N 36°19'16.2E

Altitude: 325 m a. s. l

Physiography: undulating hills

Drainage class: well drained

Vegetation: cultivated olive and almonds tress

Parent material: Limestone

Date of Sampling: May 12-2010



Horizon	Depth (cm)	Description								
Ap	0-20	Very dark grayish brown (2.5Y3/2 d) Sandy clay loam; midrate, medium, fine granular structure; many, fine, horizontal, inped, simple, open pores; plenty, fine roots, between peds; abrupt, smooth boundary; pH 7.52								
A2	20-45	Dark olive brown (2.5Y3/3 d) Sandy clay loam; fine granular structure; few, fine, vertical, inped, simple, closed pores; abundant, small, soft, carbonate accumulation on ped faces; few, fine roots, between peds; abrupt, smooth boundary; pH 7.52								
A3	45-55	Dark olive brown (2.5Y3/3 d) Sandy clay loam; fine granular structure; few, fine, vertical, inped, simple, closed pores; few, small, soft, carbonate stones; few fine roots, inside peds; very abrupt, smooth boundary; pH 7.54								
C	55+	Very pale brown (10YR8/3 d) Loam; pH 7.65								

#### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	CaCO <sub>3</sub> %	Particles size distribution (%) Ø mm					Texture					
			Sand fractions										
			V. coarse 2.0-1.0	Coarse 1.0-0.5	Medium 0.5-0.25	Fine 0.25-0.1	V. fine 0.1-0.05						
Ap	0-20	17.2	10.64	1	6.16	21.7	14.5	54	16	30	Sandy clay loam		
A2	20-45	19.3	40.7	0.8	5.7	12.8	0	60	14	26	Sandy clay loam		
A3	45-55	22	-	-	-	-	-	46	22	32	Sandy clay loam		
C	55+	44	-	-	-	-	-	40	40	20	Loam		

Horizon	Depth	pH	pH	Av.K	Av.P	Tot-N	Min- N	C <sub>org</sub>	EC

	(cm)	(CaCl <sub>2</sub> ) 1:1	(H <sub>2</sub> O) 1:1	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	%	mg.kg <sup>-1</sup>	%	1:2 dS.m <sup>-1</sup>
Ap	0-20	7.52	7.94	212.5	14.8	0.10	8.25	0.70	0.28
A2	20-45	7.52	7.93	237.9	13.2	0.11	10.40	0.62	0.26
A3	45-55	7.54	7.99	141.7	3.4	0.08	7.37	0.47	0.23
C	55+	7.65	7.96	20.8	2.2	0.02	7.54	0.08	0.3

Horizon	Depth (cm)	CEC meq.100g-1	BS	Extractable Bases meq.100g-1				
				H	Ca	K	Mg	Na
Ap	0-20	34.2	89.5	-	22.0	6.0	2.5	0.15
A2	20-45	40.0	88.16	-	25.5	6.6	3.0	0.15
A3	45-55	40.0	90.49	-	26.2	3.8	6.0	0.16
C	55+	46.2	72.2	-	28	0.6	6.0	0.18

## 1.2. Black soil developed on Serpentine

This soil occurs on the greenstone in AlBayir, northwest of Syria. The soil relatively mature soil, with one unique diagnostic epipedon of mollic that vary in depth from 20 to 40 cm(Grayish Rendzina),and sometimes light mullicepipedon (Para-Rendzina). The soil developed from Regosols or Lithosols by humification of surface epipedon.The horizons consequences (A,B,C,R).

### Kassab

Classification USDA(2003): Entic Ultic Haploixerolls

Location: Lattakia Governorate, Syria. 5 km south of

Kassab, east of the highway M1

Coordinates: 35°53'37.62N 35°59'58.04

Altitude: 480m a. s. l

Physiography: Middle slopes of high mountains

Topography: Mountainous topography with a slope

Drainage class: Well drained, rapid surface run-off, slow permeability.

Parent material: Undifferentiated complex of igneous rock predominated by serpentine of Mesozoic era.

Vegetation: Biome trees



Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Dark reddish brown (5YR 2/2 m) and dark brown (7.5 YR 3/2 d)clay; moderate, medium, subangular blocky structure, breaking to strong, medium, granular structure; very hard (dry), very firm (moist), sticky and plastic; many fine and few medium, discontinuous. vertical, irregular, open pores; frequent angular gravels and stones, constituting approximately 20 percent of the horizon; many fine to medium roots; gradual, smooth boundary; pH 6.8
A2	20-32	Dark reddish brown (5YR 3/3 m) clay; moderate, medium, subangular blocky structure; very hard (dry), very firm (moist), sticky and plastic; many fine and few medium, discontinuous, vertical, irregular, open pores; few angular gravels, constituting approximately 10percent of the horizon; many, fine to medium roots; gradual, smooth boundary; pH 6.2.
B	32-56	Dark reddish brown (5YR 3/3 m) clay; strong, medium to coarse. subangular blocky structure; very hard (dry), very firm (moist), sticky and plastic; continuous thin cutanes probably of clay minerals, mostly on horizontal ped faces; few, fine, discontinuous, vertical, open pores; few, angular gravels and stones constituting approximately 12 percent of the horizon; many, fine and medium roots; diffuse, smooth boundary; pH 6.3
C	56-92	Dark reddish brown (5YR 3/4 m) clay loam; moderate, medium to coarse, subangular blocky structure;very hard (dry), very firm (moist), sticky and plastic; continuous, thin cutanes, probably of clay minerals on mostly horizontal ped faces; few, fine, discontinuous, vertical, open pores; frequent, angular gravels and stones, constituting approximately 35 percent of the horizon; common, medium and fine roots; gradual, broken boundary to the bedrock; pH 6.2
R	92+	Unconsolidated and decayed green rocks (Serpentine)

### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	Particles size disruption (%) $\phi$ mm			Texture	C <sub>org.</sub> %	pH H <sub>2</sub> O 1:1	Carbonates as CaCO <sub>3</sub>		EC mS.m <sup>-1</sup>	Ext. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.kg <sup>-1</sup>	CEC Cmol kg <sup>-1</sup>	BS
		Clay	Silt	Sand				<2 mm	<0.002 mm				
Ap	0-20	38	16	31	Clay	1.3	6.8	tr.	40.7	0.14	3.7	72.5	100
A2	20-32	40	25	35	Clay loam	1.1	6.2	2.0	30	0.19	9.6	62.5	100
B	32-56	46	19	35	Clay	0.47	6.3	2.5	20.6	0.14	8.2	37.5	100
C	56-92	27	30	43	Clay loam	0.2	6.2	0.5	16.4	0.23	12.0	50.0	100
R	92+	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-

### 1.3. Black soil developed on Dolomite

Reddish Rendzina was found dolomite, this dark dusky color soil inherited from Terra Rossa that developed from Lithosols on hard limestone. The soil characterizes of coarse fragments, humus-rich topsoil, good to moderate organic matter content but more than Terra Rossa, phosphorus high content.

#### KarabKhalel

Classification USDA(2003): Entic Haploixerolls

Location: Idleb Governorate, Syria. Jisr al-Shughur,

KarabKhalel

Coordinates: 35°59'18N 36°26'31.7E

Altitude: 430 m a. s. l

Physiography: undulating mountainous

Drainage class: well drained

Vegetation: Shrubs and cultivated olive tress

Parent material: Hard limestone

Date of Sampling: May 13-2010



Horizon	Depth (cm)	Description								
Ap	0-20	Dusky red (10Y3/4 d) clay; midrate, medium, sub-angular structure; many, fine, horizontal, inped, simple, open pores; plenty, fine roots, between peds; abrupt, wavy boundary; pH 7.45								
A2	20-70	Red (10Y4/6 d) Clay; strong, medium to coarse, angular blocky structure; very hard (dry), very firm (moist), sticky and plastic; continuous thin cutanes probably of clay minerals, mostly on horizontal ped faces; few, fine, discontinuous, vertical, open pores; few; many, fine and medium roots; pH 7.55								
R	70+	Dolomite								

### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	CaCO <sub>3</sub> %	Particles size distribution (%) $\phi$ mm					Sand	Silt	Clay	Texture				
			Sand fractions												
			V. coarse 2.0-1.0	Coarse 1.0-0.5	Medium 0.5-0.25	Fine 0.25-0.1	V. fine 0.1-0.05								
Ap	0-20	tra.	5.8	0.32	1.44	2.66	1.78	12	28	60	Clay				
A2	20-70	tra.	0.36	1.16	3.68	5.54	5.26	16	16	68	Clay				
R	70+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Horizon	Depth (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> ) 1:1	pH (H <sub>2</sub> O) 1:1	Av.K Mg.kg <sup>-1</sup>	Av.P Mg.kg <sup>-1</sup>	Tot-N %	Min- N mg.kg <sup>-1</sup>	C <sub>org.</sub> %	EC 1:2 dS.m <sup>-1</sup>
Ap	0-20	7.26	7.45	671.4	10.9	0.23	29.65	0.74	0.39
A2	20-70	7.14	7.55	236.0	6.2	0.05	6.05	0.66	0.17
R	70+	-	-	-	-	-	-	-	-

Horizon	Depth (cm)	CEC meq.100g <sup>-1</sup>	BS	Extractable Bases meq.100g <sup>-1</sup>				
				H	Ca	K	Mg	Na
Ap	0-20	41.0	92.8	-	19.9	10.3	7.8	0.06
A2	20-70	35.3	94.8	-	16.7	8.4	8.3	0.07
R	70+	-	-	-	-	-	-	-

#### **1.4. Black soil developed in depression over marl and lacustrine deposits**

This soil occurs mainly in El Ghab rift valley, which was formed on the extension of the great African faults along the eastern coast of the Mediterranean. The area was before artificial drained an annual flood plain that ponding occasionally at least from January to February. The natural vegetation is shrub, Elms, Oak, and Pine mix. (Figure 2).



Figure 2. The landscape and natural vegetation of El Ghab rift plain.

The lack of clear topographic differences within the El Ghab surface makes soil distribution pattern difficult to grasp during a general survey, as well as the thickness of the mollic epipedons and the presence or absence of a cambic horizon below the epipedons or of a calcic horizon within 1.5 m of the soil surface are the main reasons for the soil complexity. The parent materials are Marl, freshwater organic, woody materials Conglomerates of lacustrine deposits. Mollisols which cover the entire valley surface are represented by three great groups. Haploxerolls are probably the dominant soils. Aquic, Cumulic, Entic, pachic, Clacipachic and Typic Haploxerolls are assumed to be largely represented. Typic and Cumulic sub groups are also found within the Calcixerolls (Figure 3).



Figure 3. Aquic Haploixerolls occurs in waterlogging land of Elm trees.

Petrocalcic Paleixerolls are observed in the northern part of this plain on a slightly elevated spot. They are not expected to occupy any significant surface.

#### Annab

Classification USDA(2003):

PatchicHaploixeroll,Fine loamy, mixed, thermic.

WRB (2016): Calcic Chernozems

Location: El Ghab plain, Syria.

Coordinates:  $35^{\circ}42'20N$   $36^{\circ}20'26.7E$

Altitude: 175 m a. s. l

Physiography: Level to depressional valley fills

Topography: Level topography with a characteristic slope of 1 percent or less.

Drainage class: Moderately well drained, very slow surface run-off, slow permeability.

Vegetation: Elms trees

Parent material: Marl and Quaternary or more recent lacustrine deposits.

Date of Sampling: July 16-2010



Horizon	Depth(cm)	Description									
A	0-26	Black (10 YR 2/1m), Dark brown (10 YR 3/3 d) clay; midrate, medium, granular structure; soft (dry), slightly firm (moist), sticky and plastic; many, fine, horizontal, inped, simple, open pores; plenty, fine roots, between peds; abrupt, smooth boundary; pH 7.7									
A2	26-55	Very dark brown (10 YR 3/2 m) clay, fine granular structure; firm (moist) sticky and plastic; few, fine, vertical, inped, simple, closed pores; plenty, fine roots, between peds; gradual, wavy boundary; pH 7.7									
AC	55+	Grayish brown (10 YR 4/1 m) clay loam; massive structure; firm (moist), sticky and plastic; few, fine, vertical, inped, simple, closed pores; few, small, soft, carbonate accumulations on ped faces; few fine roots, inside peds; pH 7.9									

#### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	Particles size disruption (%). Ø mm			Texture	C <sub>org.</sub> %	pH H <sub>2</sub> O 1:1	Carbonates as CaCO <sub>3</sub> %		CEC Cmol.kg <sup>-1</sup>	BS
		Clay	Silt	Sand				<2mm	<0.002mm		
A	0-26	28	26	46	Sandy clay loam	4.2	7.23	41.0	17.0	42	88.2
A2	26-55	18	34	48	Loam	3.1	7.86	52.5	27.0	24	88.3
AC	55+	30	24	46	Sandy clay loam	2.2	7.64	76.0	26.0	22	75.7

Horizon	Depth (cm)	Extractable bases meq.100g <sup>-1</sup>			Ext. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.kg <sup>-1</sup>	Min- Nmg.kg <sup>-1</sup>	ECmS.m <sup>-1</sup>
		Ca	Mg	K			
A	0-26	28.0	8.0	0.2	11.8	2	1.6
A2	26-55	15.0	1.1	0.1	8.2	4	2.1
AC	55+	11.0	0.6	0.1	3.3	2	2.5

## 2-The intensive biological activity soil

These soils were found in the alluvial plain of the river Barada (an oasis of Ghota, the historical garden of Damascus) and the fertility oasis of Palmyra. The alluvial plain of the river Barada had been in continuous cultivation irrigation since the Stone Age (Van Liere, 1965), also he noticed that some Swedish archaeologists consider that settlement in the Ghota was the origin of later centers of irrigated agriculture in Mesopotamia and Egypt. The present land use is chiefly orchards with fruit trees of which apricot is the dominant one. Irrigated summer vegetables, legumes, and winter wheat are normally cultivated between the trees. The main landscape feature is a leveled monotonous plain. The parent material consists of colluvial sediments of Upper Quaternary age from the Antiliban and alluvial deposits from Barada river. Aquifer near Damascus, in which the high groundwater is connected with Barada and el-Aawaj rivers, is recharged from the Antiliban Mountain. The elevation ranges from 600 to 700 m. The annual average of the rainfall ranges from about 100 mm in the east to slightly over 200 mm in the west. The soils submit to aridic soil moisture regime, however, due to this long-term irrigated agriculture, the soil has rather high organic matter content but do not meet the color requirements of a mollic epipedon. The unique characterized of this soil is a very intense biological activity to a great depth (>1m), while the major part of the profile has been reworked by animals (mostly earthworms) and consists mainly of worm casts, filled animal burrows, etc.

The estimated mesa- and macrofaunal activity between depths of 30 and 100 cm range from 77 to 90% in these soils (El-Khatib, 1982). Apart from the mesa- and macrofaunal activity, unpublished work by M. Angerosa (1983) has shown that the total microbial biomass at a depth of 10 to 15 cm in pedon G1 (Ghota) is twice higher than that of a red soil under a xeric moisture regime, with a rainfall average of 300 mm. Compared to non-irrigated desertic soils from the second Euphrates terrace, the total biomass of the Ghota soils is four times higher. However, the soil meets easily the requirement of vermic properties, which has firstly been recognized in Ghota by Tavernier (1957). From the pedogenetic, fertility and other points of view, except color, the vermic horizon is comparable to the mollic epipedon, which is considered as diagnostic at the great group level in Mollisols and the subgroup level in Entisols. It has been mentioned that the soils could be classified as an irrigated phase of either Torrifluvents or Camborthids (according to the presence or absence of a cambic horizon) however, in neither case the presence of this thick horizon with a very high biological activity is taken into consideration.

### Ghota

Classification USDA(2003): Vermic Haploxerolls, Fine, mixed, thermic.

Location: 8 km southeast of Damascus on the road to HrranAwamid

Coordinates: 32°27'57.70 N 36°31'44.44 E

Physiography: plain

Topography: level

Elevation: 700 m

Rainfall: 190 mm

Vegetation: irrigated fruit trees and winter legumes

Parent material: alluvial deposits

Sampled by R. Tavernier, H. Eswaran, A. Osman, M. Ilaiwi, N. ElKhatib. (MAAR&ACSAD)<sup>\*</sup>

General description: very old cultivated plain, alluvial material, characterized by active macro fauna

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-5	Yellowish brown (10YR 4.5/4) moist, loam, massive, very hard dry, friable moist, sticky, plastic, calcareous, cracked at 30-40 cm, most of the cracks are 0.5 cm wide and 5 cm deep, common fine and coarse roots, 3% fine gravel by volume, clear smooth boundary.
A2	5-15	Yellowish brown (10 YR 4.5/4) moist, loam, moderately developed, fine-medium sub-angular blocky, firm moist, sticky, plastic, calcareous, active earth worms, some worm holes filled with soil material of the same color but softer texture, common fine and medium tubular pores, common fine, medium and coarse roots, few decomposed roots, 5% gravel by volume, merging boundary.
A3	15-45	Dark yellowish brown (10 YR 4/4) moist, clay loam, moderately developed medium sub-angular blocky, separated to fine granular, firm moist, sticky, plastic, worm holes and fillings as in the horizon above worm casts calcareous, common fine and medium tubular pores, few medium roots, merging boundary
A4	45-75	Dark yellowish brown (10 YR 4/4) moist, clay loam, moderately developed medium sub-angular blocky, separated to fine granular, firm moist, sticky, plastic, active earth worms, worm casts, calcareous, many fine tubular pore s, few coarse interstitial pores, 10 % fine gravels by volume, merging boundary.
A5	75-110	Yellowish brown (10 YR 4.5/4) moist, loam, moderately developed medium sub-angular blocky, firm moist, sticky, plastic, calcareous, very few small spots of $\text{CaCO}_3$ , many fine and medium tubular pores, few coarse interstitial pores, few fine and medium roots, merging boundary.
A6	110-140	Yellowish brown (10 YR 4.5 /4) moist, heavy loam, moderately developed medium sub-angular blocky, firm moist, sticky, plastic, calcareous, many fine and medium tubular pores, few medium and coarse interstitial pores, few fine and medium roots, 3% fine grave ls by volume.

#### Basic physical and chemical analysis

Horizon	Depth (cm)	Particles size disruption (%). Ø mm			Texture	$\text{O}_{\text{org.}} \%$	$\text{N}_{\text{Tot.}} \text{Cmol kg}^{-1}$	$\text{pH H}_2\text{O 1:1}$	$\text{pH CaCl}_2 1:2$	Total $\text{CaCO}_3 \%$	CEC $\text{Cmol kg}^{-1}$	BS
		Clay	Silt	Sand								
Ap	0-5	37.7	43.2	19.1	Silty clay loam	1.71	0.161	8.1	7.8	58	41.0	100
A2	5-15	39.5	41.2	19.3	Silty clay loam	1.49	0.147	8.0	7.8	60	39.0	100
A3	15-45	39.5	41.1	19.4	Silty clay loam	0.84	0.091	8.2	7.8	59	37.0	100
A4	45-75	36.4	40.8	22.8	Clay loam	0.65	-	8.2	7.8	58	37.0	100
A5	75-110	35.5	42.0	22.5	Clay loam	0.49	-	8.2	7.8	60	36.0	100
A6	110-140	34.6	44.1	21.3	Clay loam	0.37	-	8.3	7.8	63	34.0	100

\* MAAR Ministry of agriculture and agrarian reform, Syria; ACSAD The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands.

#### CONCLUSIONS

Black soil is not common in the eastern Mediterranean and may occurs in different climatic zones, from xeric to aridic. On the xeric conditions, the black soil occurs in some tiny preserved isolated areas developed from calcareous materials on different reliefs. This soil does not reflect the direct influence of the Mediterranean climate with mild winters and dry hot summers, where the rainfall is about 800 mm in the littoral plain and exceeds 1800 in the neighboring mountainous region. Considering the positive temperatures throughout the year, in which biochemical and biological processes are supposed to be ongoing, especially since the region was not exposed to a period of freezing in the past. Therefore, it is assumed that the soil is mature and that there is a sequence of soil properties resulting from the vertical succession, the studied soil appeared otherwise. However, the existing of such kind of soil under arid and semi-arid conditions, raising a question about the geneses and forming process and condition associated, particularly paleosols and paleoclimate, which requires further researches. On the arid conditions with historical intensive agriculture activities that develop an intensive biological activity soil with vermic soil properties and without the color requirement of Mollic epipedon. However, in neither case, the presence of this thick horizon with a very high biological activity should take into consideration in soil classification.

## REFERENCES

- Emberger L. (1955).** Une classification biogeographique des climats. Recueil trav. Lab. Bot. Geol. Zool. Fac. Sci. Montpellier, 7: 3-43.
- Fridland V.M. (1979).** Several problems of soils classification. In: Soil Sciences. M. Nr.7, 112-123.
- Jackson, M. L. (1956).** Instrument in soils and waters. J. Agric. Food Chem. 4: p 602-605.
- Kann I. A. (1965).** Mountains' soils of West Pamir. In: Soil Sciences. M. Nr.9, 16-25.
- Ilaiwi M. (1983).** Contribution to the knowledge of the soils of Syria. Ph. D. Thesis, State Univ. Of Ghent, Belgium; p 259.
- Kjeldahl, J. (1883).** Neue Methodezur Bestimmung des Sticksoffs in organischen Körpern. Z. Anal. Chem. 22: p 36-382.
- McRae S. G. (1988).** Practical pedology studying soils in the field. Ellis Horwood Limited, Chichester, England; 253 pp ISBN 0-85312-918-5
- Muir A. (1951).** Notes on the Soil of Syria. J. of Soil Sci., vol. 2, No. 2, PP. 163-187.
- Nahal I. (1986).** Contraption to study biodiversity in Syria, Univ. of Damascus, Syria. No 127, p 12 (in Arabic).
- Nelson D. W. and Sammers, L. E. (1982).** Total carbon and organic matter. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph no. 9 (2end edition), S. SegorDd; ASA-SSSA, Madison, USA. 539-579.
- Olsen S. R; Cole, F; Watanabe, S.,&Dean, L. A. (1954).** Estimation of available Phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular 939, Washington, D C. p 18.
- Smreczak B., Jadczyszyn J., &Kabała, C. (2018).** Przydatnoć rolniczarędzin w Polsce. Soil Science Annual, 69(2), 142-151.
- Soil Conservation Service(1992).** Soil Survey laboratory methods. Soil Survey. Invest. Report No 42; U. S. Dept. Agric; Washington, D. C; p 400.
- Soil Survey Division Staff (1993).** Soil Survey Manual. U. S. Dept. Of Agric.Handb.18.U. S. Covt. print Off. Washington, D. C; p 510.
- Soil Survey Staff (1975).** Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making an interpreting soil survey. U. S. Department of Agriculture. Habdb. 436. U.S. Govt. Print. Washington, D. C; p 503.
- Tavernier R. (1957).** Sur quelques sols des regions mediterraneennes. Pedologie, VII, Gand, p. 348-364.
- U.S.D.A-NRCS (1998).** Field Book for Describing and Sampling Soils. v 1.1. USDA. Lincoln, Nebraska. p 182.
- VanLiere W.J. (1965).** Classification and rational utilization of soils. Rep. to the Govern. of Syria. FAO, Rome,1 5 1 p .
- Walkley A. and Black A. (1934).** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci;37: 29-38.
- Zain al abdeen A. N. (1978).** Principles of soil science, University of Aleppo. (250-270).

# **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЁМА ТЕХНОЛОГИИ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ НА БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА**

**ЯТИМОВ Б.К., САИДЗОДА С.Т.**

Институт Земледелия Таджикской Академии Сельскохозяйственных Наук  
734022, г. Гиссар, посёлок Шарора, ул. Дусти 1.

**Abstract.** The paper presents the results of growing winter wheat with zero tillage in the conditions of dry farming in the foothills of Central Tajikistan. The environmental and economic efficiency of this resource-saving technology in the cultivation of crops has been revealed. Minimal tillage contributed to the preservation of the quality condition of the soils used in agriculture.

**Key words:** economic, efficiency, zero tillage, soil, wheat.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Проблема опустынивания или деградация почв с учетом изменения климата Таджикистана является наиболее актуальной. Ежегодный ущерб от этих динамических процессов составляет несколько миллионов сомоний. Деградация почв резко снижает плодородие почв и биопродуктивность природных угодий, сокращает площади орошаемых земель, лесов, пастбищ, уничтожает многочисленные народно-хозяйственные сооружения, превращает богарные земли в гофрированную поверхность.

Поскольку изменение климата все больше проявляется в богарных землях Центрального Таджикистана, фермеры надеются на то, что новая умная технология поможет им сохранить высокую урожайность. Это очень важная экологическая проблема, как для Таджикистана, так и для всего мира, с учётом продовольственной безопасности.

До недавнего времени в республике возделывались сорта озимой пшеницы экстенсивного типа, склонные к полеганию и слабо реагирующие на условия минерального питания. В свое время, для возделывания их на богарных землях была разработана агротехника с учетом биологических особенностей этих сортов и складывающегося экологического режима. Но, даже при соблюдении всего технологического процесса, урожай зерна на богаре был и остается недостаточно высоким, так как потенциальные возможности сортов зерновых колосовых культур были невелики. Поэтому требовалось испытание новых интенсивных сортов твердой и мягкой пшеницы, положительно отзывающихся на интенсивные факторы воздействия и, прежде всего, на богаре, обеспеченной осадками и внесение минеральных удобрений.

В последние десятилетия во многих странах мира уделяется немало внимания вопросам теории и практики применения нулевой обработки почвы. Разработаны технологии возделывания полевых культур при нулевой обработке, издаются специальные журналы и руководства для фермеров, накоплен производственный опыт, который дает возможность определить реальные объемы эффективного применения нулевой обработки почвы [1-7].

В Республике Таджикистан после хлопка основным видом продукции растениеводства считаются пшеница и зернобобовые культуры, возделываемые на крутых склонах и обеспеченных осадками почвах.

Урожайность пшеницы возделываемой в этих условиях (18-20 ц/га), ячменя (15-16 ц/га), чечевицы (10-12 ц/га), гороха (15-18 ц/га) считается крайне не достаточной для обеспечения продовольственной безопасности населения республики. Для обеспечения эффективного орошаемого земледелия хлопкового комплекса предусмотрены севообороты [3-5].

Уборка зерновых, в частности, пшеницы, на производственных полях начинается в середине мая и заканчивается в конце июля месяцев. Благоприятные климатические

условия и разработанные учеными Института земледелия скороспелые сорта позволяют ежегодно проводить посев и уборку второго урожая на этих освободившихся полях.

В наших исследованиях, проводимых в 2013-2015 гг. на территории экспериментального хозяйства Института земледелия Гиссарского района Центрального Таджикистана, где обработка почвы демонстрационных участков проводились различным способом согласно схеме: минимальная обработка с чизелем, нулевая обработка и традиционная обработка почвы. Динамика высоты линейного роста растений озимой пшеницы в зависимости от различных способов обработки почвы в условиях богарного земледелия представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Динамика высоты линейного роста растений озимой пшеницы в зависимости от различных способов обработки почвы в условиях богарного земледелия (среднее за 2013-2015гг.)

№	Варианты	Годы	Высота линейного роста по фазам, см				
			куще- ние	трубо- вание	колоше- ние	молочная спелость	созре- вание
1.	Контроль, традиционная обработка почвы	2013	6,3	32,9	63,6	68,2	73,3
		2014	5,1	29,7	60,6	65,3	69,4
		2015	7,2	35,5	66,3	71,4	75,7
		В среднем	6,2	32,7	63,5	68,3	72,8
2	Минимальная обработка почвы с диском	2013	3,7	25,7	55,5	60,6	64,1
		2014	2,8	22,5	51,1	56,4	61,7
		2015	4,9	28,3	57,5	62,7	67,4
		В среднем	3,8	25,5	54,7	59,9	64,4
3	Минимальная обработка почвы с чизелем	2013	4,8	26,6	56,4	62,2	66,1
		2014	3,4	24,9	53,7	58,5	63,7
		2015	5,9	30,1	59,4	64,7	69,5
		В среднем	4,7	27,2	56,5	61,8	66,4
4	Нулевая обработка почвы	2013	5,6	29,3	60,4	65,7	70,1
		2014	4,1	27,8	56,6	62,4	67,5
		2015	6,5	33,2	62,4	68,7	73,9
		В среднем	5,4	30,1	59,8	65,6	70,5

По данным таблицы при традиционной обработке почв, созревание озимой пшеницы в среднем составляет -72,8 см, при минимальной обработке почвы с диском - 64,4 см, с чизелем – 66,4 см и при нулевой обработке почвы составляет - 70,5 см, которое является экономически эффективным в созревании озимой пшеницы.

Исследованиями выявлено, что на опытных делянках при традиционной технологии возделывания под посевами озимых культур содержится до 75,5% агрономически ценных агрегатов, под посевами озимой пшеницы — 58,7, а под посевами ячменя - 63,6%.

Использование ресурсосберегающих технологий при возделывании озимых культур увеличивает содержание агрономически ценных агрегатов на 2,5% при минимальной обработке почвы и на 3,7% при нулевой, при возделывании озимой пшеницы - на 2,1 по сравнению с традиционной технологией соответственно. Сухая биомасса озимой пшеницы в условиях тёмного серозёма, а богарной обеспеченной земли за период в 2015-ого года при 4-ех разовых проворностях опыта в традиционной обработке почв составляет - 52,8 ц/га а в нулевой обработке составляет 53,2 ц/га (Табл. 2).

Урожайность озимой пшеницы при традиционной обработки почв, в среднем составляет - 24,5 ц/га, при минимальной обработке почвы с диском - 22,3 ц/га, с чизелем – 21,2 и при нулевом обработке почвы составляет - 21,3 ц/га, которое в условиях богарной земледелия экономически выгодным нулевая технология обработки почв.

Максимальное содержание водопрочных агрегатов (32,4%) было установлено на делянках под озимыми культурами, возделываемыми с использованием нулевой

обработке почвы. Оказалось, что значение данного показателя превосходит на 1,2% вариант с минимальной обработкой почвы и на 2,5% - вариант со вспашкой.

Таблица 2.

Динамика формирования сухой биомассы озимой пшеницы в зависимости от различных способов обработки почвы (за 2015г.)

№	Варианты	Повторность				Сухая биомасса, ц/га
		I	II	III	IV	
1	Контроль, традиционная обработка почвы	54,5	52,7	54,3	53,7	52,8
2	Минимальная обработка почвы с диском	51,8	47,3	48,6	49,5	49,3
3	Минимальная обработка почвы с чизелем	48,2	44,5	45,7	47,6	46,5
4	Нулевая обработка почвы	55,6	50,9	53,5	52,8	53,2

Трехлетнее использование ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур способствовало увеличению содержания гумуса в почве на 0,05-0,1%, в то время как традиционные технологии снижали его содержание на 0,07-0,12%.

Таблица 3.

Урожай зерна озимой пшеницы в зависимости от различных способов обработки почвы в условиях богарного земледелия (среднее за 2013-2015 гг.)

№	Варианты	Урожай зерна по годам, ц/га			Средний урожай, ц/га
		2013	2014	2015	
1	Контроль, традиционная обработка почвы	26,8	22,8	23,9	24,5
2	Минимальная обработка почвы с диском	24,2	20,8	21,9	22,3
3	Минимальная обработка почвы с чизелем	23,7	19,7	20,2	21,2
4	Нулевая обработка почвы	25,4	21,4	22,5	23,1
	HCP <sub>05</sub>	2,3	1,9	1,5	1,9

При анализе экономической эффективности возделывания зерновых культур, выяснилось, что средний уровень рентабельности у озимой пшеницы составил 17,7% по традиционной технологии, 23,1% - по минимальной и 17,6% - по нулевой обработке почв. Максимальный коэффициент энергетической эффективности 4,7 отмечен при возделывании озимой пшеницы с использованием ресурсосберегающей технологии с нулевой обработкой почвы по традиционной технологии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в зернопаропропашном севообороте на богарных темных сероземах Центрального Таджикистана наиболее эффективными в экономическом плане являются ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур с минимальной обработкой почвы, которые одновременно способствуют сохранению плодородия почвы. Которое является эколого-эффективное приемы использование богарное земледелия подзерновых культур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бейкер С.Дж. Технология и посев // С.Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи. ЦМИ, 2002. 262 с.
2. Вилсон М. Методы «нулевой» обработки почвы. Краснодар, 1998.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого дела (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур (минимальная почвозащитная обработка, удобрения, пестициды, машины и орудия), под ред. Е.И. Рябова. Ставрополь: Агрус, 2003. 152 с.
5. Научно-практическое руководство по освоению и применению технологий сберегающего земледелия, под ред. Л.В. Орловой. Самара: НФРСЗ, 2004. 120 с.
6. Кривонос Г.А., Сиротенко Н.Н., Букреев П.Т. Влияние обработки на запасы воды в почве и эффективность ее использования сахарной свеклой на разных фонах плодородия. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 1995.
7. Черепанов Г.Г. Нулевая обработка почвы. Итоги исследований и опыт применения. М. 1994.

# ДИНАМИКА ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КАРБОНАТНОМ ЧЕРНОЗЁМЕ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА С УДОБРЕНИЯМИ

Диана ИНДОИТУ, Дмитрий ИНДОИТУ

Государственный Аграрный Университет Молдовы  
44 Мирчешть, Кишинёв, Республика Молдова, MD-2049,  
e-mail: ind.diana@hotmail.com

**Abstract.** The dynamics of plant-available phosphorus, potassium and nitrate nitrogen in calcareous chernozem in the 1953-2019 period was studied. The research was conducted in a long-term experiment with various fertilizer systems. The nutrient content was studied in a layer 0-60 cm during cultivation of winter wheat. It was revealed that the systematic use of fertilizers for 32 years can increase the content of plant-available phosphorus several times and potassium about one and a half times in comparison with its initial content. The subsequent use of low doses of mineral fertilizers, together with the embedding into the soil of all plant residues and by-products, makes it possible to slow down the decrease in plant-available phosphorus and potassium in calcareous chernozem. The content of nitrate nitrogen varied during the research depending on the doses of fertilizers used and the vegetation period of winter wheat.

**Key words:** карбонатный чернозём, подвижный фосфор, обменный калий, нитраты, удобрения.

## ВВЕДЕНИЕ

Почва является основным средством производства в сельском хозяйстве. Важным показателем плодородия почвы является содержание питательных веществ. Азот, фосфор и калий являются для растений самыми необходимыми элементами питания. Валовое содержание питательных веществ в почве характеризует потенциальное плодородие, а урожай сельскохозяйственных культур определяет содержание подвижных форм питательных веществ (Павленко, Тишков и Енкина, 1996). Поэтому очень важно отследить динамику подвижных форм азота, фосфора и калия для составления рекомендаций по восполнению потребности растений в данных элементах за счёт удобрений и альтернативных источников питательных веществ. Такие исследования, возможно провести только в длительных стационарных опытах.

Азот играет решающую роль в жизни растений и плодородии почвы. Основным источником питания растений является минеральный азот. Его содержание в почве не высоко, содержится в виде следующих доступных водорастворимых форм: аммонийной, нитратной и нитритной. Накопление нитратных форм определяется запасами гумуса и азота (Загорча, 1990; Андриеш, 2007). В карбонатном чернозёме содержание минерального азота в слое до 60 см составляет 1-8% от общего азота. Это объясняет высокую отзывчивость растений, особенно злаковых, на применение азотных удобрений. Образование и накопление минеральных форм азота сильно варьирует в зависимости от погодных условий, возделываемой культуры, вида и нормы удобрений и др. Содержание нитратного азота в почве снижается по мере роста и развития растений, также происходят потери в газообразной форме, вымыванием атмосферными осадками вглубь профиля. Азот минеральных удобрений, благодаря большей подвижности, вымывается интенсивнее, чем органических. Систематическое применение удобрений чаще всего повышает содержание нитратов в 1,5-3 раза по сравнению с контролем без удобрений. При применении минеральных удобрений это увеличение выше, чем от органических (Загорча, 1990; Андриеш, 2007; Андриеш, 2011).

Потребность в фосфоре ненамного меньше, чем в азоте (Крупеников и Бойнчан, 2004). Источником фосфора для растений являются почва и удобрения. Валовое содержание фосфора зависит от гумификации почвы, от количества данного элемента в почвообразующей породе, количество внесенных удобрений. В черноземах Молдовы

данное содержание составляет 140-180 мг/100 г почвы (Загорча, 1990; Андриеш, 2007). Способность почв обеспечивать растения фосфором тесно связана с взаимодействием различных форм фосфатов, различающихся своей подвижностью и доступностью растениям. Фосфор содержится в минеральных и органических формах соединений. Резервом доступного фосфора для растений являются органические соединения – в черноземах 30-70 % от валового содержания. Минеральные формы фосфора: соединения ортофосфорной кислоты с ионами Ca, Mg, Fe, Al, Mn, Ti (Макаров, 2009). Карбонатный чернозём Молдовы характеризуются значительно более высоким содержанием минерального фосфора, чем другие чернозёмы (Крупеников и Боинчан, 2004). При расщеплении труднорастворимых минеральных фосфатов и разложении органических форм образуются растворимые соединения фосфора.

Общее содержание калия в почве значительно больше, чем азота и фосфора. Длительное применение калийных удобрений на карбонатном чернозёме не столь эффективно, чем применение азотных и фосфорных удобрений. Источником калия для растений являются обменный калий, включающий и водорастворимую формы. Между формами калия наблюдается подвижное равновесие. При применении удобрений наблюдается существенное повышение содержания необменного калия и незначительное увеличение обменных форм. Но необменный калий также вовлекается в питание растений. Обменный калий в основном не подвергается вымыванию и довольно стабилен (Загорча, 1990; Андриеш, 2011).

Целью наших исследований было изучить динамику подвижных форм питательных веществ карбонатного чернозёма Молдовы в длительном стационарном опыте с применением различных систем удобрения в полевом севообороте.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на Учебно-Опытной станции «Кетросы» Государственного Аграрного Университета Молдовы в длительном стационарном полевом опыте с удобрениями, заложенном в 1953 г. в условиях центральной агроклиматической зоны Республики Молдова. Данная зона характеризуется недостаточным количеством выпадающих осадков – от 246 до 550 л/м<sup>2</sup>, сумма положительных температур за период активной вегетации составляет от 2200 до 3600°C, засуха наблюдается 2-3 раза за 10 лет, безморозный период составляет 175-190 дней.

Почва: мицеллярно-карбонатный чернозём, залегающий на лессовидном суглинке, мощность гумусного горизонта 90-100 см, сумма поглощённых оснований 36-38 мг\*экв./100 г почвы. При закладке опыта содержание гумуса было среднее и составляло 2,75-3,0%, подвижного фосфора очень низкое – 0,8-1,0 мг/100 г (по Мачигину), обменного калия среднее и оптимальное – 18-22 мг/100 г почвы, карбонатов – 1,5-1,8% в слое 0-20 см и 6-10% в слое 60-100 см.

Севооборот восьмипольный: кукуруза на зерно – горох на зерно – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зерно – горох на зерно – озимая пшеница – подсолнечник.

Схема данных исследований включает контроль без удобрений с 1953 г., варианты с различными дозами минеральных, органических и органоминеральных удобрений. Данный восьмипольный севооборот был введен после двух полных ротаций десятипольного севооборота с применением низких доз удобрений (1950-1970 гг.). В первой ротации десятипольного севооборота ежегодно вносились до 2 т/га подстильного навоза и 12-24 кг NPK/га. С 1973 г. в восьмипольном севообороте вносили удобрения под планируемый урожай, и дозы составляли 300 кг NPK/га – N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> (с 1999 года N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>); эквивалентное ежегодное внесение органических удобрений – навоза 24 т/га (с 1999 г. 18 т/га); органоминеральные удобрения – ½ навоза + ½ NPK (с 1999 г. навоз 9 т/га + N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub>). С 2006 г изучалось последействие внесённых на протяжении более 30 лет удобрений, а с 2008 г – прямое действие минимальных доз минеральных удобрений:

припосевное внесение аммофоса 50-100 кг/га ( $N_{47}P_{46}$ ), подкормки корневые  $N_{45-60}$  и некорневые  $N_{30}$  с заделыванием в почву всех растительных остатков (стебли, стерня, корни).

Изучалась динамика следующих питательных веществ: нитратов, подвижных фосфатов и обменного калия. Варианты: 1. контроль без удобрений, 2. минеральные удобрения, 3. органические удобрения.

Исследования в севообороте развернуты в пространстве на трёх полях и во времени с 1953 по 2019 гг. Площадь каждого поля составляет 2 га, вводятся в севооборот поочерёдно. Площадь каждого экспериментального участка составляет 200 м<sup>2</sup> (20 × 10 м), 3 повторности.

Применяли следующие минеральные удобрения: аммофос при посеве, аммиачная селитра в корневых подкормках, карбомид, полууперевший навоз (до 2005-2006 г.) под кукурузу на зерно. Все растительные остатки, включая побочную продукцию возделываемых культур, заделяли в почву. Растительные остатки измельчали во время уборки комбайном и заделяли в почву: для озимой пшеницы при первичной обработке поверхности дисковыми орудиями, для кукурузы, подсолнечника – вспашки на глубину 25-27 см.

Химический анализ образцов почв осуществлялся в лаборатории Учебно-Опытной станции «Кетросы» ГАУМ в соответствии с методическими указаниями: нитраты в почве определяли весной в начале вегетации пшеницы дисульфофероловым методом, подвижный фосфор и обменный калий – по Мачигину (Аринушкина, 1970; Индоиту, 2016).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные, накопленные в годы исследований, подтвердили динамичность и изменчивость содержания нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве. Больше нитратов под растениями в пахотном и более глубоких слоях обнаруживается весной до начала потребления их растениями. К началу созревания зерна данное содержание минимально и, как правило, в несколько раз меньше весеннего содержания. Анализ проб почвы весеннего срока учёта (апрель) показали, что концентрация нитратного азота в профиле почвы под растениями озимой пшеницы до 40-60 см или 80-100 см часто особенно на контроле без удобрений не превышает 10 мг/кг почвы, что не удовлетворяет потребности растений в азоте (рисунок 1). Это обуславливает высокую отзывчивость растений на применение азотных удобрений.

Удобрения, как правило, увеличивали содержание нитратного азота во всём корнеобитаемом слое почвы. При этом действие удобрений зависело от их состава и вносимых доз. Большее количество нитратного азота в профиле почвы 0-60-100 см чаще всего обнаруживалось на вариантах с применением минеральных систем удобрения. Также отмечалось, что чем выше доза удобрения, тем больше нитратов обнаруживалось весной. По количеству нитратного азота, накопленного весной в слое 0-60-100 см можно прогнозировать обеспеченность растений азотом и обосновать дозу азота удобрений для обеспечения формирования планируемой величины урожая возделываемой культуры.

Применение небольших доз удобрений – 2 т навоза +  $N_5P_{12}K_{11}$  в период 1953-1962 гг. первая ротация десятипольного севооборота) увеличило содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в слое почвы 0-40 см в среднем в 1,6 раз, в слое 40-60 – в 1,5 раза по сравнению с содержанием на контроле без удобрений в этот период соответственно 1,65 и 1,00 мг/100 г почвы (рисунок 1).

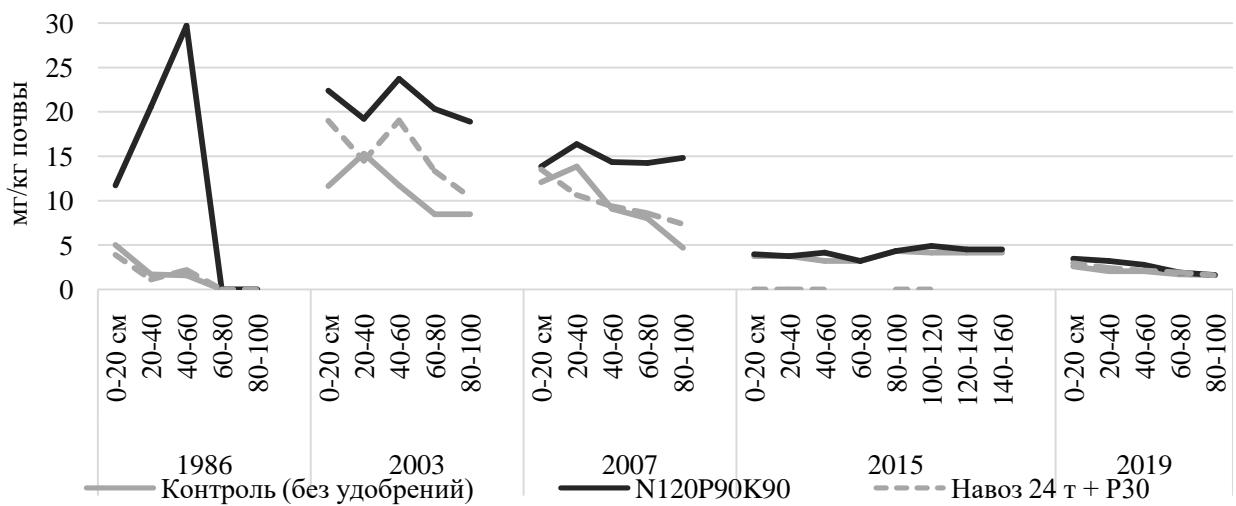


Рисунок 1. Динамика нитратного азота

Во второй ротации десятипольного севооборота содержание подвижного фосфора стало снижаться по сравнению с первой ротацией – на контроле в зависимости от слоя почвы донное содержание составило 0,6-1,4 мг/100 г, разница между удобренным и неудобренным вариантами всего 0,15 мг/100 г в верхнем слое и 0,25 мг/100 г почвы в нижнем пахотном слое 40-60 см.

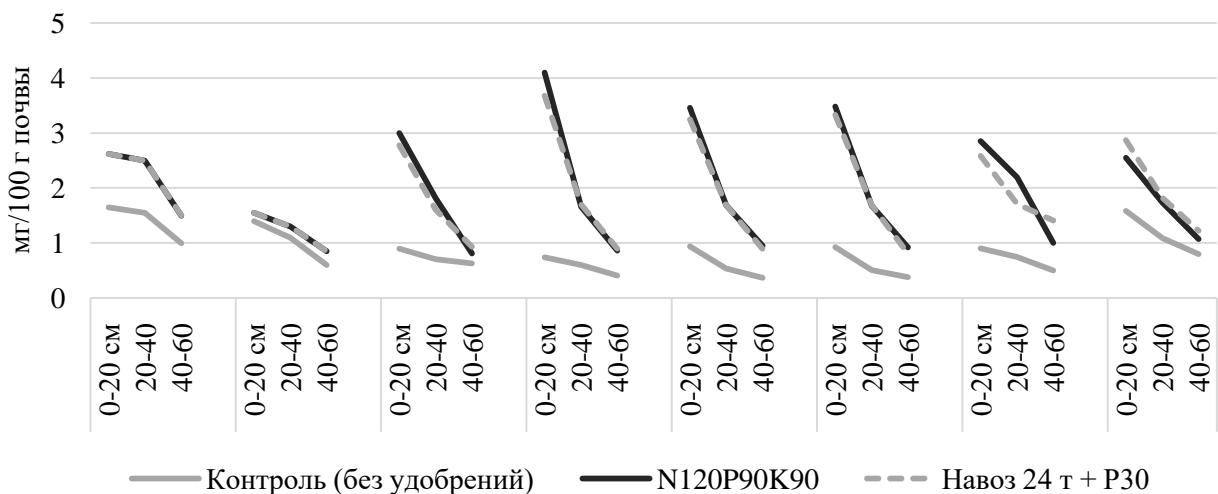


Рисунок 2. Динамика подвижного фосфора

Применение высоких доз минеральных удобрений в первой ротации восьмипольного севооборота 1973-1980 гг. увеличило содержание подвижного фосфора в верхнем слое карбонатного чернозёма в среднем до 3,3 раз, в нижнем пахотном слое 40-60 см это увеличение было уже не столь значительным – в 1,3 раза по сравнению с содержанием в данный период на контроле соответственно 0,90 и 0,63 мг/100 г почвы. От применения навоза содержание подвижного фосфора увеличилось соответственно в 3,1 и 1,5 раз. Последующее применение высоких доз привело к ещё большему увеличению содержания подвижного фосфора в почве. В период 1989-1996 гг. оно увеличилось соответственно уже в 3,7 и 2,6 раз от применения минеральных доз, в 3,5 и 2,4 раз от применения навоза по сравнению с содержанием на контроле 0,94 мг/100 г почвы в верхнем и 0,37 мг/100 г в нижнем пахотном слое. В 1997-2005 гг. содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см уже составило 3,33-3,48 мг/100 г на вариантах с применением

удобрений и 0,93 мг/100 г почвы на контроле. В слое 40-60 см данное содержание было соответственно 0,81-0,92 и 0,38 мг/100 г почвы.

При последействии и применении низких доз удобрений с заделкой всей побочной продукцией в 2006-2013 и 2014-2018 гг. содержание подвижного фосфора в карбонатном чернозёме снизилось до 2,55-2,87 мг/100 г в слое 0-20 см и 1,07-1,22 мг/100 г почвы в слое 40-60 см. На варианте без применения удобрений, но с заделкой всех растительных остатков данное содержание увеличилось соответственно до 1,58 и 0,80 мг/100 г почвы.

Максимальное содержание обменного калия ( $K_2O$ ) наблюдалось в годы с применением высоких доз удобрений. В 1989-1996 гг. от применения минеральных удобрений данное содержание увеличилось в слое 0-20 см на 7,9 мг/100 г почвы, а на варианте с навозом на 8,3 мг/100 г почвы, в слое 40-60 см – на 0,6-0,9 мг/100 г почвы при содержании на контроле соответственно 17,6 и 13,5 мг/100 г почвы (рисунок 3).

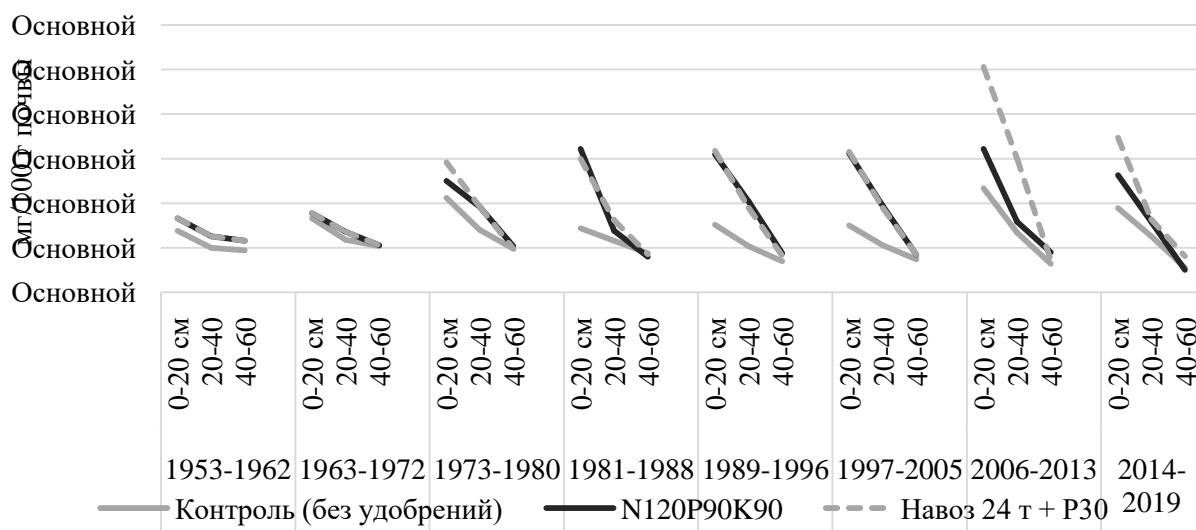


Рисунок 3. Динамика обменного калия

Прекращение применения калийных удобрений в последних ротациях севооборота не привело к резкому снижению содержания обменного калия в карбонатном чернозёме, что объясняется положительным балансом органической массы и элементов питания в результате применения побочной продукции возделываемых культур как удобрений и подвижным равновесием между различных калийных форм. Максимальное содержание данного элемента наблюдается в верхнем слое почвы 0-20 см, в слое 40-60 см оно существенно снижается в 2-2,5 раза.

## ВЫВОДЫ

Содержание нитратного азота варьировало в зависимости от доз и видов удобрений, от периода вегетации озимой пшеницы. Максимальное количество нитратного азота было отмечено в годы с внесением относительно высоких доз минеральных удобрений. В период с внесением в почву растительных остатков и всей побочной продукции содержание нитратного азота в почве значительно уменьшилось за счёт активизации микробиологических процессов при разложении растительной массы, а в 2019 году за счёт внесения карбомида.

Систематическое применение Р<sub>60-90</sub> в составе полного минерального удобрения увеличивало содержание подвижных фосфатов в слое 0-20 см от 3 до 4 мг/100 г почвы при содержании на контроле 0,7-0,9 мг/100 г, в нижних слоях это содержание уменьшалось в среднем за ротации от 1,8 до 0,8 мг/100 г на удобренных вариантах и от 0,7 до 0,4 мг/100 г на контроле. Применение невысоких доз минеральных удобрений в последних двух ротациях (2006-2019 гг.) совместно с растительными остатками и побочной продукцией снизило содержание подвижных фосфатов в почве с 3,48 до 2,55 мг/100 г почвы.

Выращивание сельскохозяйственных культур на карбонатном чернозёме на протяжении 53 лет (1953-2005 гг.) без применения удобрений снизило содержание подвижного фосфора с 1,00-1,65 до 0,38-0,93 мг/100 г почвы; содержание обменного калия существенно не изменилось. Оптимальным содержанием подвижного фосфора в почве для озимой пшеницы является 3,0-4,0 мг/100 г.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Andrieş S. (2007).** Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Ch.: Pontos. 384 p.
- Andrieş S. (2011).** Agrochimia elementelor nutritive. Fertilitatea și ecologia solurilor. Ch.: Pontos. 232 p.
- Indoitu D.M. (2016).** Perfecționarea metodei de preparare a soluției de extragere a fosfaților mobili și a potasiului schimbabil din sol după metoda Macighin. In: Știința agricolă. Nr 1, 9-12.
- Аринушкина Е.В. (1970).** Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ. 485 с.
- Загорча К.Л. (1990).** Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. Кишинёв: Штиинца. 288 с.
- Крупеников И.А., Бойнчан Б.П. (2004).** Чернозёмы и экологическое земледелие. Бэлць. 169 с.
- Макаров М.И. (2009).** Фосфор органического вещества почв. М.: ГЕОС. 397 с.
- Павленко В.А., Тишков Н.М., Енкина О.В. (1996).** Плодородие выщелоченного чернозема при длительном применении минеральных удобрений. Краснодар. 107 с.

# SISTEMA DE FERTILIZARE A GRÂULUI DE TOAMNĂ ÎN CONDIȚIILE BILANȚULUI ECHILIBRAT A MASEI ORGANICE ȘI ELEMENTELOR NUTRITIVE ÎN ASOLAMENT

Dumitru INDOITU, Diana INDOITU

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

44 Mircești, Chișinău, Republica Moldova, MD-2049,

e-mail: indoitudumitru@rambler.ru

**Abstract** The productivity of winter wheat, grown after different crops, was studied. The following varieties were studied: "Kuyalnik", "Bashtina", "Antonovka", "Blagodarka Odesskaya" and "Genius". The research was conducted in a long-term experiment with various fertilizer systems on calcareous chernozem. It was found that the use of by-products of crops as fertilizer, cultivated in field crop rotation, balances organic matter and nutrients in the soil. This can reduce the rate of application of mineral fertilizers for cultivation of winter wheat to: 100-150 kg ha<sup>-1</sup> of ammophos during pre-sowing, 100-150 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium nitrate during additional fertilizing in early spring, and 65 kg ha<sup>-1</sup> of urea during additional foliar fertilizing in the full blooming phase - the beginning of the formation of grain. The grain yield of winter wheat of the "Kuyalnik" variety cultivated after maize for grain was 2.2 t ha<sup>-1</sup> in the control with the natural fertility of calcareous chernozem (unfertilized since 1950) and 3.2 t ha<sup>-1</sup> on fertilized variants; after a rotation of winter wheat - 2.3 and 5.8 t ha<sup>-1</sup>, respectively; after a rotation of peas – 3.4 and 6.5 t ha<sup>-1</sup>. The productivity of the "Genius" (Germany) variety cultivated after peas for grain was high – 5.8-6.3 t ha<sup>-1</sup>. The increase in yield was 2-3 t ha<sup>-1</sup>. The additional foliar fertilization with urea significantly improved the quality of grain of "Antonovka" and "Blagodarka Odessaia" varieties, cultivated after peas, oats, maize for grain and sunflower, increasing the gluten content of the grain by 6-8%.

**Key words:** winter wheat, fertilizers, balance, nutrients, soil organic matter.

## INTRODUCERE

Specializarea gospodăriilor agricole la cultivarea culturilor de câmp fără sectorul zootehnic, cu folosirea ca îngășaminte a producției secundare și rămășițelor organice – miriștea, rădăcinile, necesită aprecierea sistemelor de fertilizare a culturilor de câmp, în deosebi, a grâului de toamnă, care ocupă în agricultura Moldovei 373 mii ha. Prioritatea mazării, grâului, porumbului, floarea soarelui ca premergători pentru grâul de toamnă este determinată de intensitatea descompunerii masei organice, încorporată în sol, care la rândul său depinde de conținutul chimic, de raportul C : N. Acest raport variază de la 22-25:1 pentru mazăre, 60-80:1 la grâu și porumb, 48-50 la floarea soarelui; în cernoziomul carbonat 10-12:1, gunoi de grajd 20-25:1. Cu cât raportul în masa organică este mai mic, în condițiile favorabile de umiditate, temperatură și aeratie a solului, cu atât intensitatea de descompunere a masei organice în sol este mai mare și invers (Zagorcea, 1990; Andries, 2007).

## MATERIALE ȘI METODA

Investigațiile au fost efectuate în experiențe de lungă durată la Stațiunea Experimentală "Chetrosu", pe cernoziom carbonat ușor argilos, cu conținut de humus - 2,5-2,7%, fosfor mobil (după Macighin) - 1,0-2,5 mg/100g sol, potasiu schimbabil - 18-24 mg/100g sol. A fost cultivat, grâul de toamnă sortul „Kuyalnik” (2014-2015), „Baștina” (2015-2016), „Antonovka”, „Blagodarka Odessaia” (2016-2017), „Genius” (2017-2018), după trei premergători: porumb la boabe, grâu și mazăre. Semănatul s-a efectuat cu semănătoare combinată grea cu introducerea îngășămintelor în timpul semănatului între rânduri. Norma de semănat – 6 mil/ha semințe și 100 kg/ha amofos. Primăvara la sfârșitul infrățirii grâului (17 martie 2016) s-a petrecut nutriția radiculară cu azotat de amoniu în doză de 100-150 kg/ha.

Condițiile meteorologice a anilor 2015-2018 au avut caracteristici egale și distinctive mediei multianuale. După cantitatea de precipitații toti 4 ani au fost aproximativ egali cu media

multianuală  $448 \text{ l/m}^2$ : 2014-2015 – 472,2; 2015-2016 – 520,9; 2016-2017 – 491,2 și 2017-2018 – 475,2  $\text{l/m}^2$ . Deosebiri au fost în repartizarea precipitațiilor în perioada de acumulare octombrie – martie, care au alcătuit 57,8; 50,0; 35,6 și 65,6% din cantitatea anuală, media multianuală , fiind 36,1%. Depunerile atmosferice, căzute în perioada de acumulare a anilor 2015, 2016 și 2018, formase în stratul de sol 0-100 cm la începutul lunii martie o rezervă maximală de umiditate productivă – 150-160  $\text{l/m}^2$ , în anul 2018 (29/III) – 226,4  $\text{l/m}^2$ , care au avut o influență favorabilă asupra productivității culturilor agricole.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În anul agricol 2014-2015 recolta grâului de toamnă sortul „Kuialnik”, cultivat după mazăre în asolamentul cu 8 sole, a fost relativ înaltă și a variat simțitor în dependență de postacțiunea diferitor sisteme de fertilizare și a acțiunii directe a amofosului (100 kg), folosit în timpul semănatului (figura 1). Pe variantele fără îngrășăminte recolta de boabe a constituit 1,43-1,51 t/ha, pe variantele sistematic fertilizate în trecut cu îngrășăminte minerale, organice și organo-minerale recolta de boabe a fost la nivelul 2,87-3,07 t/ha. Introducerea amofosului la semănatul grâului a mărit recolta de boabe pe toate variantele experienței cu 0,60-0,77 t/ha, atingând nivelul de 2,08-2,7 pe martor și 3,55-3,75 t/ha pe fonduri fertilizate.

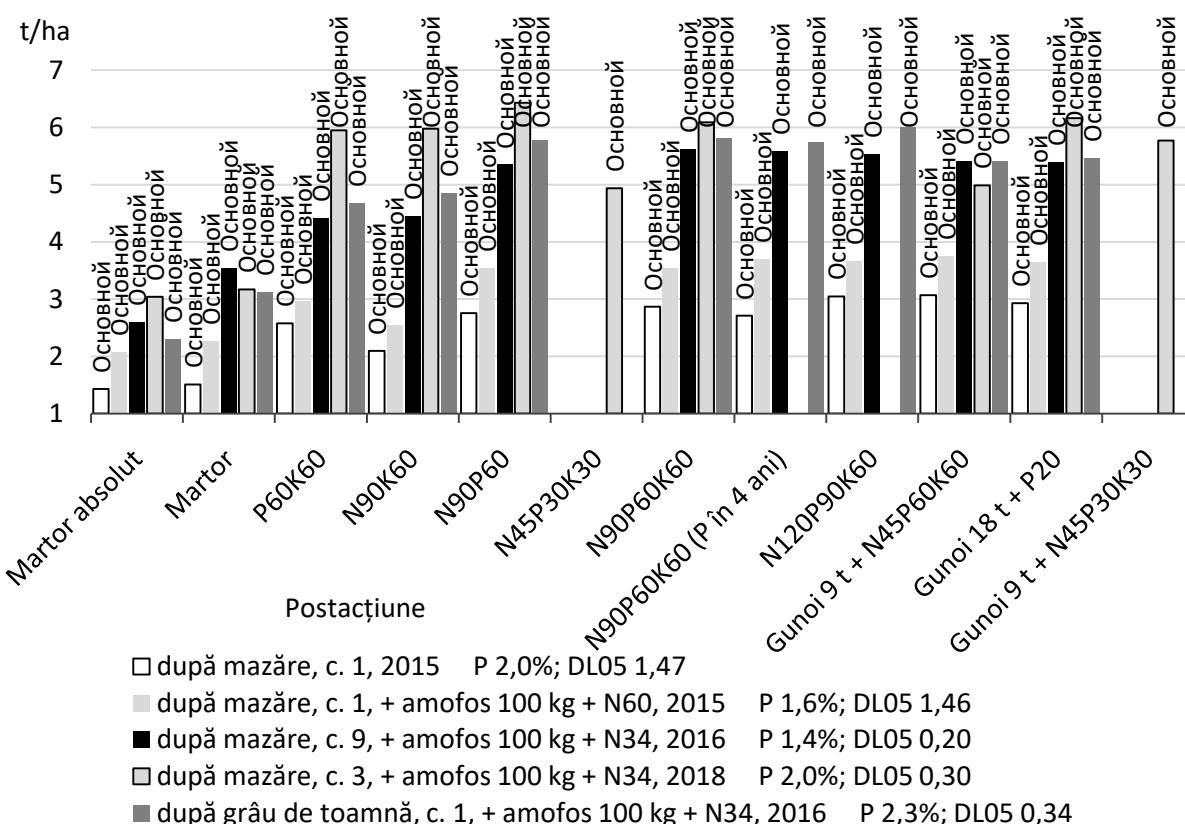


Figura 1. Recolta de grâu de toamnă, asolament cu 8 sole

Calitatea boabelor de grâu în condițiile anului dat a fost relativ înaltă: masa la 1000 de boabe a variat de la 28,6-30,0 g la martor până la 39-43 g pe fonduri fertilizate; masa volumetrică a variat de la 752 până la 770 g/l în probele luate în timpul recoltării roadei. În probele colectate la 29 iunie până la ploii (4 iulie –  $15,0 \text{ l/m}^2$ ), pentru determinarea structurii roadei, calitatea boabelor a fost relativ mai înaltă – masa volumetrică a variat de la 817 până la 854 g/l. De asemenea, în dependență de acești factorii a variat și conținutul de gluten – 20,3% pe martor absolut, 23,3% pe martor + amofos (100 kg) și 21,3-22,6% pe fonduri sistematic fertilizate în trecut, 27,2-27,7% sub influența amofosului pe aceste fonduri. Adausul conținutului de gluten sub influența amofosului la semănat a alcătuit 5%, calitatea glutenului a fost suficientă (IDK – 60-70).

În anul agricol 2015-2016 roadă de grâu sortul „Baştina”, cultivat după porumb la boabe, a alcătuit 2,13 t/ha pe martor fără îngrăşăminte și 2,9-3,2 t/ha pe fonduri sistematic fertilizate în trecut și acțiunea directă a fertilanților folosiți la semănat și la nutriția radiculară (figura 2).

Sporul în recoltă a alcătuit 0,8-1,0 t/ha boabe. După premergătorul grâu pe cernoziom carbonat recolta de boabe a alcătuit 2,31 t/ha pe martor absolut și 4,8-5,8-6,0 t/ha pe fonduri sistematic fertilizate în rotațiile precedente a asolamentului plus acțiunea directă a amofosului (100 kg/ha) la semănatul grâului și N<sub>34</sub> în nutriția radiculară primăvara. Adausul de roadă alcătuiește 2,6-2,8 t/ha boabe. Recolta grâului de toamnă cultivat după mazăre în asolamentul cu 8 sole, câmpul 9 a fost relativ înaltă și a variat în dependență de postacțiunea diferitor sisteme de fertilizare și a acțiunii directe a amofosului (100 kg la semănat) de la 2,6-3,5 pe martor până la 4,4-5,6 t/ha pe variante sistematic fertilizate în trecut cu îngrășăminte minerale, organice și organo-minerale. Adausul de roade a alcătuit 1,8-2,0 t/ha. Conținutul de gluten după premergătorul grâu a fost 18,8 pe martor și 23-26% pe fonduri fertilizate. După premergătorul mazăre la boabe în veriga cu postacțiunea lucernei în asolament – 26-30-32%.

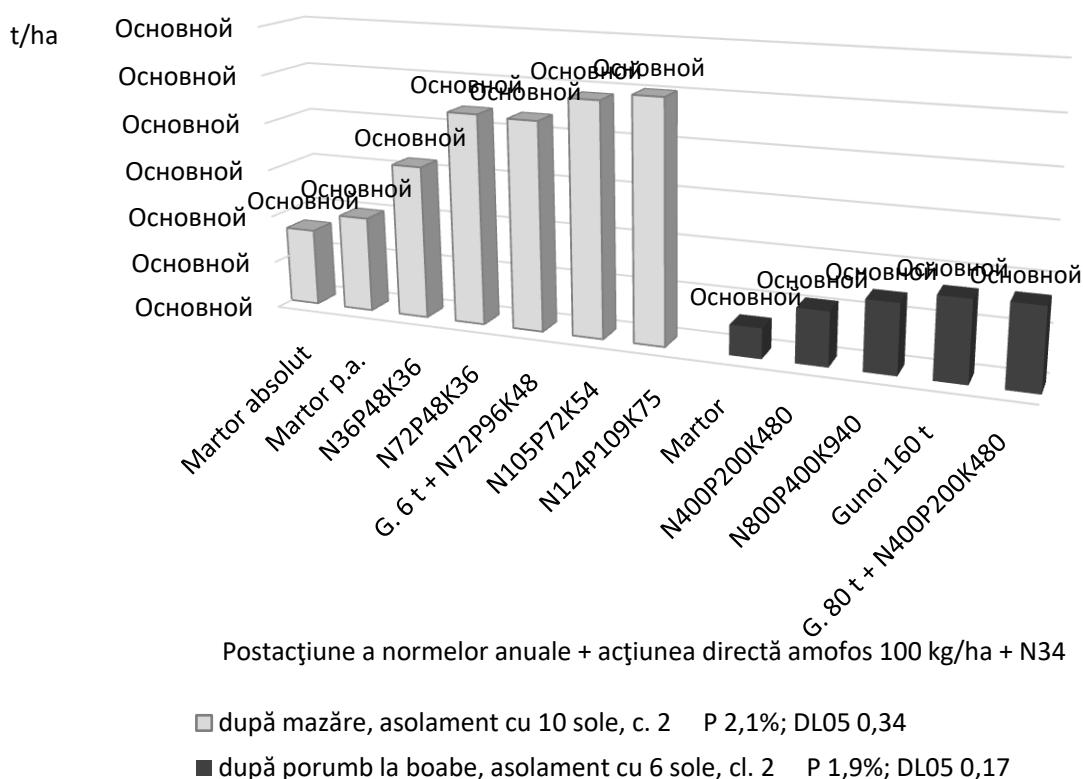


Figura 2. Recolta de boabe a grâului de toamnă „Baştina”, 2016

Calitatea boabelor la sortul „Blagodarka Odesskaia” și „Antonovka” a variat de asemenea în dependență de premergători și fertilizarea foliată. Masa volumetrică, precum și conținutul de gluten a fost mai mică după premergătorul porumb – 795 g/l și 16,8%, după floarea soarelui și ovăs concomitent 809 g/l, 18,8%; 810 g/l, 18,8%; după mazăre – 818 g/l, 22,8%. În rezultatul nutriției foliară calitatea boabelor de grâu să mărit simțitor. După porumb la boabe masa volumetrică s-a mărit până la 818 g/l – cu 23 unități, după floarea soarelui și ovăs 824-825 g/l – cu 15 unități, după mazăre – 835 g/l – cu 17 unități. Conținutul de gluten s-a mărit cu 10% după porumb, cu 9,2% după floarea soarelui, cu 3,2% după ovăs și cu 2,4% după mazăre. După floarea soarelui conținutul de gluten în boabele de grâu a fost mai mare – 28-30% pe ambele sorturi ce poate fi legată cu masa organică a recoltei secundare – tulpi și pălării relativ ușor descompuse în sol după recoltarea premergătorului și până la recoltarea grâului.

Grâul de toamnă, sort "Genius" (Germania), în anul 2017-2018 a fost cultivat după mazăre (figura 3). Potențialul genetic înalt a sortului de grâu, condițiile meteorologice favorabile

în perioada de vegetație a grâului și fertilizanții folosiți în timpul semănatului – amofos 150 kg/ha și 150 kg/ha azotat de amoniu în nutriția radiculară au format o recoltă înaltă de boabe 5-6 t/ha. Adausul de roadă față de martor fără îngrășăminte alcătuiește 2-3 t/ha boabe. Diferența de roadă pe variantele cu postacțiune a dozelor majorate de îngrășăminte organice, minerale și organo-minerale, folosite în rotațiile precedente a fost slabă – 5,8-6,3 t/ha.



Figura 3. Snopi de grâu de toamnă „Genius” după mazăre, 1 m<sup>2</sup>

Calitatea boabelor de grâu în condițiile anului dat a fost relativ înaltă și a variat în dependență de premergători și sisteme de fertilizare: masa la 1000 de boabe a variat de la 32-34 g pe martor până la 38-40 g pe fonduri fertilizate; masa volumetrică a variat de la 790 până la 810-820 g/l.

## CONCLUZII

În condițiile anului 2015 recolta de grâu „Kuialnic” a variat de la 1,4-1,5 t/ha pe martor până la 2,8-3,0 t/ha pe variante cu postacțiune a diferitor sisteme de fertilizare. Folosirea a 100 kg/ha de amofos la semănatul grâului și N<sub>60</sub> în nutriția radiculară a mărit recolta de boabe cu 0,60-0,77 t/ha. În condițiile anului 2016 recolta de grâu „Baștina” a variat în dependență de premergători, de postacțiunea și acțiunea directă a sistemelor de fertilizare. După porumb la boabe recolta a variat de la 2,1-2,2 pe martor până la 2,9-3,2 t/ha pe variante sistematic fertilizate; după grâu concomitent – 2,1-2,3 și 4,8-5,8; după mazăre – 3,1-3,4 și 5,8-6,0-6,5 t/ha. Sub influența sistemelor de fertilizare simțitor s-a mărit calitatea boabelor de grâu – masa la 1000 de boabe a variat de la 32-34 g pe martor până la 38-40 g pe fonduri fertilizate; masa volumetrică de la 790 până la 810-820 g/l. Conținutul de gluten după premergătorul grâu a fost 18,8 pe martor și 23-26% pe fonduri fertilizate, după premergătorul mazăre la boabe în veriga cu postacțiunea lucernei în asolament – 26-30-32%.

Productivitatea grâului de toamnă „Blagodarka Odesskaia” și „Antonovka”, calitatea boabelor în 2017 a depins de premergători și în deosebit de fertilizarea foliară. După porumb la boabe conținutul de gluten în boabe a fost joasă – 16,8%, pe fond fertilizat – 26,8%.

Premergătorul floarea soarelui a favorizat o productivitate înaltă a grâului de toamnă. Sortul de grâu "Genius", cultivat după mazăre în anul 2018, datorită fertilizanților folosiți în timpul semănatului și în nutriția radiculară, a format o recoltă înaltă de boabe 5,8-6,3 t/ha cu adausul față de martor fără îngrășăminte 2-3 t/ha boabe.

Productivitatea scontată a grâului depinde de condițiile meteorologice și umiditatea solului, coeficientul de valorificare a umidității de către plante (Andrieș, 2007), sistema de fertilizare, sistema de prelucrare a solului, protecția plantelor de boli și vătămători, potențialul genetic a culturii. Sistema de fertilizare sub roada scontată a grâului de toamnă în condițiile mediei multianuale a altor factori determinativi a productivității acestei culturi cuprinde: încorporarea în sol a recoltei secundare și a rămășițelor organice a premergătorului cu cantitatea necesară de azot, care reiese din raportul C:N - 22-25:1, optimal pentru mineralizarea masei organice, ori 1% din masa organică încorporată în sol; introducerea îngrășămintelor minerale în timpul semănatului grâului  $N_{12-18}P_{45-60}$  (amofos 100-150 kg/ha), ori uree 100 kg/ha, dacă conținutul de fosfor mobil în sol este mai mare de 2,5 mg/100g sol după Macighin.

## REFERINȚE

- Andrieș S. (2007).** Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Ch.: Pontos. 384 p.
- Indoitu D.M, Indoitu D.D. (2019).** Sistema de fertilizare a culturilor de câmp sub roada scontată în baza bilanțului echilibrat a masei organice și elementelor nutritive. In: Materialele Conf. națională cu participare intern. „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”. B.: S. n. „Indigou Color”, 52-57.
- Загорча К.Л. (1990).** Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. Кишинёв: Штиинца. 288 c.

# ДИАГНОСТИКА ОПУСТЫНИВАНИЯ СТЕПНЫХ И СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Антон ЖУМБЕЙ

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Проспект Ставки 194/1, Ростов-на-Дону, Россия, 194090,  
e-mail: lamar96@yandex.ru

**Abstract.** Desertification is a serious environmental process occurring in many regions of the planet, and leading to adverse natural and socio-economic consequences. In the Rostov region there are arid landscapes subject to desertification processes, on which the state of soils and vegetation has been monitored for many years. In this article, the territories of the southeastern regions of the Rostov region that belong to the arid and subarid steppes are selected. To assess the state of landscapes, the NDVI calculation method was applied using ArcGIS and QGIS software.

**Key words:** NDVI, desertification, monitoring, vegetation, arid landscapes.

## ВВЕДЕНИЕ

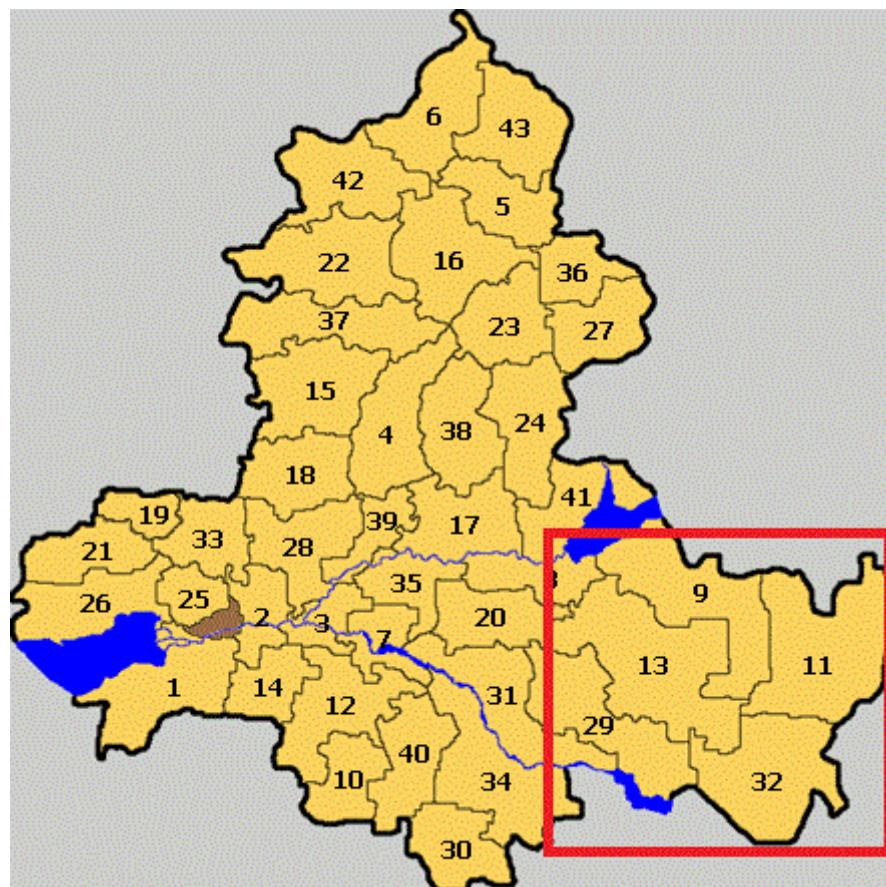
Деградация земель является комплексным процессом, ведущим к снижению почвенного плодородия (Kassas, 1999), особенно это характерно для аридных и субаридных регионов. В истории различных ландшафтов могут присутствовать периоды повышения аридизации или даже появления процессов опустынивания. На примере ландшафтов Средиземноморья J. Puigdefàbregas, T. Mendizabal (1998) показано, что при изучении влияния опустынивания необходимо проводить оценку взаимодействия внутренних регуляторных процессов ландшафта и внешних факторов среды, а также не имеет смысла пытаться изолировать ландшафт от деятельности человека, поскольку антропогенное воздействие на изучаемых территориях – неотъемлемый фактор, который невозможно исключить. Ландшафты обеспечивают связанные с ними сообщества – людей, домашний скот, естественную и фауну, - всем необходимым для существования. Но у каждого ландшафта есть свой лимит биомассы, который он может устойчиво производить для этого. Когда лимит превышается, биопродуктивность смещается и земли начинают показывать признаки деградации. (Kassas, 1999)

Для изучения масштабности процессов опустынивания применяются методы длительного наблюдения и картирования различных стадий аридной деградации ландшафтов (Залибеков и др., 2000). Используя накопленные материалы и карты определяется тенденция к циклическому или динамичному направлению процесса аридизации. Состояние растительного покрова является важным индикатором для оценки степени деградации почв (Zhangetal, 2004). NDVI (нормализованный вегетационный индекс) – наиболее широко применяемый индекс, показывающий плотность растительного покрытия и его состояние. NDVI активно реагирует на живую растительность, поскольку учитывает при расчете поглощение красного спектра хлорофиллом, поэтому его выгодно использовать для измерения «зелененности» (Lamchin, et al. 2015). Этот простой индикатор может использоваться для удаленного мониторинга, для картирования пространственно-временных изменений растительного покрова (Tucker, 1979).

## ИЗУЧАЕМАЯ ТЕРРИТОРИЯ

Юго-Восточная часть Ростовской области состоит из Пролетарского (31), Орловского (29), Заветинского (11), Зимовниковского (13), Дубовского (9) и Ремонтненского (32) районов (Рисунок 1). В сумме данные территории составляют площадь 23 553,75 км<sup>2</sup>. Согласно схеме засушливых земель России, построенной с учетом среднего многолетнего коэффициента увлажнения К. Торнгейма за период 1936 - 2000 гг., именно указанные территории входят в зону, ограниченную на севере и западе

изолинией 0,65 – зону сухих субгумидных и семиаридных земель (Золотокрылин, 2009). Опустынивание как процесс, по определению, может иметь место исключительно в засушливых землях и приравнивать его к понятию процесса деградации земель – ошибка. Аридизация климата является причиной природного опустынивания земель. Антропогенная деградация земель аридных зон усугубляет естественные процессы на фоне аридизации и при устраниении данного воздействия опустынивание не прекращается (Гунин, Панкова, 2004; Гунин, Микляева, 2006).



**Рисунок 1.** Административная карта Ростовской области с выделенным регионом исследования

Однако определение аридности по коэффициенту увлажнения без учета зонального деления растительности и почв не отражает реальную границу распространения опустынивания. Почвенные свойства определяют устойчивость растений к засухе и их выносливость на фоне засоления и засухи (Ковда, 1977). Также существуют условия, которые влияют на точность разных методов расчета испаряемости (Золотокрылин, Черенкова, 2009). Исходя из результатов работы Г.С.Куста и Н.Ф.Глазовского (2002), типичные степные ландшафты и часть лесостепных входят в зону опустынивания. Отсюда выбор территории исследования процессов опустынивания очевиден.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Первичный анализ состояния растительности проведен методом расчета NDVI. Для обработки космоснимки брались с открытого источника Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Снимки со спутника Landsat 8, полученные с помощью наборов инструментов Thermal InfraRed Sensor (температурный инфракрасный сенсор) и Operational Land Imager (оперативный земной тепловизор). Первый набор делает снимки в двух диапазонах дальнего инфракрасного спектра, а второй – в девяти диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного спектра. Полученные снимки в формате GeoTiff обрабатываются в программном обеспечении Quantum GIS и ESRI ArcGIS. Выбранные снимки в созданном проекте настраиваются на красный и инфракрасный

каналы. В красной области спектра лежит максимум поглощения излучения хлорофиллом высших растений, тогда как в инфракрасном – максимум отражения тканей листа. Таким образом, нормализованная разница между данными показателями объективно и безошибочно отделяет растительность от других объектов, а также с высокой точностью позволяет выяснить состояние растительности, ее плотность.

Расчет NDVI производится в программном обеспечении QGIS без необходимости применения расчетов вручную. Алгоритм расчета представляет собой формулу расчета NDVI (1), записанную в виде отношения разности и суммы значений инфракрасного и красного каналов.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Используемые численные значения для расчета являются единицами масштабированной шкалы от 0 до 255, которая отображает градации оттенков серого (Рисунок 2). Полученные единицы переводятся в дискретную шкалу, в которой 1% показателя равен одной единице индекса.



**Рисунок 2.** Дискретная шкала значений NDVI

На рисунке 3 приведены космоснимки, захваченные кадром: Заветинский, Зимовниковский, Ремонтненский, Дубовский, Орловский районы. Всего на данный момент обработано 7 космоснимков данного участка. Даты создания снимков: 15.04.2018, 18.06.2018, 21.08.2018, 18.04.2019, 25.04.2019, 04.07.2019, 23.07.2019.

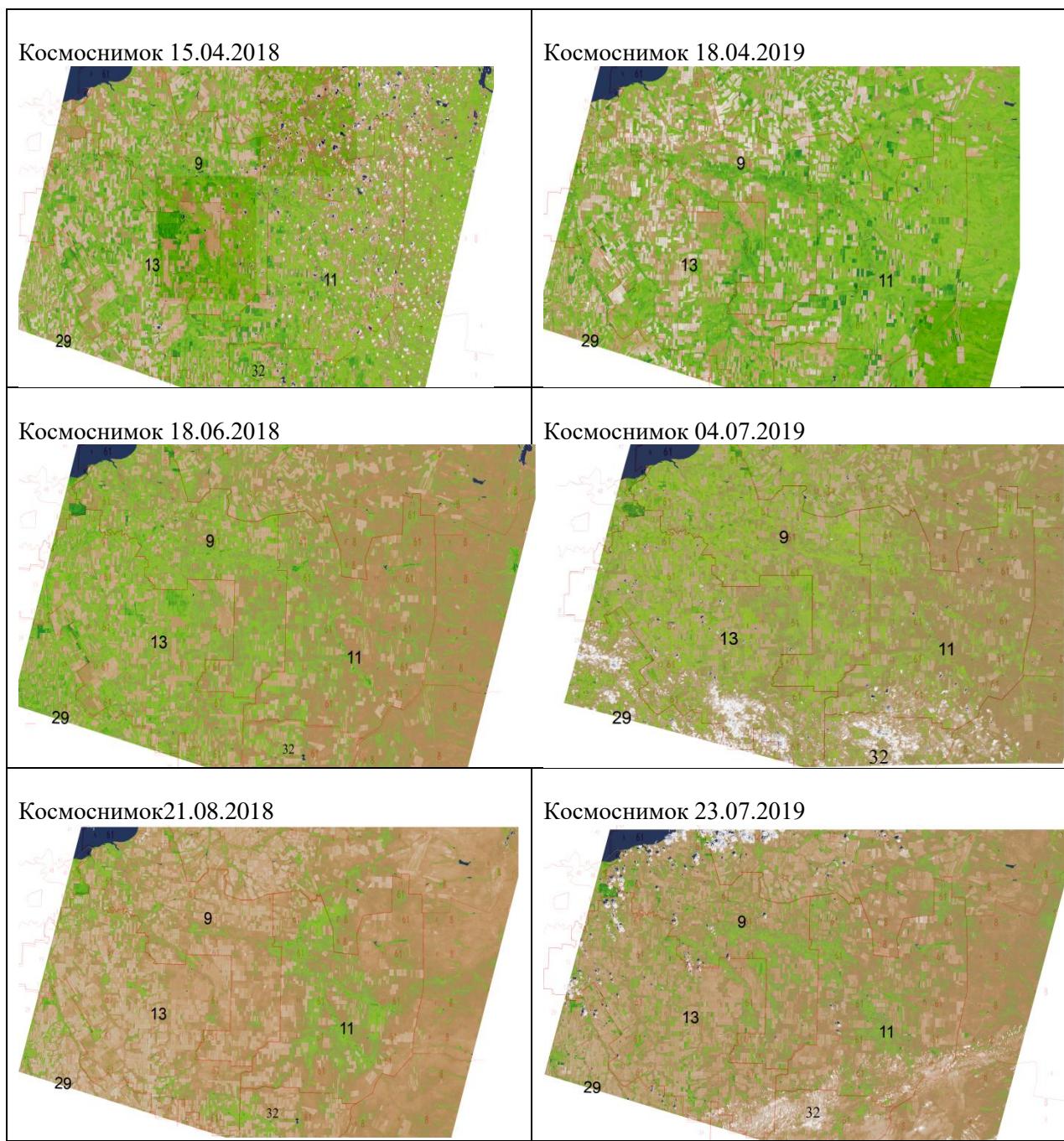
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные NDVI позволяют визуально определить динамику состояния растительности на изучаемой территории. В апреле 2018 года наблюдалось большое количество разливов талых вод, заполнявших понижения рельефа преимущественно в Заветинском районе. В 2018-м году зима был более снежной и низкие температуры держались до апреля, а к середине месяца началось потепление, сопровождавшееся массовым таянием снега. Картинка состояния растительности (Рисунок 3) показывает, что активная вегетация наблюдается на полях, где выращиваются озимые культуры. Озимые культуры из года в год составляют в Ростовской области порядка 70% посевных территорий.

18 июня 2018 г. Заметно, что тенденция к распространению активной растительности на полях сохраняется, но значения NDVI падают с 0,5–0,6 до 0,2–0,3. Это связано с вызреванием озимых злаков. Растительность на нераспаханных землях с апреля остается в таком же состоянии, поскольку в большинстве эти участки располагаются в понижениях рельефа, оврагах и возле водоемов. Однако, в сравнении с данными 2019 года заметна разница плотности растительного покрова в апреле и июне – начале июля. Весна 2018 года была более холодной с наступлением потепления уже в конце апреля – начале мая, что задержало массовый рост трав и листьев у кустарников. (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/34759.htm>) Доступные снимки Landsat за июль 2018 года сильно закрыты облаками, вследствие чего не представляется возможности изучить их.

Картина в августе 2018 и конце июля 2019 гг. сходная: озимые злаки уже убраны, на полях остались активно фотосинтезирующие культуры, на которые приходится порядка 30% полей в Ростовской области. Однако, следует обратить внимание на Заветинский район – в 2018 году наблюдалось большое количество талых вод с крупными зеркалами воды площадью до 200 га. Позднее, в июне и августе вегетация на этих

территориях наблюдается более активная, чем там же в августе 2019 года. Вероятно, данная тенденция объясняется увеличенным почвенным запасом влаги.



**Рисунок 3.** Динамика состояния растительного покрова на исследуемой территории Юго-Востока Ростовской области за период апрель-август 2018 и апрель-июль 2019 гг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Естественные процессы, влияющие на активность вегетации и плотность растительного покрова, представлены множеством факторов среды: количество осадков, запас влаги в почве, температура воздуха и почвы. Дистанционные методы исследования поверхности ландшафтов позволяют иметь данные о состоянии растительности и протекании глубинных процессов, влияющих на растительные сообщества. Планируется провести измерение альбедо поверхности и TGSI (индекс размера частиц верхнего слоя почвы) исследуемых ландшафтов, которые позволят сделать выводы о степени

деградированности почв в результате процессов опустынивания. Близкий по временному промежутку анализ не позволяет дать объективные данные об изменениях ландшафта, происходящих достаточно медленно. Полученные результаты отражают короткий период естественной динамики состояния растительности.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гунин П.Д., Микляева И. (2006).** Современные процессы деградации и опустынивания экосистем восточноазиатского сектора степей и лесостепей. Современные глобальные изменения природной среды. Т.1. М.: Научный мир. С.389-412.
- Гунин П.Д., Панкова Е.И. (2004).** О роли российских ученых в становлении концепции опустынивания аридных и полусаванненных экосистем. В: Почвы, биохимические циклы и биосфера. Развитие идей Виктора Абрамовича Ковды. Глазовский Н.Ф. (отв. ред.) М.: Товарищество научных изданий КМК. С.226-238.
- Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б., Асгерова Д.Б. (2009).** О действующей системе мониторинга почв аридных территорий. В: Аридные экосистемы. Т. 15. №4. М.: Товарищество научных изданий КМК. С.13-21.<https://elibrary.ru/item.asp?id=12957748&>
- Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. (2009).** Площадь засушливых земель равнин России. В: Аридные экосистемы. Т.15. №1. М.: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК. С.5-12.<https://cyberleninka.ru/article/n/ploschad-zasushlivykh-zemel-ravnin-rossii>
- Ковда В.А. (1977).** Земельные ресурсы и перспективы их дальнейшего освоения. В: Почвоведение. 1977. № 10. С. 5-14.
- Куст Г.С., Глазовский Н.Ф., Андреева О.В., Шевченко Б.П., Добринин Д.В. (2002).** Опустынивание, засухи и деградация почв. В: Деградация и охрана почв. М.: Изд-во Московского университета. С. 551-600.
- Kassas M. (1999).** Rescuing drylands: a project for the world. In: Futures. Vol. 31(9-10). P.949–958.[https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(99\)00054-3](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(99)00054-3)
- Lamchin M., Lee J.-Y., Lee W.-K., Lee E.J., Kim M., Lim C.-H., Choi H.-A., Kim S.-R. (2016).** Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. In: Advanced Space Research. Vol. 57. Iss. 1. P.64-77.<https://doi.org/10.1016/j.asr.2015.10.006>
- Puigdefábregas J., Mendizabal T. (1998).** Perspectives on desertification: western Mediterranean. In: Journal of Arid Environments. Vol. 39. Iss. 2.P. 209–224. <https://doi.org/10.1006/jare.1998.0401>
- Tucker C. J. (1979).** Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. In: Remote Sensing of Environment. Vol. 8. Iss. 2.P.127–150.[https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- Zhang T.-H., Zhao H.-L., Li S.-G., Li F.-R., Shirato Y., Ohkuro T., & Taniyama I. (2004).** A comparison of different measures for stabilizing moving sand dunes in the Horqin Sandy Land of Inner Mongolia, China. In: Journal of Arid Environments. Vol. 58. Iss. 2.P.203–214.<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2003.08.003>

# CLASSIFICATION OF BLACK SOILS, CHERNOZEMS AND CHERNOZEM-LIKE SOILS

Pavel KRASILNIKOV, Aleksey SOROKIN

Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University  
Leninskie gory, 1, building 12, Moscow, Russia, 119991  
e-mail: krasilnikov@soil.msu.ru

**Abstract.** For ages Chernozems were recognized as the most fertile soils in Eurasia; the scientific study of soils started from Chernozems. However, the concept of the genesis of Chernozems evolved since the 19th century. This evolution was somewhat circular because many researchers returned back to the theories that stressed the importance of excessive moisture in the past and specific paleoclimates in the formation of Chernozems rather than the contribution of current vegetative cover. The study of Chernozems and Chernozem-like soils throughout the world resulted in the amplification of the concept of the genesis of these soils. In places, we observe the convergence of soils of different genesis that leads to the formation of similar deep black soil horizons. Soil classifications reflect the diversity of Chernozem-like soils; some classifications are inclusive, and the others intend to divide black soils into several distinct groups. Taxonomic distance analysis shows that most Chernozems and Chernozem-like soils form a compact group, though dark-coloured Rendzinas and Vertisol-like soils show high dissimilarity with Chernozems.

**Keywords:** Dokuchaev, history of soil science, taxonomic distances, food security

## INTRODUCTION

The study of Chernozems started as early as in the 5<sup>th</sup> century DC when Herodotus mentioned exceptionally dark and deep soils in Scythia (Krupenikov et al., 2011). People working on these soils valued them for their natural fertility and used for denominating them their black colour as the most obvious feature. Black or dark soils, if present, are recognized and named after their colour in almost all the world cultures. The name “Chernozem” was widely used in Russia in the statistical books on land tenure and later appeared at the first general soil maps of European Russia. The distribution and origin of Chernozems were also studied in the 19<sup>th</sup> century by German agrogeologists in Eastern Europe and Russian Empire. A review of their views was given by Vasiliy Dokuchaev in 1883 in his seminal book “Russian Chernozem” (Dokuchaev, 1967). Before this publication black soils of South-Eastern Europe were regarded either as marine sediments (e.g. the theories of R. Murchinson and A. Petzgold) or dried peat lands (e.g. E.I. Eichwald, F.F. Wangenheim and some others). Dokuchaev argued that Chernozems were terrestrial soils formed under graminaceous vegetation; this book is considered to be the first publication that outlined the principles of contemporary soil science (Krupenikov, 1993). It should be recognized that folk understanding of the origin of Chernozems was correct from the very beginning: the farmers believed that Chernozems form due to the continuous accumulation of decayed plant roots. Also several researchers before Dokuchaev (e.g. M.V. Lomonosov and F.I. Ruprecht) believed that Chernozems are contemporary soils formed under graminaceous vegetation (see Krupenikov 1993). Dokuchaev made the most important step in the understanding of the genesis and geographical regularities in the distribution of Chernozems.

The total area of “black soils” with a dark-coloured surficial horizon is  $8.23 \times 10^6 \text{ km}^2$  in the world, which is 6.49% of the Earth's land surface, home to 6.6% of the world's population (Blum 2013). The area occupied by Chernozems in their current understanding along with the WRB concept is about 230 million hectares ( $2.3 \times 10^6 \text{ km}^2$ ). With a wide strip they pass through all of Eurasia from the Hungarian Pash to the uplands of Mongolia and the great plains of Northern China. In the Eastern Hemisphere they are formed mainly in the prairies of North America, while in the pampas of Argentine and Uruguay the soils resemble Chernozems, but

lack contemporary secondary carbonates in the profile (thin hard *tosca* layer is believed to be a relict feature).

The difference in the approaches to the classification of Chernozems resulted in the need for an inclusive concept that led to the establishment of the International Network of Black Soils (INBS) in the frames of Global Soil Partnership (GSP). The Harbin Communiqué adopted at the launch meeting of INBS in September 2018 define black soils as having the following core characteristics: 1) High organic carbon content as per the following: >1.2% for cold and temperate and >0.6% for tropical and subtropical regions, 2) dark to black coloured surface horizons, 3) thickness of dark to black surface horizons not less than 25 cm, 3) these horizons should have a high base saturation >50%, strong aggregate stability and high level of nutrient content (FAO, 2018). Even superficial comparison with common soil classifications shows that this definition is broad and not very accurate that seems natural because of the intention to cover all the dark-coloured fertile soils in the world. However, it is evident that the concept should not extend to the soils having dark colour but lacking high fertility typical for Chernozems and Chernozem-like soils: well-decomposed peat soils, dark coloured volcanic soils, black Vertisols and soils derived from lignite shale's and other dark parent materials. In this study we tried to limit the concept of black soils to those soils that have common features and form more or less compact conceptual group using the methods of taxonomic distance assessment.

## MATERIALS AND METHODS

We compared the properties of Chernozems and Chernozem-like soils obtained from three national and international soil databases. The United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service's National Cooperative Soil Survey Soil Characterization Data and the National Soil Information System served as a basis for grouping the Mollisols (Soil Survey Staff, 1999). The database was evaluated for the database quality to provide continuous pedon data with taxonomy-related information. The final dataset contained 6307 pedons for 32 Mollisol Great Groups (GGr). The ISRIC-WISE v3.1 dataset was used to serve the centroids of Reference Soil Groups (RSGs) of the WRB (IUSS Working Group WRB, 2015). The WISE dataset is a compilation of soil profiles data, collected from 149 countries worldwide (Batjes, 2008, 2009). There were eight related RSGs selected for this study. This resulted in a total of more than 1770 profiles included in the calculation from the WISE 3.1 database. The third dataset was obtained from available data from Russia because Russian Federation possesses the most extensive area of black soils, where only the area of Chernozems *sensu stricto* equals to 122 million hectares (Krasilnikov et al., 2018). The major part of the Russian dataset was obtained from the Soil-geographic database of Russia, the project of Dokuchaev Society of Soil Scientists ([www.db.soil.msu.ru](http://www.db.soil.msu.ru)). Totally we used the data for 668 soil profiles of eight selected soil types (SoTs).

For allocating profiles in the space of properties we used integral characteristics of the profile such as the depth of the upper limit of a hardened layer or of the maximum of concentration of carbonates, or the maximum or minimum values in the entire profile, or integral values for the layers 0-25 and 0-100 etc. (Table 1). This approach allows describing a soil profile with a single point in the coordinates of the two principal components. There were 31 dominant identifiers used for this study, taking the available data and the representation of every selected group into consideration. Some of the properties might seem repetitive, but in fact, reflected the properties that had different pedogenetic interpretation and importance for soil use. For example, Max-Clay (0-150) was a value reflecting maximum clay content in the profile within the 150 cm, avg-Clay (0-20) – the average clay content in the surficial horizon, and avg-Clay (0-100) – the average clay content within the upper 100 cm of the soil. The calculations were done from the first mineral horizon, counting as a top, respectively to the depth of appearance of each attribute. The parent material (C horizon) was also included in the calculations, as no *a priori* conclusions about the evidence of pedogenesis were made.

**Table 1. List of major identifiers**

Max-CaCO <sub>3</sub> _Top	Upper limit of the horizon with maximum CaCO <sub>3</sub> concentration
Min-pH_H <sub>2</sub> O	Minimum pH (H <sub>2</sub> O) in the layer 0-100 cm
Max-pH_H <sub>2</sub> O	Maximum pH (H <sub>2</sub> O) in the layer 0-100 cm
Max-Gypsum	Maximum gypsum in the layer 0-100 cm
Max-CaCO <sub>3</sub>	Maximum CaCO <sub>3</sub> concentrationin the layer 0-100 cm
Max-OC	Maximum organic carbon concentration in the layer 0-100 cm
Bottom_of Max-OC	Lower limit of the horizon with maximum organic carbon concentration
Max-Clay(0-150)	Maximum clay content in the layer 0-150 cm
cec@Max-Clay	Cation exchange capacity in the horizon with the maximum clay content in the layer 0-150 cm
Double Clay Depth	Upper limit of the horizon with a double increase in clay content compared to overlaying horizon
Max-exch Na	Maximum exchangeable Na content in the layer 0-100 cm
Max-SAR	Maximum sodium absorption ratio in the layer 0-100 cm
NewTop-SecCarb	Upper limit of the horizon with secondary CaCO <sub>3</sub>
NewTop-Redox	Upper limit of the horizon with redox features
NewTop-Duripan	Upper limit of the horizon with duripan feature
NewTop-Lithic	Upper limit of the horizon with lithic contact
NewTop-Contrlayer	Upper limit of the cemented or compact layer
Avg-R (0-20)	Weight average of R-part of RGB colour system in the layer 0-20 cm
Avg-G (0-20)	Weight average of G-part of RGB colour system in the layer 0-20 cm
Avg-B (0-20)	Weight average of B-part of RGB colour system in the layer 0-20 cm
Avg-OC (0-25)	Weight average of organic carbon in the layer 0-25 cm
Avg-OC (0-50)	Weight average of organic carbon in the layer 0-50 cm
Avg-OC (0-100)	Weight average of organic carbon in the layer 0-100 cm
Avg-CEC (0-100)	Weight average of cation exchange capacity in the layer 0-100 cm
Avg-BS (0-25)	Weight average of base saturation in the layer 0-25 cm
Avg-BS(25-50)	Weight average of base saturation in the layer 25-50 cm
Avg-BS (0-100)	Weight average of base saturation in the layer 0-100 cm
Avg-Clay (0-20)	Weight average of clay(<0.002) content in the layer 0-20 cm
Avg-Clay (0-100)	Weight average of clay(<0.002) content in the layer 0-100 cm
Avg-Sand (0-100)	Weight average of sand(>0.05) content in the layer 0-100 cm
Avg-EC (0-50)	Weight average of electric conductivity in the layer 0-50 cm

The calculated mean feature values were weighted on the thickness of the horizon for each soil units. When the identifier was referred to a depth of occurrence of a certain property, and the defined criteria were not fulfilled, the maximum value of 200 cm was assigned. The depth of 200 cm was chosen based on the maximum depth criteria occurring in the WRB key (Lang et al., 2013). The final features were derived as simple arithmetic means and the distance matrix was calculated to study the correlation between the Russian classification and the WRB, and Russian Classification and Soil Taxonomy.

## RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of the consistency of the Mollisol Order in Soil Taxonomy showed that most of the GGs are similar to each other and thus Mollisols constitute a natural group of soils (Figure 1). However, there are two important exceptions: Haplrendolls and Durustolls. These two GGs are quite different from the others, most probably due to the presence of solid rock or cemented layer in the profile. It might seem mysterious that Durustolls differ also from Duraquolls and

Durixerolls, but the possible explanation is that generally Durustolls have cemented horizons closer to the surface. We believe that for shaping the big centroids of the new Universal Soil Classification System the soils with shallow profile should be separated, as it has been done in most world soil classifications, including WRB.

The taxonomic distance between the majority GGs is relatively small comparing to that between RSGs and WRB RGs (Figure 1, Table 2). It indicates that the Soil Taxonomy GGs have lower absolute taxonomic level than the RSGs and especially World Reference Base RSGs. The analysis shows that in some cases the GGs differing only in moisture regimes had low taxonomic distances, like in the case of Peleudolls, Paleustolls and Paleixerolls. In other cases soils with ustic and xeric moisture regimes were similar, while soils with the udic regime were different, e.g. in the case of Calciustolls and Calcixerolls versus. Calciudolls. For some GGs the moisture regime resulted in big distances between all the GGs. Aquic moisture regime and cryic temperature regime almost in all the cases resulted in different properties. In summary, there is no general rule, and pedogenetic analysis is needed in each particular case. The practical outcome of the analysis is the conclusion that the GGs with the same great group prefix ("Natr-", "Pale-", "Calci-" etc.) but different moisture and temperature regimes cannot be automatically joined in one centroid.

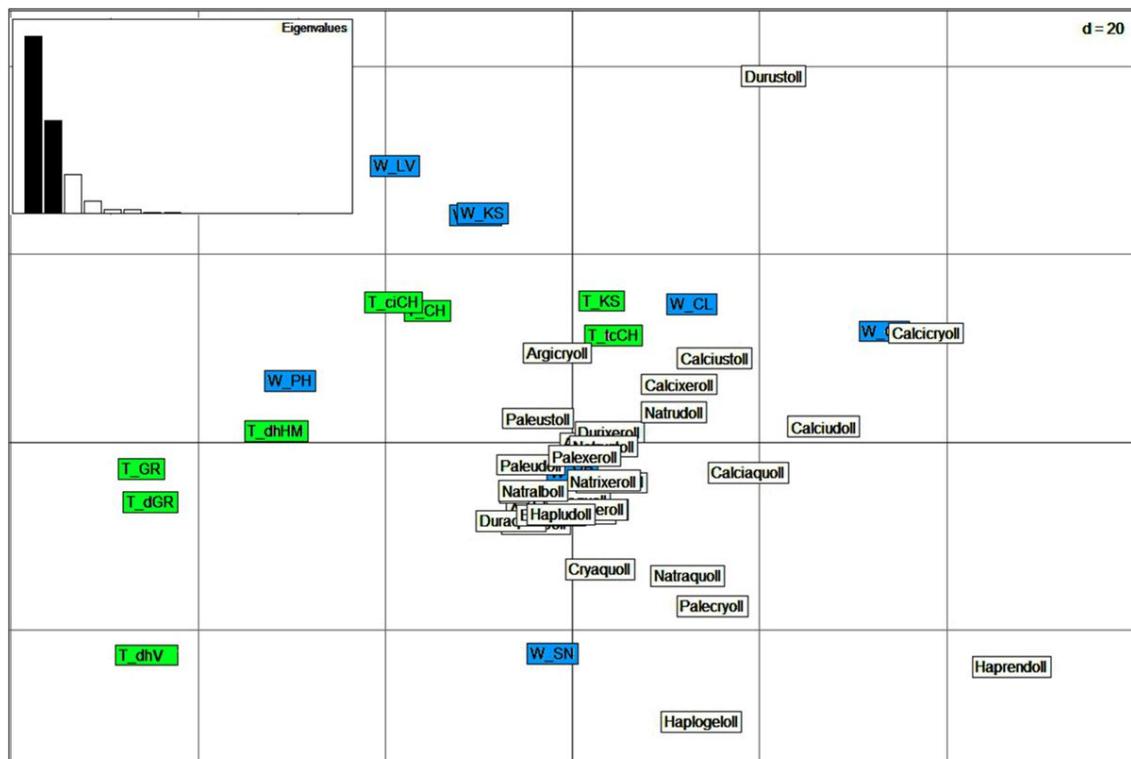


Figure 1. Principal coordinate analyze for RSC Types, WRB RSGs and ST GGs; white boxes – ST GGs, green boxes – RSC Types, blue boxes – WRB RSGs

**Table 2. Explanations for the abbreviations for Figure 1**

WRB RSGs	Abbreviations	RSC Types	Abbreviations
Chernozems	W_CH	Chernozems	T_CH
Kastanozems	W_KS	Clay-illuvial chernozems	T_ciCH
Phaeozems	W_PH	Textural-carbonate chernozems	T_tcCH
Calcisols	W_CL	Dark-humus compact (vertic) soils	T_dhv
Gypsisols	W_GY	Dark-grey soils	T_dGR
Solonetz	W_SN	Grey soils	T_GR
Vertisols	W_VR	Hydro-metamorphic dark-humus soils	T_dHM
Luvisols	W_LV	Kashtanozems	T_SK

In general, the taxonomic distances between the Russian types are bigger than between the Soil Taxonomy GGs (Figure 1). Bigger distance between the groups indicates the difference between soil classes on a higher hierarchical level. Most probably, the level of the Russian soil types is somewhat higher than that of the Soil Taxonomy GGs. It is confirmed by the comparison of the number of taxa at the above-mentioned levels in two classifications: there are 344 GGs in Soil Taxonomy, and 227 types in Russia. It should be also noted that almost half of the soil types in Russian classification are “agrotypes” that cultivated analogues of natural soils.

The distance between the majority of RSGs and the main cloud of the GGs is also large. The best correlation to Soil Taxonomy GGs was shown by Russian steppe and dry-steppe soil types: clay-illuvial chernozems, chernozems, textural-carbonate chernozems and kashtanozem. This result can be explained by the fact that the USA (excluding Alaska) is a more southern country than Russia, so their classification system likely better describes the soils and soil properties found in their landscapes. The close correlation of textural-carbonate chernozems to Argiustolls may be a result of erroneous pedogenetic interpretation of the textural-carbonate chernozems in the Russian soil classification (Shishov et al., 2004): the cutans on the peds’ surfaces in the B horizon are referred in the text as clay coatings, while most probably they are stress-cutans.

Large distance between the northern Russian soils (grey soils, dark-grey soils and hydro-metamorphic dark-humus soils) and the main cloud of soils with mollic horizon reflects the fact that such objects are not covered by the US databases, though most probably these soils with dark topsoil would formally fall into the definition of a Mollisol. We believe that most contradictions between the two systems may be harmonized by extending the databases. Including data from the Canadian databases could change radically the correlation matrix.

The difference between a compact (vertic) soil and soils with a mollic horizon is due to a striking difference in their properties. It is recommended to keep Vertisols and even soils with vertic properties in another cluster.

In general, the WRB RSGs have smaller taxonomic distances to the Russian types and the relation between the two systems is easier to interpret in pedogenetic terms. To some extent the similarity of the results may be explained by the geographical proximity of the datasets because WISE database includes numerous soil profiles from Europe.

## CONCLUSIONS

We successfully applied a centroid-based approach for taxonomic distance calculation among the black soils extracted from the databases in the Russian Classification System to two international classification systems Soil Taxonomy and World Reference Base. This method may be a helpful tool for understanding the genetic relations between soils and for detecting natural groups of soil taxa.

Most Chernozems and Chernozem-like soils had small taxonomic distances thus forming a distinct cluster. However, shallow soils (rendzinas) and soils with a hardpan stayed far from the main cluster. Also, most soils with clay illuviation features differed from the central concept of Chernozems. In the Russian classification, chernozem-like compact soils with the properties close to Vertisols strongly differed from the rest of the black soils cluster.

There is a distinct geographical bias in the taxonomic distances between the soils extracted from different databases. Russian database is in better agreement with the WISE database, which includes many profiles from Europe. The US database reflects the specific features of the environments and soils of the North American continent.

## ACKNOWLEDGEMENT

The research was partly supported by the grant of the Russian Science Foundation “Multilevel regional pedogeographic models as a basis of sustainable soil management”, project No. 17-17-01293.

## REFERENCES

- Batjes N.H. (2008).** ISRIC-WISE Harmonized Global Soil Profile Dataset (Ver. 3.1). Report 2008/2. ISRIC - World Soil Information, Wageningen, The Netherlands.
- Batjes N.H. (2009).** Harmonized soil profile data for applications at global and continental scales: updates to the WISE database. In: *Soil Use and Management*. V. 25, 124–127.
- Blum W.E.H. (2013).** Soil and land resources for agricultural production: General trends and future scenarios-a worldwide perspective. In: *International Soil and Water Conservation Research* V. 1, Nr. 3, 1-14.
- Dokuchaev V.V. (1967).** Selected works of V.V. Dokuchaev, V. I – Russian Chernozem (Russkii chernozem). – Israel Program for Scientific Translations Ltd., Translated by N. Kaner, S. Monson, Jerusalem, 419 pp.
- FAO (2015).** Status of the World's Soil Resources (SWSR)–Main Report. – Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 650 pp.
- FAO (2018).** International network of Black Soils. URL: <http://www.fao.org/global-soil-partnership/intergovernmental-technical-panel-soils/gsoc17-implementation/internationalnetworkblacksoils/it/> (consulted 08.11.2018)
- IUSS Working Group WRB (2015).** World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.
- Krasilnikov P., Sorokin A., Golozubov O., Bezuglova O. (2018).** Managing chernozems for advancing SDGs. In: R.Lal, R. Horn & T. Kosaki (Eds.), *Soil and Sustainable Development Goals. GeoEcology Essays*, pp. 175–188. Catena-Schweizerbart Stuttgart.
- Krupenikov I. A. (1993).** History of soil science: from its inception to the present. – AA Balkema: Rotterdam. 350 pp.
- Krupenikov I.A., Boinean B.P., Dent D. (2011).** The black earth: ecological principles for sustainable agriculture on chernozem soils. Springer Science & Business Media. 146 p.
- Lang V., Fuchs M., Waltner I., Micheli E. (2013).** Soil taxonomic distance, a tool for correlation: As exemplified by the Hungarian Brown Forest soils and related WRB Reference Soil Groups. In: *Geoderma*. V. 192, 269-276.
- Michéli, E., Láng, V., Owens, P. R., McBratney, A., Hempel, J. (2016).** Testing the pedometric evaluation of taxonomic units on soil taxonomy—A step in advancing towards a universal soil classification system. In: *Geoderma*. V. 264, 340-349.
- Shishov L.L., Tonkonogov V.D, Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. (2004).** Classification and diagnostic of Russian soils. Oykumena, Smolensk, Russian Federation (in Russian).
- Soil Survey Staff (1999).** Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service.U.S. Department of Agriculture Handbook 436.

# ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

**КРИВЕНКО Анна, ПОЧКОЛИНА Светлана, БЕЗЕДЕ Наталия**

Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция

Национальной академии аграрных наук Украины, 67667, Одесская обл., Беляевский район, снт Хлебодарское, ул. Маякскаядор., д. 24, [svetlanalozovsk@gmail.com](mailto:svetlanalozovsk@gmail.com)

*Annotation. The article presents the research results on the study of different methods of cultivating the soil to the height of plants, the yield of green mass in green manure, and also the yield of winter wheat grains. Data were obtained on the agrochemical composition of green mass of green manure crops, in % on absolutely dry matter, as well as data on the accumulation of nutrients in the organic mass of green manure crops. Highlighted the relevance of the use of green manure crops in organic farming.*

**Key words:** green manure, crop, tillage, green mass composition.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы очень быстрыми темпами развивается производство органической продукции, а это предусматривает ведение органического земледелия. На современном этапе в Украине наблюдается позитивная динамика в увеличении площадей сельскохозяйственных угодий, которые заняты под органическим земледелием. Например, за период с 2006 по 2016 годы площади увеличились в 1,7 раза, то есть в 2016 году они составляли 242,0 тыс. га, а в 2016 году – 421,5 тыс. га (Шкуратов, 2015; Мартынюк, 2017). Значительное внимание в системе органического земледелия уделяют сидеральным культурам. Анализ литературы свидетельствует, что для сидерации используют более 60 разных культур (Авраменко, 2003; Жирмунская, 2006; Лихочвор, 2008; Довбан, 2009; Поспелов, 2011).

Сидераты – растения, которые выращивают перед посевом основной культуры, для обогащения почвы полезными элементами. Они обновляют запасы гумуса, улучшают структуру почвы, повышают плодородие верхнего пахотного слоя. Эти растения неприхотливы, и холодостойки, поэтому их можно высевать даже ранней весной и осенью. В некоторых областях сидераты сеют в начале октября, и до наступления холода они успевают нарастить необходимую зеленую массу. Способов использования этого «зеленого удобрения» достаточно много. Данный тип растений снижает кислотность почвы, помогает накапливать в верхних горизонтах полезные макроэлементы, ускоряет микробиологические процессы (Олейник, 2016).

Под сидерацией следует понимать заделку не только надземной части, а и корневой системы, то есть всей растительной массы. Корневые остатки и запаханная в почву надземная масса растений является источником энергии для почвы и кормом для почвенных организмов. В результате стимулируется жизнедеятельность микроорганизмов и стабилизируется почвенная структура. Бобовые сидеральные культуры содержат значительное количество азота, который может использоваться последующими культурами. Большинство сидеральных культур повышают усвояемость минеральных веществ, которые содержатся в почве, с помощью своих корневых выделений. Сидеральные культуры покрывают почву и тем самым подавляют рост сорняков и защищают его от вредных метеорологических явлений (Горб, 2017).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть была выполнена в 4-х севооборотах, т.е. 1-й севооборот начинается с черного пара, 2-й – с сидерального пара, 3-й – со смеси гороха и горчицы белой на сидерат и 4-й - с гороха на зерно. Севообороты накладывались на четыре системы основной обработки почвы (отвальная, дифференцированная, безотвальная и мелкая). Для проведения полевых и лабораторных исследований на южных малогумусных черноземах были подобраны разные по биологическим особенностям сельскохозяйственные культуры на зеленые удобрения. В качестве сидеральных культур применяли вику озимую, горох в смеси с горчицей белой, горчицу белую в смеси с горохом.

При закладке и проведении полевых исследований, использовали обще научные и специфические методы: полевые – для выявления влияния зеленого удобрения на агрохимические показатели чернозема южного малогумусного и его последействие на урожай пшеницы озимой; лабораторно-аналитические – для определения агрохимических показателей почвы, а также наблюдение за растениями и условиями окружающей среды; математической статистики – для дисперсионного анализа результатов исследований. Лабораторные анализы растительного материала проведены с помощью аттестованных и стандартизованных методов с последующей статистической обработкой данных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экспериментальные данные свидетельствуют (Таблица 1), что наибольшее количество надземной массы накапливает вика озимая. В засушливых условиях 2018 года эта культура сформировала урожайность зеленой массы в зависимости от основной обработки почвы от 13,3 до 15,2 т/га, а в среднем 14,5 т/га. Это в 2,0-2,5 раза меньше, чем в прошлые годы. Горох в чистом виде за этот же период накопил лишь 7,6 т/га, т.е. почти в 1,9 раза меньше, чем вика озимая. Смесь гороха с горчицей белой образовала надземную массу в 1,6 раза больше, чем горох в чистом виде, однако меньше в 1,2 раза по сравнению с викой озимой.

Таблица1. Урожайность зеленой массы культур в сидеральных парах в зависимости от систем основной обработки почвы, т/га, по состоянию на 28 мая 2018 г.

Обработка почвы	Культура				Горох + горчица (смесь)	Среднее
	вики озимая	горох в чистом виде	горох в смеси с горчицей	горчица в смеси с горохом		
Отвальная	13,3	8,1	3,3	9,5	12,8	8,6
Дифференцированная	14,6	6,5	1,7	9,3	10,9	8,0
Безотвальная	15,1	8,5	2,7	9,5	12,3	9,0
Мелкая	15,2	7,3	2,5	8,5	11,0	8,4
Среднее	14,5	7,6	2,6	9,2	11,8	8,5

У варианта гороха в смеси с горчицей была зафиксирована наименьшая урожайность зеленой массы – 2,6 т/га по сравнению с другими культурами.

Он сформировал массу в 2,9 раза меньше, чем в чистом виде однокомпонентный посев. Это свидетельствует о том, что эта культура угнетается горчицей, урожайность которой была выше гороха в чистом виде в 1,2 раза, а гороха в смеси – в 3,5 раза.

Относительно основной обработки почвы, как видим из таблицы, тенденцию наиболее лучшего влияния на формирование урожайности зеленой массы (9,0 т/га) просматривается при безотвальной обработке почвы, а тенденцию найхудшего влияния оказывает дифференцированная обработка почвы – 8,0 т/га.

Урожайность зеленой массы вики озимой, которая размещалась по сидеральному пару, сформировала массу в 1,6-5,6 раза больше по сравнению с другими культурами. Это обусловлено тем, что высота растений вики озимой выше других предшественников в 1,1-4,1 раза.

Показатели высоты культур, которые изучали, подтверждают, что горчица в смеси угнетает горох (Таблица 2). Горчица прорастает быстрее гороха, развивается быстрее и имеет большую высоту, чем горох, поэтому не только затеняет, а и угнетает его рост. Высота гороха в смеси с горчицей была меньше на 10,9 см по сравнению с горохом в чистом виде. Горчица в смеси с горохом сформировала большую высоту по сравнению с горохом в смеси с горчицей на 75,7 см и по сравнению с горохом в чистом виде – на 54,8 см.

Таблица 2. Высота культур (см) в сидеральных парах в зависимости от систем обработки почвы, по состоянию на 28 мая 2018 г.

Обработка почвы	Культура				Среднее	
	горох в чистом виде	горох в смеси с горчицей	горчица в смеси с горохом	вики озимая	см	%
Отвальная	38,0	26,5	90,3	104,3	64,8	100
Дифферинцированная	35,8	26,5	90,0	102,1	63,6	98,1
Безотвальная	38,7	26,4	91,8	105,6	65,6	101,2
Мелкая	34,3	23,7	93,7	104,8	64,1	98,9
Среднее	36,7	25,8	91,5	104,5	89,5	-

В целом, наибольшая высота растений была сформирована при безотвальной обработке почвы, которая составила 65,6 см, т.е. на 1,2% больше по сравнению с отвальной обработкой почвы.

Анализ химического состава зеленой массы культур свидетельствуют (Таблица 3), что самое высокое содержание азота наблюдается у вики озимой (1,8% на сухое вещество). Вика озимая накапливает не только наибольшее количество азота, а также и других питательных веществ, таких как протеин (15,6 %). В значительном количестве (0,46 %) в ней содержится и калий.

Таблица 3. Агрохимический состав зеленой массы в сидеральных парах

Культура	Содержание влаги, %	% на сухое вещество			
		азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	протеин
Вика озимая	70,3	1,80	0,27	0,46	15,06
Горох в чистом виде	74,7	1,08	0,22	0,31	9,46
Горох в смеси с горчицей белой	71,7	1,10	0,17	0,25	10,46
Горчица белая в смеси с горохом	69,1	1,36	0,64	0,78	13,53

Горчица белая накапливает относительно больше фосфора и калия. На сухое вещество это составляет 0,64 и 0,78%.

У горчицы белой азота больше, чем у гороха. Она также имеет лучшие показатели по фосфору (0,64%) и калию (0,78%). Горох в смеси с горчицей белой имеет тенденцию к увеличению содержания зота (1,10% вместо 1,08), чем горох в чистом виде. Это очень интересный факт. Растения гороха в смеси с горчицей белой угнетаются и формируют в 2,5 раза меньший вес биомассы, однако процент содержания азота увеличивается по сравнению с горохом в чистом виде. Такое явление обусловливается тем, что горчица увеличивает содержание доступных форм фосфора в почве, которые частично используются горохом, а это, в свою очередь, способствует увеличению содержания азота в биомассе этой культуры.

В целом смесь горчицы с горохом дает наиболее высокий выход питательных веществ, в частности таких макроэлементов, как азот, фосфор и калий.

Горох в смеси с горчицей имеет достаточно высокие показатели по содержанию азота (1,1%) и по содержанию протеина (10,46%) и превышает по этим показателям горох в чистом виде.

Процентное соотношение питательных веществ позволяют рассчитать в количественном выражении накопление действующего вещества на 1 га пахоты. Данные таблицы свидетельствуют (Таблица 4), что вика озимая накапливает в среднем 79,2 кг/га азота, горох – 20,5, смесь гороха с горчицей – 7,7, т.е. в соответствующей пропорции 1 : 0,28 : 0,33. В зеленой массе вики озимой было зафиксировано достаточно высокое содержание и других питательных веществ. Например, в зеленой массе вики озимой, которая была получена с одного гектара, насчитывалось фосфора – 11,8 кг, калия – 20,2 кг и протеина – 662,6 кг.

Таблица 4. Накопление питательных веществ в органической массе сидеральных культур

Культура	Урожайность биомассы, т/га		кг/га д. в.			
	сырой	сухой	азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	протеин
Вика озимая	14,5	4,4	79,2	11,8	20,2	662,6
Горох в чистом виде	7,6	1,9	20,5	4,1	5,8	179,7
Горох в смеси с горчицей белой	2,6	0,7	7,7	1,1	1,7	73,2
Горчица белая в смеси с горохом	9,2	2,9	39,4	18,5	22,6	392,3
Смесь гороха с горчицей белой	11,8	3,6	47,1	19,6	24,3	465,5

Горчица белая имеет в 1,6 раза больше фосфора по сравнению с викой озимой. Накопление фосфора викой, горохом в чистом виде и смесью гороха с горчицей выглядит так: 1 : 0,37 : 1,66. Зеленая масса гороха в чистом виде накопила в 2,5-3,7 раз больше питательных веществ, чем зеленая масса гороха в смеси с горчицей белой. Калия больше накапливается в биомассе горчицы белой (22,6 кг на 1 га д.р.). Соотношение вики озимой, гороха в чистом виде и смеси по накоплению калия выглядит так: 1 : 0,29 : 1,20. Приведенные данные свидетельствуют, что горох в чистом виде нецелесообразно использовать на зеленое удобрение.

Питательные вещества в сидеральных парах с викой озимой имеют такое соотношение: азот - 1: фосфор - 0,14: калий - 0,26. В сидеральном паре с горохом и горчицей соответственно: азот - 1: фосфор - 0,42: калий - 0,52. Сравнение этих соотношений свидетельствует о том, что в смеси гороха с горчицей они наилучшие. Избытока зота в сидеральных парах с викой озимой может привести к перерастанию вегетативной массы пшеницы, т.е. увеличится кущение, которое в условиях засухи не будет обеспечено влагой, что приведет к уменьшению урожая зерна.

Наибольшее количество протеина (662,6 кг/га) накапливает также вика озимая. На втором месте идет смесь гороха с горчицей белой (465,5 кг/га). На третьем - горчица белая в смеси с горохом – 392,3 кг/га.

Анализ данных, полученные на протяжении сельскохозяйственного года позволяет констатировать, что у озимой пшеницы сложились наиболее благоприятные условия для формирования урожая при размещении после сидерального пара с викой озимой (Таблица 5). Здесь был зафиксирован наибольший урожай зерна, который составил в среднем 3,96 т/га. Превышение его составило по сравнению с черным паром 8,8 %.

Урожайность озимой пшеницы по черному пару и сидеральному пару со смесью гороха и горчицы белой была почти на одинаковом уровне и существенно не отличалась. Наименьший урожай был получен после гороха на зерно, который составил 3,08 т/га, т.е. на 15,4 % меньше по сравнению с черным паром.

Таблица 5. Урожайность зерна озимой пшеницы на фоне разных предшественников и систем основной обработки почвы, т/га

Система основной обработки почвы (A)	Предшественник (B)			Среднее	
	пар черный	пар сидеральный	горох на зерно	т/га	%
		вика озимая			
Отвальная	3,75	4,10	3,31	3,07	3,55 100
Дифференцированная	3,26	3,78	3,37	3,12	3,38 95,2
Безотвальная	4,34	4,59	4,19	3,65	4,19 118,0
Мелкая	3,13	3,30	2,85	2,43	2,92 82,3
Среднее	3,64	3,96	3,45	3,08	3,51 -
% к черного пару	100	108,8	94,5	84,6	- -
НІР05т/га: A=0,24; B=0,24; AB=0,48					

Безотвальная система основной обработки почвы снова обусловила наилучшие условия для формирования урожайности зерна озимой пшеницы, которая составила в среднем 4,19 т/га, т.е. это на 18,0% больше, чем при отвальной обработке почвы. Наихудшие показатели по урожайности имела мелкая обработка почвы. При данной схеме обработки почвы урожайность озимой пшеницы составила 2,22 т/га, т.е. на 27,7% меньше, чем при отвальной обработке.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования свидетельствуют, что в органическом земледелии сидеральный пар может стать альтернативой черному пару. По количественному накоплению надземной массы и питательных веществ (азот и протеин) лидирует вика озимая, а смесь гороха с горчицей белой имеет наилучшие показатели по фосфору и калию. Широкое использование сидеральных культур повышает эффективность природоиспользования, способствует повышению плодородия почвы и получению с единицы площади больше продукции.

## ЛІТЕРАТУРА

- Шкуратов О.І., Чудовська В.А., Вдовиченко А.В. (2015).** Органічне сільськогосподарство: екологіко-економічній перспективі розвитку: монографія К.: ДІА, 248 с.
- Мартинюк Н.П. (2017).** Державне регулювання органічного виробництва: стан та перспективи розвитку. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир, 5-10.
- Авраменко В. (2003).** Сидерати. Їмві дріджуватико лишню славу українських земель. Пропозиція. № 6, 36–38.
- Жмуринская М.Н. (2006).** Все о сидератах. Центр экологического земледелия. Днепропетровск, 60 с.
- Лихочвор В.В. (2008).** Добривна альтернатива. Зерно, № 3, 62-72.
- Довбан К.И. (2009).** Зеленоудобрение в современном земледелии. Белорусская наука. Минск, 404 с.
- Поспелов С., Самородов В. (2011).** Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. Зерно. № 1, 16-22.
- Виктория Олейник (2016).** Сидерати – эффективные природные удобрения. Электронный ресурс - <http://infoindustria.com.ua/siderati-efektivni-prirodni-dobriva/>
- Горб О.О., Чайка Т.О., Яснолоб I.O. (2017).** Використання сидеральних культур як відновлюваного джерела енергії в органічному землеробстві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 4, 38-41.

# УСТОЙЧИВЫЙ ПОЧВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ

Анатолий КУЧЕР

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 6, г. Харьков, Украина; ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени  
А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина  
e-mail: kucher@karazin.ua

**Abstract.** Now in the world the problem of the sustainable soil management in agriculture acquired a global character. For Ukraine, this issue is particularly relevant in view of the fact that this state has one of the world's richest black soils, the so called chernozem, in fact around of 8–9 percent of the global black soil assets is located in Ukraine. According to this indicator (27.8 million ha), Ukraine ranks fourth in the world after Russia (145.4 million hectares), the USA (55.1 million ha) and China (38 million ha). However, due to inefficient management of the soil of Ukraine, they are degrading. This paper examines the sustainable soil management in Ukrainian agriculture, exploring the degree of observance with the principles of this management in agricultural enterprises. We used such methods: abstract-and-logical, monographic, expert assessments, computational and analytical. The Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management (VGSSM) were developed by the Global Soil Partnership (GSP) endorsed by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Council in December 2016 at its 155th Session, is accepted as a basis for the methodology development of expert evaluation and situational analysis of the degree of observance of these principles in agriculture, which it is assumed to be applied along with others for the substantiation of decision-making and actions. The obtained results demonstrate the present state of observance of the principles of sustainable soil management in agricultural enterprises, the availability of opportunities and reserves to improve the situation of their implementation, due to which this should be carried out.

**Key words:** sustainable soil management; principles; rational agricultural land use; Ukraine.

## ВСТУПЛЕНИЕ

В настоящее время в мире проблема устойчивого управления почвами в сельском хозяйстве приобрела глобальный характер. Для Украины этот вопрос особенно актуален с учетом того факта, что в стране находятся одни из самых богатых в мире – черноземные почвы; фактически около 8–9 % глобальных черноземных активов находится в Украине. По этому показателю (27,8 млн. га), Украина занимает четвертое место в мире после России (145,4 млн. га), США (55,1 млн. га) и Китая (38 млн. га). Однако из-за неэффективного управления почвами они деградируют.

Результаты анализа последних исследований и публикаций свидетельствуют, что проблему устойчивого почвенного менеджмента активно изучают зарубежные ученые. Так, например, немецкие ученые, исследуя возможности и барьеры для устойчивого управления почвенными ресурсами, отмечают, что почвы являются основой для сельскохозяйственного производства, функционирования экосистем и благосостояния человека, но, как это ни парадоксально, в большинстве национальных и европейских политик уделяется только ограниченное внимание устойчивому почвенному менеджменту (Thorsøe и др., 2019). Устойчивый почвенный менеджмент (Sustainable soil management) в производственных условиях означает, что «функции почвы способствуют экосистемным услугам и биоразнообразию, природные и экономические ресурсы используют эффективно, сельское хозяйство остается прибыльным, а условия производства соответствуют этическим нормам и стандартам здравоохранения» (Helming и др., 2018). Исследования в поддержку устойчивого управления почвами требуют междисциплинарного подхода к трем взаимосвязанным задачам: (i) понимание влияния управления почвой на почвенные процессы и функции почв; (ii) оценивание влияния управления почвой на устойчивость, учитывая неоднородность геофизических и

социально-экономических условий; (iii) иметь системное понимание движущих сил и ограничений принятия решений фермерами по управлению почвами и, как инструменты управления могут, взаимодействуя с другими движущими силами, направлять устойчивое управление почвой. Для достижения этой цели необходимо тесное сотрудничество между учеными-природоведами, которые пытаются понять функции почвы, и учеными-социологами и экономистами, которые исследуют, как их можно превратить в услуги, имеющие социально-экономическую ценность(Helming и др., 2018). Исследуя проблемы управления почвами, ученые рассматривают различные аспекты, в частности:оценивают потенциал и пределы земли и почвы для устойчивой интенсификации сельского хозяйства Европы (Schiefer и др., 2016); рассматривают управление плодородием почв на основе инновационных подходов к оценке пахотных земель (Ulko и др., 2018); анализируют информационное обеспечение состояния почвенных ресурсов в Украине (Baluk и др., 2015); предлагают методы устойчивого использования дефляционно - опасных земель на основе организации взаимодействия стейкхолдеров (Kucher и др., 2015). В одной из наших публикаций мы рассматривали устойчивый почвенный менеджмент как инструмент имплементации низкоуглеродистого землепользования (Кучер, 2018).

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В данной статье рассматривается устойчивое управление почвами в сельском хозяйстве Украины, исследуется степень соблюдения принципов этого управления на сельскохозяйственных предприятиях. Мы использовали такие методы: абстрактно-логический, монографический, экспертные оценки, расчетно-аналитический. Добровольные руководящие принципы по устойчивому управлению почвами (VGSSM, 2017), разработанные Глобальным почвенным партнерством (GSP), одобренные Советом Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) в декабре 2016 г. на его 155-й сессии, принимаются в качестве основы для разработки методологии экспертной экспресс-оценки и ситуационного анализа степени важности и степени соблюдения этих принципов в сельском хозяйстве, которые предполагается применять наряду с другими для обоснования принятия управленческих решений и действий.

Для этого мы разработали анкету и провели опрос экспертов по определению степени соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины, а также относительной важности (значимости) этих принципов. Экспертами выступили 12 ведущих ученых и специалистов в области охраны почв с разных регионов Украины.

Оценивание степени важности (значимости) каждого принципа осуществляли по 3-балльной шкале, где:

- 1 балл – низкий уровень важности (значимости) принципа;
- 2 балла – средний (умеренный) уровень важности (значимости) принципа;
- 3 балла – высокий уровень важности (значимости) принципа.

Оценивание степени соблюдения каждого принципа осуществляли по 5-ти бальной шкале, где:

- 1 балл – очень низкий уровень соблюдения принципа (очень существенные отклонения, невыполнение требований);
- 2 балла – низкий уровень соблюдения принципа (существенные отклонения);
- 3 балла – средний уровень соблюдения принципа (заметные отклонения);
- 4 балла – высокий уровень соблюдения принципа (хороший, несущественные отклонения);
- 5 баллов – очень высокий уровень соблюдения принципа (отличный, полное выполнение требований).

Интерпретацию усредненных результатов экспертного оценивания степени важности (значимости) каждого принципа осуществляли по такой шкале:

1,00–1,49 балла – низкий уровень важности (значимости) принципа;

1,50–2,49 балла – средний (умеренный) уровень важности (значимости) принципа;

2,50–3,00 балла – высокий уровень важности (значимости) принципа.

Интерпретацию усредненных результатов экспертного оценивания степени соблюдения каждого принципа осуществляли по такой шкале:

1,00–1,99 балла – очень низкий уровень соблюдения принципа;

2,00–2,99 балла – низкий уровень соблюдения принципа;

3,00–3,99 балла – средний уровень соблюдения принципа;

4,00–4,99 балла – высокий уровень соблюдения принципа;

5,00 баллов – очень высокий уровень соблюдения принципа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Обобщение результатов выполненного исследования (табл. 1) показало низкий и средний уровень соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины: минимизация эрозии почв – 2,58; повышение содержания органического вещества в почве – 2,25; обеспечение баланса и циклов питательных веществ в почве – 3,00; предотвращение, минимизация и смягчение засоления и осолонцевания почв – 2,83; предотвращение и минимизация загрязнения почв – 2,75; предотвращение и минимизация подкисления почв – 2,92; сохранение и увеличение биоразнообразия почв – 2,50; минимизация запечатывания почвы – 2,50; предотвращение и минимизация уплотнения почвы – 2,25; совершенствование управления почвенной влагой – 2,75.

Таблица 1. Результаты экспертной оценки степени соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины, а также относительной степени важности (значимости) этих принципов

№ п/п	Принципы	Степень важности (значимости) принципа	Степень соблюдения принципа
	Руководящие принципы рационального использования почвенных ресурсов (сформировано за ФАО)	2,39	2,63
1	Минимизация эрозии почв	2,75	2,58
2	Повышение содержания органического вещества в почве	2,75	2,25
3	Обеспечение баланса и циклов питательных веществ в почве	2,50	3,00
4	Предотвращение, минимизация и смягчение засоления и осолонцевания почв	2,33	2,83
5	Предотвращение и минимизация загрязнения почв	2,33	2,75
6	Предотвращение и минимизация подкисления почв	2,08	2,92
7	Сохранение и увеличение биоразнообразия почв	2,33	2,50
8	Минимизация запечатывания почвы	1,83	2,50
9	Предотвращение и минимизация уплотнения почвы	2,42	2,25
10	Совершенствование управления почвенной влагой	2,58	2,75

Источник: авторские исследования.

Полученные результаты демонстрируют современное состояние соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента на сельскохозяйственных предприятиях, наличие возможностей и резервов для улучшения ситуации по их имплементации, за счет чего это следует осуществлять. Таким образом, только 10 % принципов придерживаются на среднем уровне, остальные (90%) – на низком уровне,

поэтому есть существенные резервы для улучшения ситуации. Результаты расчетов показывают, что в среднем руководящие принципы устойчивого почвенного менеджмента выполнялись в аграрных предприятиях только на 52,7 % (рис. 1).

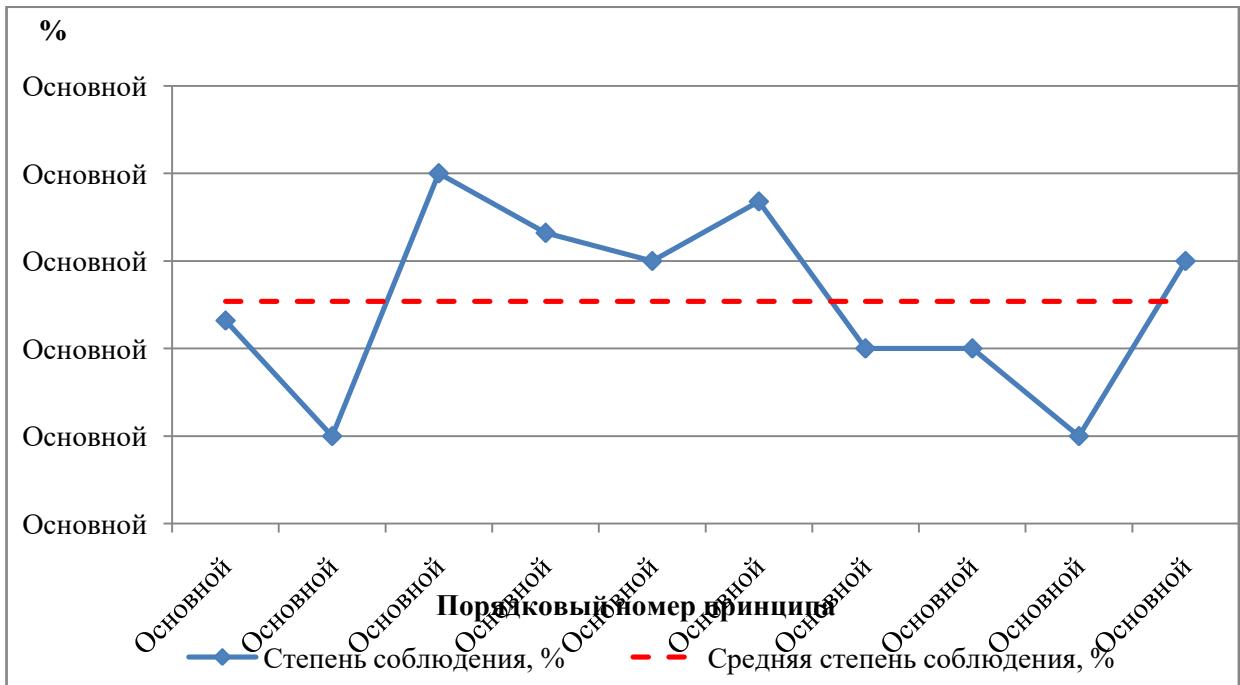


Рис. 1. Средняя степень соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины, %. Источник: авторские исследования.

Обобщение полученных результатов позволило сгруппировать и проранжировать рассматриваемые принципы по степени важности (значимости):

(i) высокий уровень важности – минимизация эрозии почв (2,75), повышение содержания органического вещества в почве (2,75), совершенствование управления почвенной влагой (2,58) и обеспечение баланса и циклов питательных веществ в почве (2,50);

(ii) средний уровень важности – предотвращение и минимизация уплотнения почвы (2,42), предотвращение, минимизация и смягчение засоления и осолонцевания почв (2,33), предотвращение и минимизация загрязнения почв (2,33), сохранение и увеличение биоразнообразия почв (2,33), предотвращение и минимизация подкисление почв (2,08), минимизация запечатывания почвы (1,83).

В группу низкого уровня значимости ни один из принципов не попал.

Сопоставление относительной степени важности и степени соблюдения соответствующих принципов позволило определить приоритетные направления улучшения ситуации по их имплементации. Так, улучшать уровень использования принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины следует прежде всего за счет мероприятий по повышению содержания органического вещества в почве, так как, несмотря на высокую степень значимости, уровень его соблюдения низкий – 45,0 %. Вторым приоритетом можно признать минимизацию эрозии почв, поскольку вместе с высокой степенью важности этот принцип соблюдается лишь на 51,6 %. Третьим приоритетом является совершенствование управления почвенной влагой, которой соблюдается на 55,0 %.

Для удобства анализа и принятия управленческих решений можно воспользоваться предложенной нами матрицей (табл. 2). В зависимости от полученных значений возможные 15 различных случаев попадания результата оценивания в тот или иной квадрант. Чем выше уровень важности и ниже степень соблюдения принципа, тем

приоритетнее и быстрее должно быть принятие мер по улучшению ситуации. И наоборот: чем ниже уровень важности и выше степень соблюдения принципа, тем меньшего внимания он требует. Общий алгоритм последовательности принятия управленческих решений может быть таким:

- (i) первоочередные решения о принципах, которые попали в квадранты № 1, 2, 3, 6, 7;
- (ii) второстепенные решения о принципах, которые попали в квадранты № 5, 10, 15, 13, 14;
- (iii) третьестепенные решения о принципах, которые попали в квадранты № 4, 8, 9, 11, 12.

Таблица 2.Матрица решений «Степень важности (значимости) принципа устойчивого почвенного менеджмента – степень соблюдения»

Степень важности (значимости) принципа	Степень соблюдения принципа				
	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Высокий	<b>1</b> <i>1,2,10</i>	<b>2</b> <i>3</i>	<b>3</b> <i>3</i>	<b>4</b>	<b>5</b>
Средний	<b>6</b>	<b>7</b> <i>4,5,6,7,8,9</i>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Низкий	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>

*Курсивом обозначен порядковый номер оцениваемых принципов.*

Источник: авторские исследования.

Приоритетность принятия решений в рамках каждой из указанных групп зависит от конкретной ситуации и поставленных задач и требует дополнительного обоснования. Для этого может быть использован метод анализа иерархий, предложенный Т. Саати.

## ВЫВОДЫ

Впервые с использованием авторского научно-методического подхода осуществлено количественную экспертную оценку степени соблюдения качественных принципов устойчивого почвенного менеджмента в аграрных предприятиях Украины, а также относительной степени важности (значимости) этих принципов. Только 10 % принципов придерживаются на среднем уровне, остальные (90 %) – на низком уровне, поэтому есть существенные резервы для улучшения ситуации. В среднем руководящие принципы устойчивого почвенного менеджмента выполнялись в аграрных предприятиях только на 52,7 %. Полученные результаты демонстрируют современное состояние соблюдения принципов устойчивого почвенного менеджмента сельскохозяйственных предприятиях, наличие возможностей и резервов для улучшения ситуации по их имплементации, за счет чего это следует осуществлять. В аграрных предприятиях Украины улучшать уровень использования принципов устойчивого почвенного менеджмента, следует прежде всего за счет мероприятий по повышению содержания органического вещества в почве, минимизации эрозии почв и совершенствования управления почвенной влагой, которые соблюдаются соответственно на 45,0 %, 51,6 и 55,0 %. Для удобства анализа и принятия управленческих решений предложена специальная матрица.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Baliuk S. A., Solovey V. B., Zakharova M. A., Kucher A. V., Truskavetskyi S. R. (2015).** Analysis of Information Support for the Condition of Soil Resources in Ukraine. In: Agricultural Science and Practice. Vol. 2, Nr. 2, 77–84. <https://doi.org/10.15407/agrisp2.02.077>.
- Kucher A., Kazakova I., Kucher L. and other (2015).** Sustainable use of land in danger of wind erosion in Ukraine: stakeholder engagement. In: Agricultura land Resource Economics: International Scientific E-Journal. Vol. 1.Nr. 2, 5–28.
- Кучер А. В. (2018).** Сталий ґрутовий менеджмент як інструмент імплементації низьковуглецевого землекористування. В: Захист навколошнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: зб. матер. V міжнар. конгресу (м. Львів, 26–29 вересня 2018 р.). Львів: Львівська політехніка. С. 182.
- Schiefer J., Lair G. J., Blum W. E. H. (2016).** Potential and limits of land and soil for sustainable intensification of European agriculture. In: Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 230, 283–293. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.021>.
- Ulko Ye., Kucher A., Salkova I., Priamukhina N. (2018).** Management of soil fertility based on innovative approaches to evaluation of arable land: case of Ukraine. In: Journal of Environmental Management and Tourism. Vol. IX, Nr. 7(31), 1559–1569. [http://doi.org/10.14505/jemt.9.7\(31\).18](http://doi.org/10.14505/jemt.9.7(31).18).
- Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management (2017).** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 16 p.
- Thorsøe M. H., Noe E. B., Lamandé M., Frelih-Larsen A., Kjeldsen C., Zandersen M., Schjønning P. (2019).** Sustainable soil management – Farmers' perspectives on subsoil compaction and the opportunities and barriers for intervention. In: Land Use Policy. Vol. 86, 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.017>.
- Helming K., Daedlow K., Hansjürgens B., Koellner T. (2018).** Assessment and Governance of Sustainable Soil Management. In: Sustainability. Vol. 10, 4432. <https://doi.org/10.3390/su10124432>.

# SELENIUM IN THE SOIL - PLANT SYSTEM FROM SOME AREAS OF ROMANIA

**Radu LĂCĂTUŞU, Mihaela-Monica STANCIU-BURILEANU, Anca-Rovena LĂCĂTUŞU, Mihaela LUNGU, Irina Ramona MORARU, Claudia PREDA**

National Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment (ICPA Bucharest), România, e-mail: radu58rtl@yahoo.com

**Abstract.** There are presented the total, and mobile selenium contents in seven areas from Romania covered with different soil types from Chernozeems up to Luvisols. Have been highlighted specific zones with selenium deficiency, as Central and South Dobrudja and Făgăraş Depression, and zones with normal toward high selenium contents in areas coved by salted soils from Călmătui and Buzău valleys and the Danube Delta. În areas with selenium deficiency in soil have also been recorded, selenium deficiencies to the horned animals, ovines especially. A significant correlation has been established between mobile and total selenium contents in investigated soils. Also, the statistical correlation was recorded between mobile selenium content and soil pH on the one hand, and mobile phosphorus content on the other. The analyze of the selenium fraction extracted from the total selenium soil content revealed that the smallest part of total Se (8%) there was recover from the soil solution, and the highest (54%) there was in the residual soil fraction. The selenium contents analyses of the plants harvested from the investigated soils recorded results in accordance with the selenium contents from soils, also been highlighted deficiency values in wheat plants (green plants and grains) and in the pasture plants from the Făgăraş Depression.

**Key words:** total selenium, mobile selenium, selenium deficiency, soil, pasture plants

## INTRODUCTION

Selenium is a microelement with numerous functions in animal and human nutrition, having an anti-infectious and antioxidant role, being a component of the enzyme glutathione peroxidase, and antitumor effect (Deélstra et al., 1982; Gissel-Nielsen et al., 1985). Moreover, its physiological and biochemical role in plant nutrition has been outlined (Läuchli, 1993; Turakainen et al., 2005), and crop yields have been obtained when selenium is administered to seed, soil or plant (Lăcătuşu et al., 2002). The abundance of selenium in the components of the environment is small. Thus, the average content ranges from 50 to 90  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  in the lithosphere, between less than 100 and 2,000  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  in the pedosphere, from less than 50 to 15,000  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  in the biosphere and around  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  in the hydrosphere (Kabata-Pendias and Pendias, 2001; Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007).

The soil selenium content is dependent on a number of chemical and physical soil properties, such as the reaction, the organic matter, macro- and microelements contents, and the nature of the parent material. Intervalul conținutului total de seleniu din orizontul superior al solurilor lumii este cuprins între 5 și 3.500  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , cu o valoare medie de  $383 \pm 255 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Kabata-Pendias și Pendias, 2001). The extreme values of the content range are specific to areas with deficiency, respectively selenium toxicity. Deficiency of selenium leads to the appearance of living diseases, such as myodistrophy in sheep, hepatic necrosis in pigs, white muscle disease in horses, exudative diathesis in birds, and the excess causes the appearance of alkaline disease in animals and humans (Gissel-Nielsen, 1985). Selenium deficiency in humans is implicated in a number of diseases of the circulatory system, digestive tract and many tumor diseases. Its major role in human health is related to the antioxidant effect of its compounds (Reilly, 2006). It is known that large areas of northern (Finland, Sweden, Norway; Hartikainen, 2005), central (Germany; Hartfiel and Bahners, 1988), southeast (Serbia; Maksimovic, 1992) European countries, and from Russia (Ermakov, 1992) ) are affected by selenium deficiency. Romania, too, there is in a world area with selenium deficiency values, recorded in animals and even humans. Thus, Salanțiu, since 1970, has highlighted the shortage of selenium in the vines, lambs,

piglets and marshes in large areas of the Transylvanian Basin. More recently, Serdaru and Giurgiu (2007) analyzing 1,548 fodder samples, 1,175 bovine blood samples, 1,030 sheep blood samples and 600 human blood samples, all collected from the Transylvania region, concluded that only 3.7% of the fodder samples, 5.0% of the bovine blood samples, no sheep serum samples and only 3.3% of the human blood samples they were in the normal content domain, the differences were in the deficiency domain. Similarly, Serdaru and Giurgiu (2007), analyzing 185 fodder samples from 41 localities from Dobrudja, conclude that only 6.5% of the total samples belong to the normal content domain, the difference belongs to the deficiency domain. This state of fact imposed the introduction of selenium in the premixes used in animal nutrition. The deficiency level is largely due to low selenium content in the soil.

Among the first data regarding the total selenium content in the soils of Romania are those related to the mountain soils of the Eastern Carpathians and some river sediments (Ababi and Dumitrescu, 1973; Lăcătușu and Ghelase, 1992). The authors found average values of  $640 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  and  $380 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , respectively, the last in haematurigenous areas.

The paper presents the results of the researches carried out on the selenium regime in the soil-plant system in seven areas of the country, differentiated by the nature of the soils, of the cultivated plants, of the appearance of deficient phenomena in animals, of the degree of natural or anthropogenic handicap.

## MATERIALS AND METHODS

The researches were of expeditionary type, during which soil samples were collected (usually on depths 0-20 and 20-40 cm, and in some areas - Fagaras Depression, Livada - and from depths of 40-60 cm). Research was carried out in the following areas: Central and southern Dobrudja, the south-eastern part of the Romanian Plain, the Călmățui and Buzau valleys, the Danube Delta (the dammed-in areas Sireasa and Pardina), the Făgăraș depression, the Copșa Mică - Micăsasa and the Livada area in the Satu Mare county.

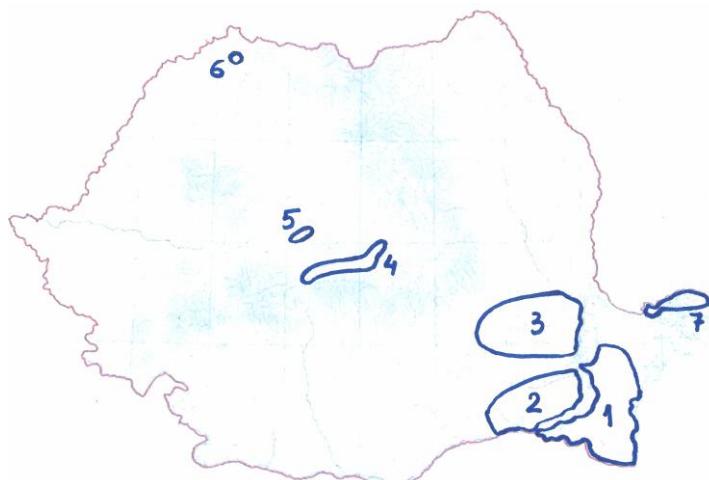
The zones were selected according to several criteria: the appearance of the symptoms of selenium deficiency in animals (central and southern Dobrogea, Fagaras Depression), less-favoured areas due to natural conditions, mainly soil: halomorphic soils (Călmățui valley and Buzau valley), acid soils (Livada area), soils brought to the surface from underwater by desiccation (Danube Delta), soils heavily polluted with heavy metals (Copșa Mică - Micăsasa). The southeastern part of the Romanian Plain was chosen as an intensely cereal-growing area, especially wheat, a plant with a strong impact on the food of humans and animals.

The main plants collected were: wheat in central and southern Dobrudja and in the south-east part of the Romanian Plain, wheat and other grain crops or maize in the area of Copșa Mică - Micăsasa, pasture plants on the valleys of Călmățui and Buzau rivers and from the Fagaras Depression.

The schematic representation of the investigated areas distribution on the country map is shown in figure 1.

The total selenium content was determined in the hydrochloric solution obtained after soil disaggregating with a mixture of perchloric acid ( $\text{HClO}_4$ ) and nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ), and the mobile selenium was extracted with a solution of ammonium acetate ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) - EDTA at pH 7. Selenium was determined in both solutions by atomic absorption spectrometry in the borohydride variant. Selenium determinations in the plant were carried out in the hydrochloric solution obtained after dissolving the plants ashes obtained, in turn, at  $450^\circ\text{C}$ . The measurement was performed by atomic absorption spectrometry, in the borohydride variant.

The analytical results were statistically processed, determining the scattering parameters and the grouping center parameters. Correlation analysis was used.



**Figure 1. The areas studied to asses the selenium regime in the soil-plant system::**

1 Central and southern Dobrudja, Tulcea and Constanța counties. 2 South-eastern part of the Romanian Plain, Călărași and Ialomița counties. 3 Călmățui and Buzău counties, Brăila and Buzău counties. 4 Făgăraș Depression, Brașov and Sibiu counties. 5 Copșa Mică area, Sibiu county. 6 Livada area, Satu Mare county. 7 The Danube Delta, the dummed-in areas Sireasa and Pardina

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### 1. The abundance of total selenium and mobile selenium in the soils of the investigated areas

The average values of total selenium and mobile selenium contents in the soils of the seven investigated areas are presented in table 1. A relatively wide range of values is observed, from 143 to 766  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  for total selenium and from 4 at 24  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  for mobile selenium, soluble in ammonium acetate solution - EDTA at pH = 7.

**Table 1.** Average values of total and mobile selenium content ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in the soils of the investigated areas

Zone	Se total	Se mobile
Central and southern Dobrudja	143	4
South-eastern part of the Romanian Plain	237	14
Valleys of Călmățui and Buzău rivers	766	18
Făgăraș Depression	268	15
Copșa Mică	328	22
Livada	425	17
Delta Dunării, dummed-in areas Sireasa and Pardina	600	24

If we compare the values of the total selenium content with the average value of the total selenium content in the soils of the world, not affected by phenomena of deficiency or excess of this chemical element, calculated according to the data presented by Kabata-Pendias and Pendias (2001), equal to  $383 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , we observe that four of the six values are inferior, and three are higher.

Basically, the lowest total selenium content was recorded in the soils of central and southern Dobrudja ( $143 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), which represents only 37% of the average content of total selenium, considered normal, in the soils of the world. Similarly, in the soils of the southeastern part of the Romanian Plain, only 62% of the normal value of the total selenium content was found, as well as only 70% in the soils of the Fagaras Depression and 86% in the soils of the Copșa Mică - Micăsasa area. In the other three analyzed areas: Livada, the Danube Delta (the dummed-in areas Sireasa and Pardina) and the Valleys of Călmățui and Buzau rivers, the total

selenium contents are higher than the normal content, mentioned above, by 11; 57 and 100%, respectively.

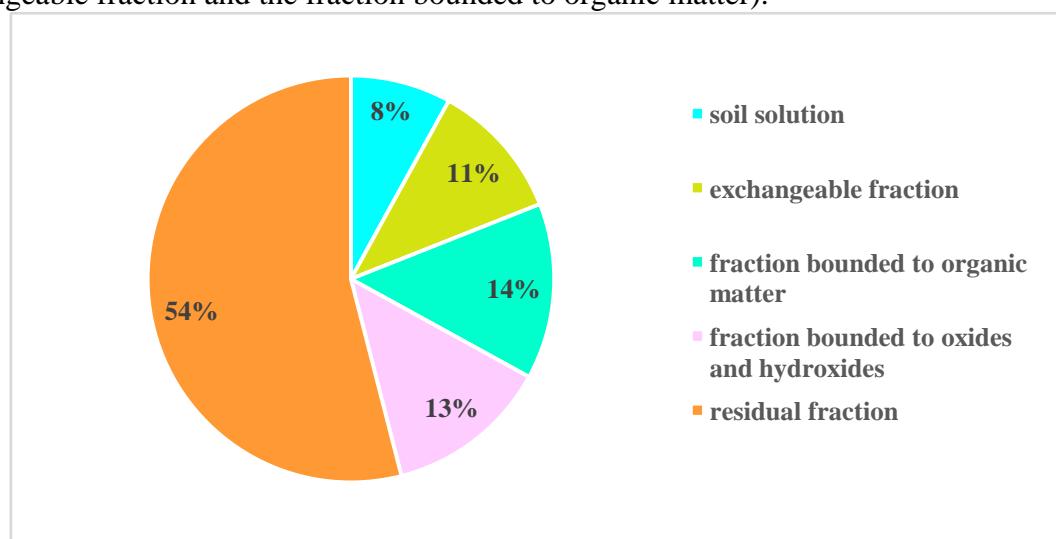
Therefore, it can be stated that in the central and southern Dobrudja, in the south-eastern Romanian Plain and in the Fagaras Depression the soils have a selenium deficient content. Moreover, the clear symptoms of selenium deficiency in animals, especially in ruminants, from the central Dobrudja (Sibioara) and from the Făgăraș Depression (Poll, 1968; Salanțiu, 1970; Serdaru and Giurgiu, 2007) confirm this finding.

The values of the average content of mobile selenium, soluble in the solution of ammonium acetate - EDTA at pH = 7, oscillates in a narrower range, of only  $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Direct proportionality was obtained between total and mobile selenium contents. The lowest value, of only  $4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , was recorded in the soils of central and southern Dobrudja, and the highest in the soils of the Danube Delta.

The above allows us to place the investigated areas in a series in order of the total and mobile selenium contents increasing. This series looks like this: Central and southern Dobrudja, the south-eastern part of the Romanian Plain, Fagaras Depression, Copșa Mică - Micăsasa, Livada, Danube Delta, Valleys of Călmățui and Buzău rivers.

## 2. The fractions of the total selenium content in soils

The analytical data on the fractions of the total selenium content from the upper horizon (0-20 cm) of the Chernozem with a normal selenium content, on average of  $225 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (figure 2), show that 32% of the total content of selenium can be accessible to plants because it is present in the directly accessible fractions (soil solution) or potentially accessible fractions (the exchangeable fraction and the fraction bounded to organic matter).



**Figure 2.** Fractions of the total selenium from the upper horizon (0-20 cm) of the Chernozems in the Slobozia - Insurăței area (southeast of the Romanian Plain)

But, more than half (54%) of the total selenium content belongs to the residual fraction, hardly accessible to plants. The fraction bounded to oxides and hydroxides can be included in the same category. Therefore, 67% of the total selenium content in the upper horizon of the Chernozems in this area (Slobozia - Insurăței) is not accessible to plants.

## 3. Selenium correlations

Between the total and mobile selenium contents, direct proportionality relations were calculated (table no. 2). Among the correlations of selenium with soil properties, the inverse relationship between mobile selenium content and soil pH was highlighted, for soils in south-eastern Romania and in Făgăraș Depression.

The decrease of the selenium mobility in the alkaline reaction domain must be accounted for by the inclusion of this ion in hard soluble compounds, such as phosphates, proven fact and by the inverse relationship between the content of mobile selenium and that of mobile phosphorus in the soils of the southeastern part of Romania.

Table 2. The values of the correlation ratio / coefficient between mobile selenium on one side (y) and total selenium, respectively pH in water, or P mobil (x) on the other, from the investigated soils

<b>y</b>	<b>x</b>	<b>Location</b>	<i>Correlation ratio / coefficient</i>
Se mobile	Se total	South-eastern Romania Făgăraș Depression	$\eta = 0,561^{**}$ $\eta = 0,525^{**}$
Se mobile	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	South-eastern Romania Făgăraș Depression	$r = -0,711^{**}$ $r = -0,310^{**}$
Se mobile	P mobile	South-eastern Romania	$r = -0,428^{**}$

#### 4. Selenium in wheat and pasture plants from the researched areas

##### *4.1 Selenium in green wheat plants and grains from central and southern Dobrogea and from the south-east part of the Romanian Plain*

As a result of a low total selenium content in the upper soil horizon and in particular an even lower mobile selenium content, selenium absorption in wheat plants was achieved at very low levels. Thus, if during the first part of the vegetation period, when the wheat plants were 20-30 cm high, being in phase 5-6 on the Feeks scale, the average level of selenium content was  $0.020 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  Se, at maturity, in wheat grain, the concentration of selenium was below the detection limit of the method and the measuring equipment, namely below  $0.0005 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  Se.

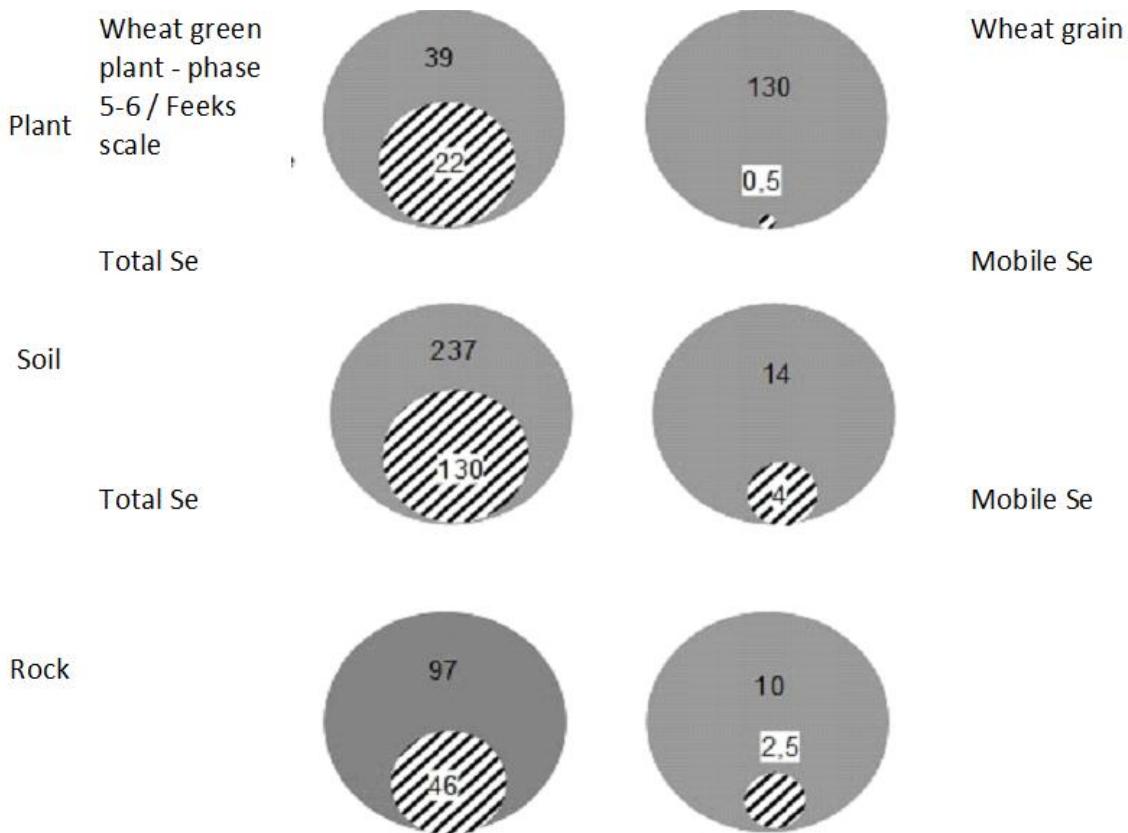
To highlight the Se deficiency level of wheat grains from the 2007-2008 crop year, in central and southern Dobrudja, we highlight the average value of  $0,146 \pm 0,189 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  selenium, representative of wheat grains harvested from 13 wheat cultivating countries. from Europe, North America and Australia (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).

Interestingly, the selenium analyzes carried out on wheat plants grown on soils from the southeastern part of the Romanian Plain and on their grains showed average values of  $0,023 \pm 0,012 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , respectively  $0,130 \pm 0,111 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Lăcătușu et al., 2010). Moreover, the values of selenium content during wheat vegetation in the two areas were practically equal. The differentiation appeared at maturity, when the wheat grain from Dobrudja no longer accumulated selenium due to the deficient level of the microelement in the soil.

The obvious difference between the abundance of selenium and its forms from the rock-soil-plant system in the two pedoclimatic zones is illustrated in Figure 3. The very low content of selenium in wheat from Dobrudja appears clearly, which leads to the need for selenium biofortification of the flour obtained from it, or its mixing with wheat grains harvested from other pedoclimatic areas.

##### *4.2. Selenium in halophytic flora and pasture plants*

The statistical parameters of the selenium content of the halophyte flora (*Salicornia herbacea*, *Sueda maritima*, *Artemisia salina*) show a wide range of values, from 10 to  $123 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , with average values around  $40 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Table 3). This value is comparable to the average values of selenium content in fodder plants grown on different soils in different countries, with average values between 30 and  $40 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Kabata-Pendias and Pendias, 2001). The value obtained in this study is also comparable to those determined in the wheat plants in stage 5-6 on Feeks stairs grown on the chernozems in the southeastern part of the Romanian Plain ( $39 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).



**Figure 3.** Comparative representation of the selenium contents of the rock-soil-plant system in central and southern Dobrudja (○) and from the southeastern part of the Romanian Plain (●)

The numbers represent average values expressed as  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

**Table 2.** Statistical parameters of selenium content in plants harvested from pastures on salsodisols and fodder plants collected from Fagaras Depression ( $n = 32$ )

Statistical parametr	Pasture plants	Fodder plants
	Se, $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	
$n$	10	50
$x \min$	123	0
$x \max$	48	67
$\bar{x}$	25	19
$\sigma$	42	14
$c.v. (\%)$	52	74
$Me$	40	17
$Mo$	39	19

It is shown that plants grown on soils with different selenium contents, from normal to high, but not on selenium-deficient soils, have the ability to absorb relatively normal amounts of this chemical element.

From each soil sampling point, plant samples (aerial part) were collected. Thus, were collected samples of alfalfa, samples of mixed plants raised on pastures and meadows, and samples of bristle grass from the stubble of the grain cereals.

The statistical parameters of the selenium content of the analyzed plants reveal values up to  $67 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , with average values of  $19 (\bar{x}, Mo)$  and  $17 (Me) \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . If we compare these values with the average value of  $73 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  selenium in fodder plants from ten countries around the world, reported by Kabata-Pendias and Pendias (2001), it is found that fodder plants from Fagaras Depression have accumulated 4 times less selenium than fodder plants grown in other areas of the globe.

The low values of selenium in fodder plants correlate with the low values of mobile selenium in the soil, and this correlation explains the phenomena of selenium deficiency recorded in animals.

## CONCLUSIONS

Seven areas in Romania (central and southern Dobrudja, the south-eastern part of the Romanian Plain, the valleys of Călmățui and Buzău rivers, the Făgăraș Depression, the Copșa Mică - Micăsasa area, the Livada area and the dummed-in areas Sireasa and Pardina in the Danube Delta) were investigated regarding the regime of selenium in the soil-plant system. The total Se contents of soils ranged from  $143$  și  $766 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , and those of Se mobile from  $4$  și  $24 \text{ } \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Obvious deficiency values are those recorded in Central and South Dobrudja and in the Fagaras Depression. The total selenium content in the soil represents a sum of the fractions depending on the soil components (soil solution, humus, clay, oxides and hydroxides content, heavy and light minerals present in the soil). Between the total selenium contents and the mobile selenium, direct proportionality relations were established, statistically ensured, and between the mobile selenium contents and different soil chemical properties were found both direct and indirect proportionality relations. The selenium content of wheat plants, including grains, from central and southern Dobrudja and from the south-east part of the Romanian Plain, as well as the selenium content from the grassland plants of the Făgăraș Depression, are reduced, below the normal values for these plants. In areas with selenium deficiency in soil and plants it is necessary to add it either on plants by spraying with foliar fertilizers that also contain selenium and / or in the soil through complex fertilizers containing selenium. Another alternative is to spray the seeds before sowing with solutions containing selenium. Plants of halophytic flora, grown on salsodisols, contain high amounts of selenium, without reaching the toxicity level.

## REFERENCES

- Ababi V., Dumitrescu M. (1973).** Distribution of selenium in soil and river sediments from Vatra Moldovița, Dărmănești and Leșul Ursulu regions (Distribuția seleniu în soluri și sedimente de râu din regiunile Vatra Moldoviței, Dărmănești și Leșul Ursului), An. Știin. Univ. Al. I. Cuza, Iași, Secț. 1c – Chimie, vol XIX, 19 (1), 89-95.
- Deélstra H. (1982).** Séléinium et cancer, la situation en Belgique, Med. Biol. Environ, 10, 29-34.
- Ermakov V. V. (1992).** Biogeochemical regioning problems and the biogeochemical selenium provinces in the former USRR, Biol. Trace Elem. Res., 33, 171-185.
- Gissel-Nielsen G., Gupta V. C., Lamand M., Westermark T. (1984).** Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition, Adv. Agron., vol.37, 398-460.
- Hartikeinen H. (2005).** Occurrence and chemistry of selenium in Finnisch soils, in: Proc. „Twenty Years of Selenium Fertilization”, Helsinki, 8-9.9.2005, 18-24.
- Hartfiel W., Bahners N. (1988).** Selenium deficiency in the Federal Republic of Germany, Biol. Trace Elem. Res., 15, 1-12.
- Kabata Pendias A., Pendias H. (2001).** Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington DC.

- Kabata Pendias A., Mukherjee A. B. (2007).** Trace Elements from Soil to Human, Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Lăcătușu R., Ghelase I. (1992).** Selenium in the soils of the hematurigenous areas of the Eastern Carpathians (Seleniul în solurile zonelor hematurigene din Carpații Orientali), Bul. inf. ASAS, 22, 33-50.
- Lăcătușu R., Tripăduș I., Lungu M., Cârstea S., Kovacsics B., Crăciun L. (2002),** Selenium abundance în some soils of Dobrogea (Romania) and ovine myodistrophy incidence, Trans. 21-th Workshop „Macro and Trace Elements”, Jena, 114-119.
- Lăcătușu R., Kovacsics B., Lungu M., Cârstea St., Lazăr R. (2004),** Enriching alfalfa in selenium, Trans. 22-th Workshop “Macro and Trace Elements”, Jena, 1-st vol., 399-304.
- Lăcătușu Radu, Monica Mihaela Aldea, Anca-Rovena Lăcătușu, Mihaela Lungu, Venera Mihaela Stroe, Nineta Rizea, Rodica Lazăr (2010).** Selenium In Rock-Soil-Plant System In The South-Eastern Part Of Romania, Research Journalof Agricultural Science, Vol. 42 nr. 3, 2010, 199-204.
- Läuchli A., (1993).** Selenium in plants: uptake, functions and environmental toxicity, Bot. Acta, 106, 455-468.
- Maksimović Z. J., Djurić I., Jović V., Rsumović M. (1992).** Selenium deficiency în Yugoslavia, Biol. Trace Elem. Res., 33,187-196.
- Poll E., 1968,** Contribuții la rolul seleniuului în patologia puilor de găină, Doctor's degree dissertation, Inst. Agronomic, București.
- Reilly C. (2006).** Selenium in Food and Health, Second Edition, Springer Science + Business Media.
- Salanțiu V., (1970).** Deficiencies in selenium in calves, lambs, piglets and marshes (Carențele în seleniu la viței, miei, purcei și malaci), Doctor's degree dissertation, Inst. Agron. Cluj-Napoca, Romania.
- Serdaru M., Giurgiu G., (2007).** The selenium status assessment în the trophic chain plant-animal-human în Ardeal, Bull. USAMV-CN, 64(1-2), 576.
- Turackainen M., Hartikainen H., Seppänen M., (2005).** Selenium în plant nutrition, Proc. „20 Years of Selenium Fertilization”, Agrifood Research Reports, 69, 53-60.

# **DRY MATTER ACCUMULATION AND NUTRIENT CONSUMPTION BY WINTER WHEAT DEPENDING ON THE HARVEST LEVEL**

**Nicolai LEAH, Serafim ANDRIES, Ana GOJINETCHI**

"Nicolae Dimo" Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection,  
Ialoveni str.100, Chisinau-2070, Republic of Moldova, nicolai.leah@gmail.com

**Abstract.** The features of dry matter accumulation and nutrient consumption of winter wheat during various periods of vegetation are revealed. In the phase of spring tillering, winter wheat accumulates about 6–9% of dry matter and about 20% of nitrogen and phosphorus and 32% of potassium from their maximum quantity. By the booting phase, wheat accumulates about 20% of dry matter and uses about 75% potassium, 50% phosphorus and 40% nitrogen from the total need from the soil. The greatest amount of dry matter - about 80% of the total - winter wheat accumulates during the period from the booting phase to milk-wax maturity of grain. By the flowering phase, plants consume the maximum (100%) amount of potassium, 67% nitrogen and 73% phosphorus (from total). A close relationship has been established between productivity and the amount of organic mass accumulated in winter wheat in various phases of development. Fertilizer contributed to a more intensive (1.4-3.8 times more) use of nutrients from the soil. The most intense nitrogen consumption of winter wheat per unit time falls on the period from booting to milk-wax maturity of grain. During this period, wheat uses 1.7-2.6 kg/ha of nitrogen daily for the formation of 4.5-5.5 t/ha of grain. The optimization of the nitrogen nutrition of winter wheat during this period determines the level of yield and its quality.

**Key words:** Chernozems, Dry matter, Harvest, Nutrient consumption, Winter wheat.

## **INTRODUCTION**

In the Republic of Moldova the winter wheat is one of the main grain and fodder crops, occupies about 350 thousand ha. Zoned intensive winter wheat varieties (small and medium-sized) are able to form 7.0–9.0 t/ha of grains (Catalogul..., 2019). The main limiting factors for obtaining high and stable wheat harvests are the level of nutrition and moisture availability of plants. Therefore, it is important to deeply study the degree of these factors influence on the processes of dry matter biosynthesis and intensity of nutrient consumption during various stages of plant growth and development for targeted regulation of mineral nutrition of cultivated crops.

For determining the mineral nutrients consumption of intensive varieties of winter wheat it is necessary to carefully study the dynamics of dry matter accumulation in plants throughout the growing period. The intensity of dry matter accumulation and nutrients consumption by plants is directly dependent on the environmental conditions. When these conditions change, including nutrients and water supply, the intensity of physiological processes and its direction, the root system activity, the plant organism activity as a whole, on this basis, the rate of dry matter accumulation and cultivated crop productivity, consequently, change significantly.

The quantity of dry matter accumulated by plants during the growing season is an integral display of such important physiological processes as photosynthesis and respiration, carbohydrate-protein metabolism, dynamic of ash elements content, finally, the growth rate of both individual organs and the plant as a whole (Петинов, 1959). With the improvement of nutritional conditions and water supply, the assimilation surface of plants increases, the intensity of photosynthesis increases, and as a result, the amount of organic matter in plants increases, the yield increases and the quality of the resulting product improves (Сабинин, 1955).

## **MATERIAL AND METHODS**

Research was conducted in long and short-term field experiments of the Agrochemistry Department of the Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo", Soils - leached, ordinary and carbonatic chernozems. In the arable layer of these soils, the humus content was 3.0-3.4%, the pH - 6.8-8.1, the sum of absorbed bases - 27.2-32.6 mg-eq/100 g of soil. The amount of mobile phosphorus and exchange potassium (according to Machigin method

- extracted in 1% ammonium carbonate solution at 1 : 20, pH - 9) was, respectively 1.2-1.6 and 26-27 mg/100 g per variant without fertilizers and 3.0-5.2 and 28-35 mg/100 g on fertilized variants. The reserves of mineral nitrogen in a meter of soil layer at the beginning of spring vegetation resumption varied widely range, from 17 to 230 kg/ha. According to the granulometric composition, soils are classified as clayey-loamy soils with a physical clay content (particles <0.01 mm) of 52-58% (Andries, et al., 2014).

The amount of precipitation, as well as their distribution during the vegetation period of the plants, conditioned the winter wheat productivity. From seven years of research two years were relatively dry, with a humidity deficit of 17-21% compared to the multiannual average, two wet years with 15% above the norm and three years near the norm. The average of atmospheric deposits over seven years was 18 mm less than the multiannual average, constituting 534 mm.

Intensive varieties of winter wheat of the semi-dwarf type (medium-sized) were grown in a grain crop rotation after peas. Mineral fertilizers were applied under the main soil tillage. The selection, preparation of plant and soil samples was carried out in accordance with generally accepted methods. To determine the dry matter accumulation and the nutrients consumption, plant samples were taken in the phases of spring tillering, booting, flowering and full maturity of winter wheat. Plants were divided into organs: leaf, stem, spike, capes and grain. The content of dry matter, total nitrogen, phosphorus and potassium was determined in plant samples.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The dry matter accumulation by winter wheat during the growing period occurs unevenly. From seedling to tillering phase (stage), the process of organic matter biosynthesis goes slowly. To this phase, plants synthesized 6-9% of dry matter from maximum content. From spring tillering stage, the rate of dry matter synthesis increased. In the flowering stage, wheat accumulated 48% of the organic mass on average for fertilized variants. The rest of dry matter was synthesized in the second half of the growing period. Wheat accumulates the maximum quantity of dry matter in the biological filling stage of wheat grain.

Improving the conditions of mineral nutrition did not affect the general course of dry matter accumulation of winter wheat in different phases of development. The changes that are available in the variants are associated with a phenophaseshift of plant development in connection with different mineral nutrition conditions of the fertilized variants. Fertilizers had a significant positive effect on the dry matter accumulation by winter wheat. So, in the spring tillering phase on the fertilized varieties the dry matter accumulated was 1.9-3.3 times more than in the control variant (without fertilizers), in the biological full maturity of grain- 1.3-2.1 times more. The optimal variant, providing the greatest dry matter accumulation is N<sub>120</sub> on a phosphorus-potassium background (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), (Table 1).

The daily parameters of dry matter accumulation depending on the yield level were established. In the period from spring awakening of plants (seedling and crown root stages) to harvesting, winter wheat yield of 5.37 t/ha synthesized 5.73 t/ha of dry matter per day, which is 33% more than the harvest level of 3.46 t/ha. From the booting to flowering phase, there is a sharp increase in the rate of daily organic matter accumulation. So, if at a harvest of 3.46 t/ha the grains accumulated 71.6 kg of organic mass, then at 5.33 t/ha - 168.7 kg/ha, or 137% more. During flowering to maturity, winter wheat grains for the formation of a yield of 5.33 t/ha daily synthesized 244.3 kg/ha of dry matter, which is 98% more than yield of 3.46 t/ha (Table 2).

The most intensive synthesis of dry matter by winter wheat occurs in the period from booting to filling (milk-wax) stages of grains. Therefore, the more dry matter the plants synthesize during different periods of vegetation, the more, as a rule, the grain yield. Based on this, an attempt was made to mathematically describe this relationship and on its basis to predict the grain yield in advance.

Based on this, an attempt was made to mathematically describe this relationship and on its basis to predict the grain yield in advance. A close correlation ( $r = 0.75-0.85$ ) between the yield level and wet weight increase, as well as dry matter was established.

Table 1.The effect of mineral fertilizers on the dry matter accumulation by winter wheat  
(average data for seven years)

Variant	Wheat grain yield, t/ha	Stages of winter wheat development			
		Tillering	Booting	Flowering	Maturity
Dry matter, t/ha					
No fertilizer	2.16	0.34	1.04	2.17	5.70
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	0.64	1.35	3.24	7.53
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	0.74	2.09	4.28	9.24
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	0.92	2.39	5.40	11.64
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	0.79	2.49	5.69	12.11
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	0.85	2.68	6.61	11.56
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	1.14	3.17	6.71	11.94
Dry matter, % of maximum content					
No fertilizer	2.16	6	18	38	100
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	8	18	43	100
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	8	23	46	100
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	8	21	46	100
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	7	21	47	100
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	7	23	57	100
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	9	26	56	100

Table 2. Daily dry matter accumulation by winter wheat, depending from yield level, kg/ha

Harvest level, t/ha	n	Average harvest, t/ha	Seedlings - spring tillering	Spring tillering - booting	Booting - flowering	Flowering - full maturity
2.0 - 3.0	18	2.41	4.2	43.9	42.8	46.6
3.1 - 4.0	15	3.46	8.3	43.0	71.6	116.3
4.1 - 5.0	20	4.52	8.5	57.3	106.3	170.5
5.1 - 6.0	23	5.37	11.9	57.3	158.7	244.3

The relationship between the yield (y, t/ha) and the wet mass (x, g/100 plants) is described by the equations:

$$\text{Tillering stage: } y = 0.82 + 0.0201519x - 0.000021x^2; \quad r = 0.75$$

$$\text{Booting stage: } y = 0.21 + 0.00958x - 0.000004x^2; \quad r = 0.85$$

$$\text{Flowering stage: } y = 0.712 + 0.0052x - 0.000001x^2; \quad r = 0.85$$

The relationship between grain yield (y, t/ha) and the quantity of dry matter (x, g/100 plants) in different phases of winter wheat development is as follows:

$$\text{Tillering stage: } y = 0.827 + 0.0993x - 0.000424x^2; \quad r = 0.75$$

$$\text{Booting stage: } y = -1.14 + 0.0679x - 0.000190x^2; \quad r = 0.80$$

$$\text{Flowering stage: } y = 0.3453 + 0.01959x - 0.00002x^2; \quad r = 0.83$$

Based on the obtained experimental material, the harvest level was determined depending on the amount of wet and dry mass accumulated in winter wheat in various stages of plant development (Table 3).

Naturally, the compiled crop forecast is not absolute, but preliminary (approximate). However, it can serve as one of the arguments in the adoption of certain technological or managerial decisions in the process of growing culture.

New zoned winter wheat varieties are able to form high yields, provided that the nutrient regime is optimized throughout the growing season. To do this, you need to have accurate information about the size of the nutrients use by crops in different vegetation stages (Andries 2011). During different vegetation periods the winter wheat consumption unequal amounts of nutrients from the soil (Table 4-6).

Fertilizers contributed to a more intensive use of nutrients from soil. So, in the tillering phase, plants from fertilized variants consumption nitrogen 1.4–3.8 times, phosphorus 2.0–7.6 and potassium 1.6–2.8 more than the control ones.

Table 3. The relationship between the wet and dry mass content and winter wheat yield

Harvest level, t/ha	Tillering stage	Booting stage	Flowering stage
Wet weight, g/100 plants			
<3.0	<150	<350	<500
3.1-4.0	150-200	350-500	500-800
4.1-5.0	200-300	500-800	800-1200
>5.1	>300	>800	>1200
Dry weight, g/100 plants			
<3.0	<25	<30	<150
3.1-4.0	25-40	30-50	150-250
4.1-5.0	40-55	50-70	250-350
>5.1	>55	>70	>350

Table 4. Nitrogen accumulation by winter wheat (average data for seven years)

Variant	Harvest, t/ha	Spring tillering	Booting	Flowering	Full maturity
Nitrogen, kg/ha					
No fertilizer	2.16	10.0	20.9	36.9	63.5
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	13.9	30.8	50.4	77.8
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	22.3	37.6	67.6	93.5
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	22.3	50.1	86.0	117.7
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	31.1	51.1	92.4	126.1
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	31.4	59.3	98.1	140.1
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	38.2	77.4	115.1	190.4
Nitrogen, % of maximum content					
No fertilizer	2.16	16	33	58	100
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	18	41	65	100
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	24	40	72	100
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	19	43	73	100
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	25	40	73	100
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	22	42	70	100
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	20	40	61	100

Table 5. Phosphorus accumulation by winter wheat (average data for seven years)

Variant	Harvest, t/ha	Spring tillering	Booting	Flowering	Full maturity
Phosphorus, kg/ha					
No fertilizer	2.16	2.0	5.9	13.1	20.0
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	3.9	18.1	21.2	32.4
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	6.5	20.1	23.9	38.3
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	11.2	21.2	33.9	43.7
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	24.0	24.0	35.4	44.3
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	11.0	24.5	34.8	44.6
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	15.1	28.1	42.6	52.5
Phosphorus, % of maximum content					
No fertilizer	2.16	10	30	65	100
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	12	56	65	100
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	17	52	62	100
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	26	48	78	100
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	20	54	80	100
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	25	55	78	100
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	54	54	81	100

In the phase of biological maturity of grains, the difference in the consumption of nitrogen, phosphorus and potassium between fertilized and control variants decreases and,

respectively, makes up: 1.2-3.0; 1.6-2.6 and 1.3-3.1 times. In the spring - tillering phase, plants accumulate about 20% of nitrogen and phosphorus and 32% of potassium from their maximum amount. Already to the booting phase, the wheat consumption from soil is about 75% of potassium, 50% of phosphorus and 40% of nitrogen from total necessary. In the flowering phase, plants consume the maximum (100%) quantity of potassium, 67% of nitrogen and 73% of phosphorus (from total content).

In the period from flowering to biological maturity of grains, winter wheat uses a significant amount of nitrogen (33%) and phosphorus (27%) from the soil to create a harvest. These features in the mineral nutrition of winter wheat must be considered when developing a fertilizer application system.

From the above data it is seen that the consumption of nutrition elements by winter wheat outstrips the accumulation of dry matter. It is believed that plants in the first half of the growing period accumulate nutrients in high concentrations, and then gradually spend them on the formation of the harvest (Leah, 2018).

Table 6. Potassium accumulation by winter wheat (average data for seven years)

Variant	Harvest, t/ha	Spring tillering	Booting	Flowering	Full maturity
Potassium, kg/ha					
No fertilizer	2.16	16.6	37.5	48.1	40.7
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	26.9	55.0	68.0	57.2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	39.5	70.7	85.8	71.8
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	38.5	95.1	128.7	96.4
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	42.1	117.5	153.6	107.6
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	42.5	126.4	179.5	118.3
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	46.3	137.8	202.0	127.6
Potassium, % of maximum content					
No fertilizer	2.16	34	78	85	100
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.53	40	81	84	100
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.05	46	82	84	100
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.62	30	74	75	100
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.08	27	75	70	100
N <sub>240</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4.40	24	70	66	100
N <sub>300</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5.33	23	68	63	100

From seedlings stage to entry in winter (crown root stage), wheat plant uses the least amount of nitrogen per day - from 0.15 kg with a harvest of 2.15 t/ha, to 0.32 kg/ha with a harvest of 5.33 t/ha of grains (Table 7). In the period from spring tillering to booting, the consumption of wheat in nitrogen increases, and plants uptake 0.27 to 0.84 kg/ha of nitrogen daily. The maximum amount of nitrogen falls on the period from booting to milk-wax maturity phase of grain: wheat uses up to 1.69-2.61 kg/ha of nitrogen daily from the soil to form a harvest in the amount of 4.5-5.5 t/ha.

Table 7. Nitrogen consumption by winter wheat, depending on the harvest level, kg/ha per day

Vegetative stages	Harvest, t/ha			
	25	35	45	55
Seedlings - spring tillering	0.15	0.18	0.26	0.32
Spring tillering - booting	0.27	0.35	0.44	0.84
Booting - flowering	0.90	1.47	1.69	2.61
Flowering - fullmaturity	0.70	1.19	1.60	2.76

The chernozems of Moldova during this period are able to mineralize and supply 0.8-0.9 kg/ha of nitrogen to plants, or 1.8-3.2 times less than the consumption (Andries, 2007).

Therefore, the optimization of nitrogen nutrition of winter wheat during the period of intensive consumption determines the level of yield and its quality.

## CONCLUSIONS

The features of dry matter accumulation and nutrients consumption by winter wheat in various periods of vegetation are revealed. In the phase of spring tillering, winter wheat accumulates about 6–9% of dry matter. From the tillering phase to the booting phase, plants synthesize about 10% of the organic mass. The greatest amount of dry matter - about 80% of the total - winter wheat accumulates during the period from the booting phase to milk-wax maturity of grain. The principles of biomass synthesis at different yield levels are the same, with the only difference being that the formation of higher yields, the accumulation of dry matter occurs more intensively. Fertilizers had a significant positive effect on the intensity of the formation of organic matter. On fertilized variants, dry matter accumulated 1.3-3.3 times more, as a result of which the grain yield also increased. A close relationship has been established between productivity and the amount of organic mass accumulated in winter wheat in various phases of development. Regression equations are derived that allow one to calculate the expected yield from the crops state in the tillering, booting and flowering phases of plants.

It was revealed that winter wheat during different periods of vegetation uses an unequal amount of nutrients from the soil, the consumption of nutrients outstripping the accumulation of dry matter. In the spring tillering phase, plants accumulate about 20% nitrogen and phosphorus and 32% potassium. In the booting phase, wheat uses about 75% potassium, 50% phosphorus and 40% nitrogen from the soil. In the first half of the growing season, plants use the required (100%) amount of potassium, 67% nitrogen and 73% phosphorus. In the period from flowering to biological ripeness of grain, winter wheat consumes still a significant amount of nitrogen and phosphorus from the soil - 33 and 27%, respectively.

Fertilizer also contributed to a more intensive (1.4-3.8 times more) use of nutrients from the soil. The most intense nitrogen consumption of winter wheat per unit of time falls on the period from booting to milk-wax maturity of grain. During this period, wheat uses 1.7-2.6 kg/ha of nitrogen daily for the formation of 4.5-5.5 t/ha of grain. The optimization of the nitrogen nutrition of winter wheat during this period determines the level of yield and its quality.

The forecast for winter wheat nitrogen consumption at different periods of their growth and development, depending on the planned yield of a given quality, that will be used in calculating the doses of nitrogen fertilizers for the purpose of their economical use and prevention of environmental pollution by nitrogen compounds.

## REFERENCES

- Andries S., V. Lungu, and N. Leah, 2014.** Long-Term Field Experiments as a Foundation for Conserving and Enhancing Soil Fertility. In: Soils as World Heritage. Ed.D.Dent. Springer, pp. 201-207.
- Andrieș Serafim, 2007.** Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură, Ch.: Pontos (FEPTipog.Centrală), pp.151-214.
- Andrieș Serafim, 2011.** Agrochimia elementelor nutritive, fertilitatea și ecologia solurilor. Ch.: Pontos (FEP Tipog.Centrală), pp.171-198.
- Leah N, 2018.** Productivitatea grâului de toamnă în funcție de nivelul de fertilizare a cernoziomului levigat în experiențele de lungă durată. *Lucrări științifice*, Vol. 52(1). Agronomie și Agroecologie. Mater. Simpoz. Științific Internațional "85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective" (Chișinău, 4-6 octombrie, 2018), pp.433-437.
- Петинов Н.С., 1959.** Физиология орошаемой пшеницы. Москва: Изд. АН СССР. 340 с.
- Сабинин Д.А., 1955.** Физиологические основы питания растений. Институт Физиологии Растений им. К.А. Тимирязева АН СССР. М. АН СССР 512 с.
- \*\*\***Catalogul soiurilor de plante pentru anul 2019.** 132 p.  
<http://cstsp.md/uploads/files/Catalog%20%202019.pdf> // 14/08.2019.

# TRACE ELEMENTS CONTENT IN THE CHERNOZEMS OF MOLDOVA

**Tamara LEAH, Tamara CEBAN**

"Nicolae Dimo" Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection  
Ialoveni str.100, Chisinau-2070, Republic of Moldova, tamaraleah09@gmail.com

**Abstract.** Some regularities of the content and profile distribution of trace elements in the northern and southern chernozems are presented. Chernozems of the north zone contain more trace elements, than in the south of Moldova. Also loamy-clayey chernozems are richer in copper, zinc and cobalt. The correlation coefficients showed the existence of relationship between the content of cobalt, nickel, copper, zinc, on the one hand, and the content of silt and humus, on the other. No correlation was found between cobalt and silt in chernozems. The total arable area by the degree of assurance "low" and "very low" of Mn, Zn and Cu is 32- 56% from agricultural land fond.

**Key words:** accumulation, chernozems, content, distribution, trace elements.

## INTRODUCTION

Despite a rather long history of studying the trace element problem in the biosphere, the current state of knowledge has to be characterized only as a superficial touch on this problem. A lot of factual data has been accumulated on the levels of trace elements in various components of the biosphere, on the response of living organisms to their deficiency or excess, special methods have been developed for analyzing small amounts of elements, maps of biogeochemical zoning and biogeochemical provinces have been compiled. Despite this, there is no general theory regarding functions, mechanisms of influence and the role of trace elements in the biosphere (Троицкий, 1969).

Many rare and scattered, trace elements play an important role in the life of plants, animals and humans. Virtually the only source of trace elements for plants is soil. There are a "close relationship between the presences of traces elements in soils and the normal life of plants and animals" (Trace elements..., FAO). A number of migration regularity and geographical distribution of trace elements in soils have been established and significant materials on this issue have appeared (Виноградов, 1957; Ковальский, Андрианова, 1970; Вернадский, 1980; Кабата-Пендиас, 1989; Ильин, 1991; Орлов, 1992, et al.).

In Moldova, experiments were conducted to determine the effect of microelements (zinc, copper, molybdenum, boron), mainly in the form of root treatment fertilizers, on the yield and quality of grapes, sunflower, corn and legumes (Крупеников, 1967). In contrast, there are quite a lot of data on trace elements in soils of Moldova. In recent decades, publications have appeared that provide extensive material on the content of total and mobile forms of many trace elements in chernozems, forest, floodplain meadow and saline soils in the Dniester-Prut interfluve (Стрижова, 1967; Тома, 1973; Тома et al., 1980; Данилов, 1982; Лях, 199; Кирилюк, 2006; Лях, 2014, et al.).

The purpose of this study is to determine the content and profile distribution of some trace elements in the main subtypes of chernozems from Moldova. For research, soil profile of 200 cm and more, were taken, in which the total and mobile forms of copper, zinc, nickel, cobalt, manganese were determined.

## MATERIAL AND METHODS

The investigated soils are some subtypes of chernozems from the north and south of Moldova. The soil samples were collected from layers up to a depth of 200 cm and more. The trace elements in soil samples were determinate by atomic absorption spectrophotometer - AAS\_1. The total forms of microelements were determinate through classic methods of desegregations with hydrofluoric acid in combination with sulphuric acid. The mobile and accessible forms were determinate in  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  solution - pH=4, 8.

## RESULT AND DISCUSSIONS

The accumulation, absorption and fixing the main quantity of trace elements takes place in soils, and the main role here is played the humus layer as a kind of biogenic screen stand out. The upper horizons of chernozems are distinguished among other soils by a high biogenic accumulation of trace elements.

The regularity in the content of trace elements is manifested in their accumulation in the upper horizons, most noticeable in typical and leached chernozems of the north of Moldova. The chernozems of the south part are poorer in trace elements, especially in zinc and nickel, and their accumulation is weaker. The chernozems compacted are extremely rich in copper (more than 80 mg/kg) and cobalt (13 mg/kg) and are poor in zinc.

The calculated correlation coefficients showed the existence of relationship between the content of cobalt, nickel, copper, zinc, on the one hand, and the content of silt and humus, on the other. No correlation was found between cobalt and silt in chernozems; this is explained by the fact that cobalt is concentrated not only in the form of silt, but also in other particle size fractions. In parent rocks, the relationship between cobalt and nickel, cobalt and silt, nickel and silt, copper and silt is quite close and noticeable

For individual profiles, it is difficult to judge the migration of elements. Mathematical processing showed that for copper, zinc and nickel, the variation was moderate (= 30-40%), and for cobalt it was greater (about 60%). The average value of zinc in the upper horizon, equal to 48 mg/kg, is very close to the average value established by Виноградов (1957) - 50 mg/kg.

Table 1. The total content of trace elements in the chernozems of northern Moldova, mg/kg

Depth, cm	Mn	Zn	Cu	Co	Ni
<i>Chernozem Typical, light-clayey</i>					
0-20	1200	20	23	4,0	18
40-50	1000	20	29	4,0	20
90-100	900	24	26	3,9	15
140-150	800	20	31	5,1	13
<i>Chernozem Typical, clayey-loamy</i>					
0-20	1300	84	63	4,6	42
40-50	1200	78	67	5,0	30
90-100	1100	58	45	5,5	21
190-200	1500	64	46	4,5	22
<i>Chernozem Leached, light-clayey</i>					
0-20	1300	23	23	8,0	12
30-40	1900	21	30	4,0	16
170-180	1400	20	30	3,8	17
190-200	1500	23	28	4,4	15
<i>Chernozem Leached, clayey-loamy</i>					
0-20	1400	75	63	3,8	38
30-40	1300	35	46	3,6	25
70-80	1200	27	41	3,0	19
190-200	1100	21	49	5,0	23
<i>Chernozem Podzolic, clayey-loamy</i>					
0-20	1800	58	20	7,0	17
30-40	1600	59	29	14,0	35
50-60	1500	61	24	9,0	20
70-80	1800	59	23	8,0	47
100-110	1900	59	22	10,0	24
140-150	900	55	23	12,0	27
180-190	1100	56	25	14,0	30
<i>Content limits in Moldovan soils (Кирилюк, 2006)</i>					
<i>mg/kg</i>	<i>150-2250</i>	<i>10-166</i>	<i>2-400</i>	<i>4-18</i>	<i>5-75</i>

Table 2. The total content of trace elements in the chernozems of southern Moldova, mg/kg

Depth, cm	Mn	Zn	Cu	Co	Ni
Chernozem Carbonatic, silty-loamy					
0-20	1200	54	29	4,9	28
30-40	1300	32	20	4,7	21
50-60	1100	26	25	5,8	18
120-130	1100	41	31	5,7	28
190-200	900	49	41	9,7	24
Chernozem Carbonatic, light-clayey					
0-20	1700	40	41	4,1	24
30-40	1300	37	36	2,6	22
90-100	1200	36	30	4,5	14
190-200	2000	27	24	3,6	12
Chernozem Ordinary, clayey-loamy					
0-20	1300	20	53	4,0	17
40-50	1200	28	39	3,6	12
80-90	1100	20	54	6,0	11
190-200	1000	23	31	4,2	14
Chernozem Ordinary, light-clayey					
0-20	700	53	37	2,6	30
50-60	1000	50	20	4,2	26
90-100	1500	44	24	4,6	18
190-200	1500	41	28	5,0	14
Chernozem Xerophytic-forest, loamy					
0-20	1300	48	42	4,9	19
30-40	1200	44	35	5,5	18
90-100	900	39	29	3,6	14
200-210	1000	41	28	5,8	14
Chernozem Vertic (compacted), natural					
0-20	800	32	81	13,0	21
40-50	1000	31	69	11,0	15
90-100	1000	30	70	10,0	14
190-200	800	42	79	13,0	20
<b>Content limits in Moldovan soils (Кирилюк, 2006)</b>					
<b>mg/kg</b>	<b>150-2250</b>	<b>10-166</b>	<b>2-400</b>	<b>4-18</b>	<b>5-75</b>

Chernozems of Moldova are very rich in copper ( $X = 34.6$  mg/kg). In nickel and cobalt, there is a great coincidence with other chernozems (Ni - 30 mg, Co - 5 mg), but the average by Vinogradov (1957) data for these elements are higher (Ni - 40 mg, Co - 8 mg).

As for the biological accumulation (Ac – accumulation coefficient) of trace elements in the upper horizon of the chernozems of Moldova, it is most pronounced for zinc ( $Ac = 1.54$ ) and weaker for nickel ( $Ac = 1.35$ ) and copper ( $Ac = 1.21$ ). Soils are depleted in cobalt ( $Ac = 0.7$ ).

The absolute values of mobile forms of microelements in the chernozems of Moldova are as follows: copper - 0.7 mg, zinc - 1.5 mg, cobalt and nickel - 0.5 mg/kg. This is not so much, in addition, the depletion of the upper horizon by the mobile forms of copper, zinc and nickel is noteworthy, in comparison with the rock, Ac for them is about one (Table 3).

At the moment, the developed gradations of trace elements do not have much practical significance, since due to the economic situation of Moldova, micronutrient fertilizers are practically not introduced and micronutrients do not accumulate. Amid the lack of nitrogen and phosphorus fertilizers for cultivated plants, the introduction of trace elements in soils will not be effective.

This is due to two reasons: leaching of some trace elements to the lower soil layers and prolonged removal of cultivated plants.

Table 3. The average content of trace elements in the chernozems of Moldova  
(\*soil layer 0-50 cm / \*\*soil layer 150-200 cm)

Trace element	n	Max	Min	X	$\sigma$	$\pm m$	V, %	Ac
Total content, mg/kg								
Copper	<u>33*</u> 15**	<u>57</u> 49	<u>12</u> 9	<u>34.6</u> 28.8	<u>13.8</u> 9.5	<u>2.38</u> 2.45	<u>40</u> 33	1.21
Zinc	<u>38</u> 15	<u>88</u> 64	<u>20</u> 18	<u>48</u> 31	<u>18.1</u> 14.8	<u>2.91</u> 3.83	<u>38</u> 48	1.54
Nickel	<u>32</u> 11	<u>48</u> 30	<u>12</u> 12	<u>27.4</u> 19.7	<u>9.4</u> 6.0	<u>1.66</u> 1.76	<u>34</u> 30	1.35
Cobalt	<u>16</u> 11	<u>14</u> 14	<u>2.6</u> 3.6	<u>4.8</u> 6.8	<u>2.7</u> 4.0	<u>0.70</u> 1.17	<u>55</u> 59	0.70
Mobile forms, mg/kg								
Copper	<u>33</u> 14	<u>1.25</u> 1.89	<u>0.30</u> 0.55	<u>0.68</u> 1.13	<u>0.27</u> 0.42	<u>0.045</u> 0.114	<u>40</u> 37	0.60
Zinc	<u>22</u> 11	<u>2.12</u> 2.88	<u>0.75</u> 1.23	<u>1.53</u> 1.85	<u>0.42</u> 0.59	<u>0.090</u> 0.178	<u>28</u> 31	0.82
Nickel	<u>35</u> 19	<u>1.28</u> 2.32	<u>0.05</u> 0.09	<u>0.54</u> 0.83	<u>0.32</u> 0.65	<u>0.054</u> 0.149	<u>59</u> 78	0.65
Cobalt	<u>30</u> 17	<u>1.31</u> 0.87	<u>0.26</u> 0.19	<u>0.55</u> 0.48	<u>0.23</u> 0.17	<u>0.042</u> 0.041	<u>42</u> 35	1.14

We have a lot of data on manganese content in soils that show its accumulation in the upper layer (Table 1, 2). The manganese content is in limits of 1000-2000 mg/kg and more than average - 850 mg/kg (according to Виноградов, 1957).

The trace elements for which there is sufficient material, the reserves in the 0-50 cm soil layer are calculated for the chernozem groups of Moldova (Table 4)

Table 4. Average reserves of total (1) and mobile (2) forms of trace elements  
in chernozems of Moldova, 0-50 cm, mg/kg

Chernozem group	Copper		Zinc		Nickel		Cobalt	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Chernozems of the north - typical, leached, podzolic	340	5	390	11	200	5	12	0,8
Chernozems of the south - carbonatic, ordinary, xerophyto-forestry	210	6	230	11	130	5	20	1,0
Chernozem vertic (compacted)	410	9	170	12	90	7	10	0,6

The use of mineral fertilizers, pesticides, growth stimulants and other pesticides is increasing. A significant drawback of many chemicals is the presence in them of concomitant ballast substances and toxic elements. With the systematic application of fertilizers in high doses, ballast elements can accumulate in soil in significant quantities, adversely affecting its properties and fertility, crop and its quality, migrating to groundwater.

Agricultural soil research has shown that the total arable area by the degree of assurance "low" and "very low" of Mn is - 55.7%; Zn - 32.1%; Cu - 50.4% from agricultural land. Soils occupied by perennial plantations differ slightly from the arable land on the content of Mn and Zn. The area of land with low content of Mn in the North and Central areas constitutes 68.6% and 44.7% in southern part of Moldova. According to low and very low content of Zn the surface soil with perennial crops consists: in the North – 72.6%; in the Center - 69.5%; in the South - over 72%. The content of mobile Cu in the soils occupied with perennial plantations in the North is 26.7% (moderate content) and 21% - (high content) of the investigated area. The area of land with low and very low content of Cu is 61%. In the Center part, the area of land with high

content of Cu is 65%, moderate-25.1%; low - 9.8% from total area (Burlacu, 2000). Soils in the South occupied by perennial plantations have a high content of mobile copper. The surface of such land constitutes 62.7% of total area. Lands with moderate content of Cu consist 23.6% and low content - 13.7% (Table 5).

Table 5. The average content of trace elements in the chernozems of Moldova  
(A - arable and P - perennial plantation)

Zone	Trace element	Content of trace elements, mobile forms, mg/kg							
		Very low		Low		Moderate		High	
		A	P	A	P	A	P	A	P
North	Mn	23.1	32.5	35.6	36.2	27.3	19.9	14.0	11.3
	Zn	3.5	3.0	69.1	55.0	24.1	39.5	3.3	11.5
	Cu	43.9	23.7	37.3	28.6	15.8	26.7	3.0	21.0
Center	Mn	32.6	29.7	40.0	39.0	19.0	24.2	8.4	7.0
	Zn	13.3	3.9	65.6	52.5	17.6	32.9	3.5	10.8
	Cu	9.3	2.4	21.6	7.4	37.6	25.1	31.5	65.0
South	Mn	9.4	13.7	26.5	31.0	32.6	33.2	31.5	22.1
	Zn	15.5	5.7	56.9	42.2	17.4	30.9	10.2	21.2
	Cu	15.7	4.2	23.3	9.5	30.6	23.6	30.4	62.7
Republic of Moldova	Mn	21.7	25.3	34.0	35.4	26.3	25.8	10.9	13.5
	Zn	10.8	4.2	21.3	49.9	19.7	34.4	5.7	14.5
	Cu	23.0	10.1	27.4	15.2	28.0	25.1	21.6	49.6

Increased copper content in soils occupied with perennial plantations has been determined by the systematic use of copper preparations used to protect orchards and vineyards of the disease. Thus, agrochemical research results show that soils of Moldova are characterized by a low content of manganese, zinc and copper, especially in arable soils. Therefore, in order to optimize the mineral nutrition of crops and obtain higher quality crops it is necessary to apply rational micro fertilizers. Doses vary in dependence of the content of mobile trace elements in soils, application norms of the organic fertilizers and physiological features of each culture (Leah, 2010, 2012).

The total area of land with a very low and low trace elements content that require optimization are: manganese – 1.091,3 thousand ha - 55.9%; zinc – 1.376 thousand ha - 70.5%; copper – 917,4 thousand ha - 47.0% of the agricultural area of 1.952,4 thousand hectares.

The need to study the content and profile distribution of trace elements in chernozems at the ecosystem level is not in doubt, since it is this approach that allows solving environmental regulation issues that are of priority importance for the protection of natural systems.

## CONCLUSIONS

1. The chernozems of the north part of Moldova is about one and a half times richer than the chernozems of the south with gross copper, zinc, nickel and cobalt. The compacted (vertic) chernozems are very rich in copper and cobalt, but poorer than all other soils with zinc and nickel.

2. There are no significant differences in the reserves of mobile forms of trace elements between soils (especially chernozems), and only the compacted soils contain an increased amount of mobile zinc and copper.

3. In all subtypes of chernozems, the accumulation of trace elements is strongly expressed, which serves as an indicator of the activity, and in some cases, the duration of the soil formation process; For some elements, their accumulation coefficients in the upper soil horizons were obtained.

4. The total arable area by the degree of assurance "low" and "very low" of Mn, Zn and Cu is 32- 56% from agricultural land fond. Soils occupied by perennial plantations differ slightly from the arable land on the content of Mn and Zn.

## REFERENCES

- Burlacu I., 2000.** Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova. Chișinău: Pontos, 154 c.
- Leah Tamara, 2010.** Humus and trace elements as an indicators of material eroded from carbonatic chernozems surface. Scientific Papers - University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine Bucharest. Series A, Agronomy. Vol.53 pp.22-28.
- Leah Tamara, 2012.** The Republic of Moldova Soil Fertility State in Conditions of Degradation Processes Intensification, Bulletin UASVM Agriculture 69(1), pp.30-38.
- Trace elements in soil and agriculture.** FAO Soils Bulletin, no 17. Rome, p.5-14. <http://www.fao.org/3/d4779e/d4779e.pdf>. 13.08.2019.
- Вернадский В.И., 1980.** Проблемы биогеохимии. Тр. биогеохим. лаб. М., 1980. Т. 16. С. 9-226.
- Виноградов А.П., 1957.** Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: АН СССР , 68 с.
- Данилов Н.И., 1982.** Микроэлементы в естественных и агротехногенно-преобразованных почвах Молдавии. Автореф. канд. дисс. Одесса: ОГУ, 16 с.
- Кабата-Пендиас, А., Пендиас, Х. 1989.** Микроэлементы в почвах и растениях. «Мир», Москва, 1989; с.118- 135.
- Кирилюк В.П., 2006.** Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Chișinău: Pontos, 154 c.
- Ковальский В.В., Андрианова Г.А., 1970.** Микроэлементы в почвах СССР. М.: Наука, 180 с.
- Лях Т.Г., 1991.** Содержание и формы соединений микроэлементов (Cu, Zn, Co, Ni, Mn) в серых лесных эродированных и делювиальных почвах. Автореф. канд. дисс. Баку, ИнстПиА, 16 с.
- Лях Т.Г., 2014.** Геохимическая характеристика почв транзитно-аккумулятивных ландшафтов. LAP LAMBERT Academic Publishing (2014-11-07). 148 стр. [www.lap-publishing.com/](http://www.lap-publishing.com/)
- Орлов Д.С., 1992.** Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 372-390.
- Стрижова Г.П., 1967.** Микроэлементы - медь, цинк, никель кобальт, молибден в почвах Молдавии. Автореф. канд. дисс. М.: МГУ, 16 с.
- Тома С.И., 1973.** Микроэлементы в полеводстве Молдавии. Кишинев: Штиинца, 198 с.
- Тома С.И., Рабинович И.С., Великсар С.Г., 1980.** Микроэлементы и урожай. Кишинев: Штиинца, 171 с.
- Троицкий Е.П., 1969.** Основные проблемы учения о микроэлементах в системе почва-растение. Вестн. МГУ. 1969. Nr. 5. С. 48-56.
- Ильин В.Б., 1991.** Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. 151с.
- Крупеников И.А., 1967.** Черноземы Молдавии. Кишинев: Картя молдовеняскэ, с.293-300.

# СЕКВЕНТНЫЙ ХАРАКТЕР ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ОДНОЛЕССОВОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ

Виталий ЛЕБЕДЬ

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», ул. Чайковская 4, г. Харьков, 61024, Украина  
e-mail:swdiscover@gmail.com

**Abstract.** *The sequential nature of the soil cover of the one-loess terrace is shown, which is naturally consistent with the relief features and proximity of the pine forest terrace. The influence of natural barriers in the form of relief forms on the course of the soil formation process and the development of soils with different characteristics has been established. Topokaten schemes and a soil cover map of the territory of the one-loess terrace were built.*

**Key words:** *one-loess terraces, sequence, topocatena.*

## ВВЕДЕНИЕ

Однолессовые террасы более молодые по возрасту в сравнении с другими лессовыми и являются переходными между первой надпойменной (боровой) и двухлессовой террасами. Единственный лессовый слой различной мощности здесь покрывает древние аллювиальные пески, поэтому на однолессовой террасе есть много форм микрорельефа, унаследованных от предыдущего этапа формирования, что повлияло на особенности почвообразовательного процесса. Почвенный покров начал формироваться на слое лесса после последнего оледенения, около 12 тыс. лет назад в период голоцена. Строение профиля и свойства почв однолессовых террас определяются близостью боровой террасы с лесной растительностью, сравнительно невысоким уровнем грунтовых вод, неглубоким подстиланием песками. Здесь проявляется закон секвентности, при котором изменение факторов почвообразования ведет за собой пространственночертежование почв. Это вызывает пестроту почвенного покрова и обуславливает полигенетический характер почв.

Цель работы – установление влияния секвентности на распространение почв в пределах однолессовой террасы реки Северский Донец.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на однолессовой, и в качестве контроля, на двух лессовых террасах реки Северский Донец Харьковской области.

Заложение почвенных разрезов и отбор проб осуществлялись в соответствии с ДСТУ 4287:2004, описание морфолого-генетического профиля почв – ДСТУ 7535:2014 [1]. Каждый разрез был привязан в системе географических координат с помощью прибора спутникового геопозиционирования (GPS). Всего заложено 8 разрезов на различных почвах.

Диагностирование почв проводилось по морфолого-генетическому строению профиля, также использовались полученные ранее данные по установлению классификационной принадлежности почв. Исходя из мощности гумусированной части профиля во встречающихся разновидностях почв построены схемы секвентных переходов.

Для отображения установленных закономерностей была создана карта почвенного покрова исследуемой территории.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На однолессовых террасах встречаются различные комбинации почвообразующих процессов, влияющие на формирование пестрого почвенного покрова. Все почвы

способны воспринимать влияние факторов почвообразования и отражать это влияние в своих свойствах (рефлекторность), а также изменяют свои свойства во времени и пространстве (сенсорность). В свою очередь, все почвы подчиняются закону секвентности – направленной последовательной смене почв при последовательной смене факторов почвообразования [3]. Это проявляется в форме топокатены, для которой характерны изменение факторов почвообразования в абстрактном экологическом пространстве и обусловленное этим чередование почв в реальном географическом пространстве.

На начальном этапе работы был проведен анализ архивных почвенных карт на примере однолессовой террасы р. Северский Донец. На картах были выделены черноземы обыкновенные, что противоречит закону зональности для лесостепи (рис. 1). При дальнейших исследованиях данной территории доказано наличие здесь черноземов оподзоленных [3].

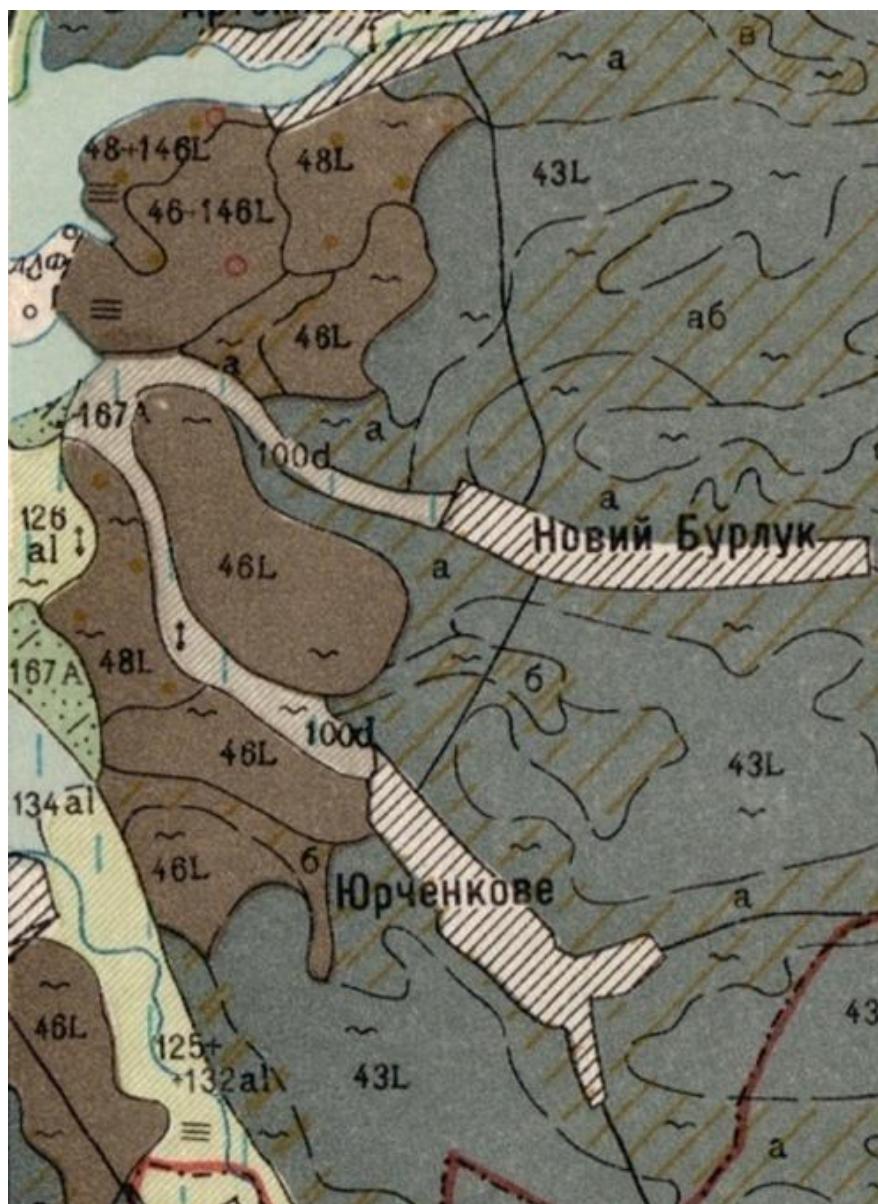


Рис. 1 Фрагмент архивной почвенной карты с черноземами обыкновенными

Следующим этапом работы было запланировано изучение топокатены для установления секвентного характера почвенного покрова однолессовой террасы. Так, были выбраны два района, в одном из которых присутствует долина р. Сухой Бурлук. Было решено проследить влияние данного геоморфологического элемента как фактора

почвообразования. После проведения полевых работ были построены схемы, отображающие типы почв и мощность гумусированного профиля с удалением от боровой террасы (рис. 2,3).

В первом случае, при отсутствии выраженных в рельефе природных барьеров, близость боровой террасы как оказывала непосредственное влияние на формирование почв на однолессовой террасе (рис. 2). Уменьшение мощности профиля черноземно-луговых и лугово-черноземных почв связано с процессом оподзоливания при периодическом поселении лесной растительности, в прошлые благоприятные для этого климатические периоды. По этой же причине здесь распространены оподзоленные черноземы вместо типичных.

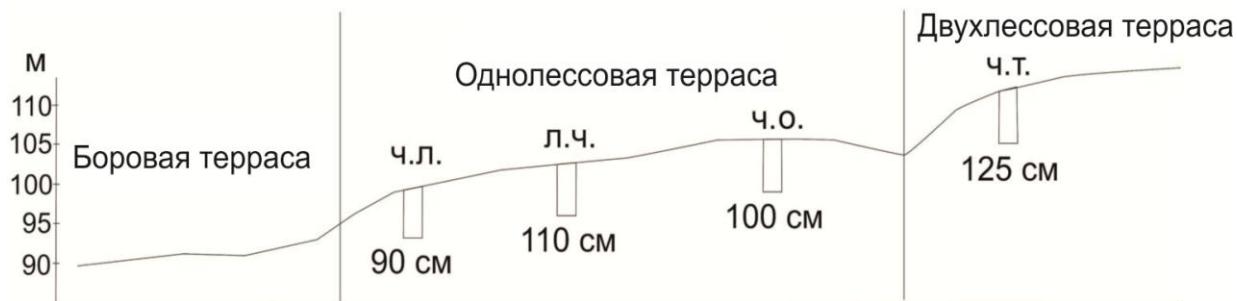


Рис. 2 Топокатена без природного барьера (1) (ч.л. - черноземно-луговые, л.ч. - лугово-черноземные, ч.о - черноземы оподзоленные, ч.т. - черноземы типичные)

Другая топокатена показывает изменения в чередовании почв при наличии природного рельефного барьера (рис. 3). Так, мощность всех почв возрастает, а вместо оподзоленных присутствуют типичные черноземы.

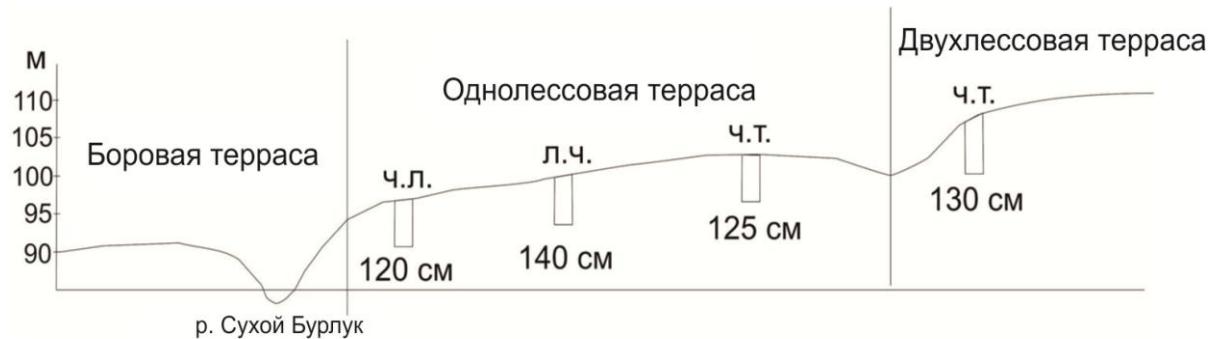


Рис. 3 Топокатена с природным барьером (2) (ч.л. - черноземно-луговые, л.ч. - лугово-черноземные, ч.т. - черноземы типичные)

Следует заметить, что рельеф имеет косвенное отношение к изменению почвенных характеристик. Долина р. Сухой Бурлук выступает скорее как гидролого-ботанический барьер, который препятствует распространению лесной растительности на территорию однолессовой террасы.

Для отображения установленных разновидностей топокатен была создана карта почвенного покрова территории однолессовой террасы (рис. 4).

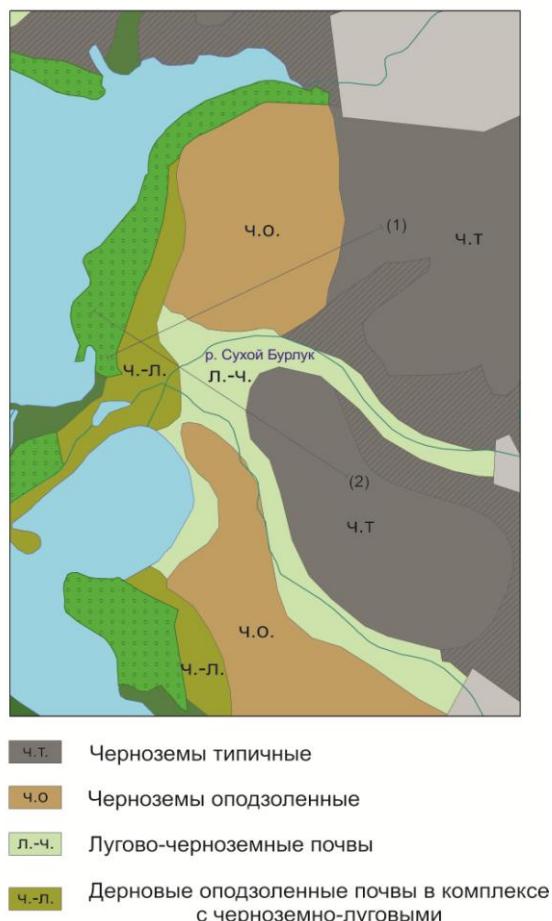


Рис. 4 Карта почвенного покрова однолесовой террасы и топокатены безприродного барьера (1) и с ним (2)

## ВЫВОДЫ

На формирование почв влияют факторы почвообразования, которые действуют в абстрактном экологическом пространстве. Направленность их изменений подчиняется закону секвентности, в результате действия которого существует определенная последовательность почв в географическом пространстве – топокатена. В результате исследования было установлено влияние форм рельефа на распространение почв и их характеристики. Так, при наличии долины реки между однолесовой и боровой террасами лесная растительность последней не может преодолеть данный природный барьер. Однако при отсутствии таких преград в совокупности с благоприятными климатическими условиями на однолесовой террасе формируются оподзоленные черноземы. В свою очередь лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы также поддаются процессам оподзоливания. Выявленные закономерности секвентного характера действуют практически повсеместно, в разных комбинациях почв, зависимо от набора факторов почвообразования и их пространственного распределения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Перечень основных нормативных документов** в области почвоведения, агрохимии и охраны почв. Составители С. А. Балюк, М. Е. Лазебная. – Харьков, 2017. – 72 с.
- Соколов И.А.** Теоретические проблемы генетического почвоведения. И.А. Соколов. 2-е изд. Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 288 с.
- Соловей В.Б., Лебедь В.В.** Оподзоленные почвы однолесовых террас рек Лесостепи. Вестник аграрной науки. 2018. № 12. – С. 26-33.

# ДИАПАЗОН ДЕЙСТВИЯ САПРОФИТНЫХ ДИАЗОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ

Наталья ЛЕМАНОВА, София ВЕЛИКСАР

Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений Молдовы,  
2060, Пэдурий, 26/2, Кишинев, e-mail: lemanova@list.ru

**Abstract.** Bioactive compounds of bacterial strains *Pseudomonas* sp., *Azotobacter* sp., isolate from soil, used for pre-treatment of seeds, cuttings before sowing, planted and pulverization of plants in time of vegetation significantly improved production and crop quality of vineyard and sugar beet.

**Key words:** bacterial strain, metabolites, grow stimulation.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее распространение находит экологическое сельское хозяйство. Это обусловлено повышением потребительского спроса на гарантированно безопасную продукцию. Неудовлетворительное качество, снижение урожайности растений могут быть связаны со снижением плодородия почвы. Длительное с/х использование черноземов способствует нарастанию условий активизации гумус-разрушающей микрофлоры с возрастанием доли фитотоксичных видов. Ослабевает конкуренция и антагонистическая активность природного биоценоза, питательная ценность природных субстратов. Почвоведами установлен факт выраженной деградации почвенного покрова Республики Молдова. Длительное использование минеральных удобрений приводит к минерализации 10-27% азота, снижению его содержания в почве, необеспеченности им растений (Васютин, 2014). В связи с этим представляет интерес присутствие в ризосфере растений азотфикссирующих диазотрофных бактерий. Общие масштабы биологической фиксации азота на планете составляют 175 – 324 млн. тонн в год, что превосходит вклад в агропроизводство химических удобрений (Меренюк, 2009). Повысить потенциал азотфиксации возможно благодаря инокуляции активными штаммами почвообитающих сапрофитных диазотрофных бактерий посевного и посадочного материала: семян зерновых, овощных, технических культур, черенков вегетативно размножаемых пород и некорневыми опрыскиваниями вегетирующих органов многолетних культур.

Высокая стоимость энергетических и сырьевых ресурсов для производства минеральных удобрений и пестицидов инициирует поиск альтернативных систем выращивания растений. Во многих странах сокращают расход минеральных туков, изыскивают пути мобилизации питательных элементов Р и К, содержащихся в самой почве, за счет применения штаммов почвообитающих диазотрофных микроорганизмов (Гуманюк, 2015). В карбонатных черноземах Молдовы, обедненных содержанием подвижного фосфора из-за недостатка атмосферных осадков, многие культуры подвергаются стрессу (Rotaru, 2012). Обсуждается вопросов внедрении экологически безопасных технологий выращивания с/х культур с использованием микробных организмов, обладающих высокой биоактивностью.

Ещё в середине XX века был предложен метод изменения состава микрофлоры почвы путем внесения в неё микроорганизмов, а также принцип бактеризации посадочного материала. Было установлено, что некоторые штаммы почвообитающих бактерий способствуют значительному улучшению роста и развития растений с одновременным снижением активности фитопатогенов (Полякова, 2010).

Бактерии различных родов и видов, объединяемые термином ассоциативные диазотрофные бактерии, способны активно размножаться в ризосфере различных небобовых растений, обогащают субстрат полезной сапрофитной микрофлорой.

Использование потенциала выделенных и культивируемых в лабораториях бактерий, способных к мобилизации элементов питания из почвы или атмосферы является важным достижением биотехнологии (Драговоз, 2010). Являясь одновременно продуцентами рост-стимулирующих и фунгицидных веществ, они улучшают поглотительную способность корней, трансформируют почвенное органическое вещество, индуцируют устойчивость растений к фитопатогенам.

Положительные результаты совместного применения комбинации штаммов за счет биологически активных метаболитов бактерий и их антагонистических свойств по отношению к фитопатогенам позволяют обеспечить растения биологическим азотом в аммонийной форме (ассоциативная азотфиксация бактериями *Azotobacter chroococcum*), т.е. исключить присутствие нитратов в урожае, уменьшить внесение в почву минеральных удобрений, используя фосфатредуцирующую и калиймо-билизующую способность почвообитающих бактерий *Bacillus*, *Pseudomonassp*.

В природе среди грамотрицательных почвообитающих бактерий преобладают псевдомонады (*Pseudomonassp*). Ризосферные псевдомонады, обладая К- и Р-мобилизующей способностью, гармонизируют совместную деятельность с другими обитающими в почве штаммами бактерий, что положительно влияет на повышение качества выращиваемой с/х продукции (Боронин, 1998). Псевдомонады минерализуют органические остатки в почве, 70% которых поступают растениям в виде хорошо усваиваемых форм N, P, K и микроэлементов.

При искусственной инокуляции почвенных субстратов грамположительные бактерии рода *Bacillus sp.* способны длительно развиваться и доминировать в прикорневой зоне растений, выдерживая конкуренцию со стороны фитопатогенной микрофлоры и обеспечивая фитопротекторный эффект на протяжении всего периода вегетации. При недостатке влаги почвы (до 37% ПВ) плотность культуры сохраняется на высоком уровне и превышает исходный титр до  $3,7 \times 10^7$  КОЕ/мл. Изменение влажности субстрата не влияет на антагонистическую активность *Bac. subtilis* по отношению к патогенам при стимуляции бактериями роста корневой системы растений (Коломиец, Романовская, 2014). Вещества ауксиновой природы метаболитов штамма *Bacillussubtilis* увеличивали количество корневых волосков в ризосфере растений. Бациллы способны к азотфиксации и растворению фосфатов почвы, продуцированию сидерофоров.

Использование таких микроорганизмов в качестве альтернативы пестицидам и химическим удобрениям позволяет разрабатывать современные технологии, востребованные для выращивания экологически безопасной продукции. Основной целью такой формы земледелия является снижение загрязнения окружающей среды и использование биологических средств для мобилизации продуктивных и защитных сил растений. Создание микробно-растительных ассоциаций можно рассматривать как наущенную необходимость совершенствования фитосанитарных технологий в растениеводстве (Иутинская, 2010).)

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились по общепринятым в микробиологической практике методам (Большой практикум по микробиологии, 1962). Для культивирования бактерий из коллекции лаборатории фитопатологии и биотехнологии ИГФиЗР использовали жидкие питательные среды, специфичные для каждого рода бактерий (Manuel pratique de microbiologie, J-PLarpent., Paris.1991). Стерилизация – автоклавированием согласно состава ингредиентов. Культивирование бактерий в термостате в течение 2-х суток при  $27^{\circ}\text{C}$ . Определение титров жидких концентрированных суспензий производится методом последовательных разведений. В опытах использовали рабочие суспензии с титром  $10^8$  КОЕ/мл для внесения в почву, с титром  $10^6$  КОЕ/мл для бактеризации семян, черенков, корней и опрыскивания вегетирующих растений. При создании

комбинированных рабочих растворов суспензии к штаммов смешивали в равных соотношениях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Использование бактериальных штаммов при выращивании виноградных саженцев.** Черенки винограда сорта «Презентабильный» высаживали в апреле в сосуды с 8 кг чернозема карбонатного на вегетационном участке ИГФЗР. В каждый сосуд при посадке вносили комбинацию суспензий бактерий *Azotobacter chroococcum* + *Pseudomonasfluorescens* (1:1). В период вегетации после образования 5 листьев растения опрыскивали трижды с интервалом 14 дней суспензиями аналогичного состава. В контроле использовали воду. Осенью после выкопки саженцев производили измерения длины корней, побегов, определение N,P,K в прикорневой почве и корнях. В 3-х повторностях каждого варианта опыта- по 20 растений.

Полученные результаты показывают, что применение бактериальных суспензий увеличивает содержание азота и фосфора в корнях и не ухудшает содержание калия. Бактериальные метаболиты в комбинации с корневыми выделениями растения регулируют поступление элементов питания из субстрата, что стимулирует рост корней и побегов. В условиях дефицита подвижного Р в черноземе карбонатном внесение бактерий является фактором оптимизации процесса перехода Р в подвижные формы, доступные растению. Применение микробиологических объектов может стать эффективным и технологичным путем замены химических удобрений в виноградном питомниководстве.

Таблица 1. Влияние комбинированной суспензии *Azotobacter chroococcum* + *Pseudomonasfluorescens* (1:1) на развитие саженцев «Презентабильный» и содержание NPK в почве. (средние показатели измерений 20 растений и почвы из ризосфера)

Показатели	Внесение суспензии в почву при посадке		Опрыскивание листьев вегетирующих растений		Контроль
Биомасса корня 1 растения (г)	9,50 ± 1,70	-	9,30 ± 1,50	-	7,58 ±2,78
% к контролю		+ 25,3 %		+ 22,7%	100%
Средняя длина корня 1 растения (см)	448,5 ± 59,43	-	378,5 ± 47,88	-	246,8 ± 53,87
% к контролю	-	+ 81,5	-	+ 53,4	100%
Содержание N, P, K в ризосферной почве (мг\100г почвы)					
NH <sub>4</sub>	0,9 (+ 12,5% к контролю)		1,0 (+ 25% к контролю)		0,8 мг/100 г
NO <sub>3</sub>	15,4	-	27,3	-	44,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9,3 (+ 12% контролю)		8,8 (+ 6 % к контролю)		8,3 мг/100 г
K <sub>2</sub> O	22,0	-	24,0	-	24,4

### Применение бактериальных штаммов при выращивании сахарной свеклы

В целях повышения урожайности и улучшения качества с\хпродукции актуальной проблемой научных исследований является разработка рекомендаций для выращивания растений с использованием достижений биотехнологии. Наиболее перспективными в этом отношении считаются биопрепараты на основе живых культур природных, экологически безопасных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Нами в вегетационных и полевых опытах изучалась возможность снижения инфекционной нагрузки возбудителей корневых гнилей в почве, предназначенной для выращивания корнеплодов сахарной свеклы в вегетационном опыте. Для этого при посеве применяли суспензии бактериальных штаммов, культивируемые в лаборатории фитопатологии и биотехнологии.

Таблица 2. Развитие растений сахарной свеклы под влиянием диазотрофных бактерий, внесенных при посеве в почву, зараженную патогеном (*Fusarium gibbosum*).  
(средние показатели измерений 12 растений в 3-х повторностях вариантов вегетационного опыта)

Показатели	Фузариум в почве (эталон)	Бактериальные суспензии, внесенные в инфицированную почву			
		<i>Ps.putida</i>	<i>Ps.aureofaciens</i>	<i>Bac.subtilis</i>	Вода
% всхожести семян	60	90	80	90	80
Длина листьев (см) средне по варианту	8,6	12,5 *	9,7 *	9,6 *	9,0
Вес корней (г) - 1 растения	0,62	2,5 **	2,5 **	2,48**	2,0

Различия между эталоном и вариантами опыта достоверны по коэф. Стьюдента\*\*  $t p = 26,48 > t_{таб.12,71}$ ; \*  $t p. = 20,8 > t$  таб.12,71

Установлено, что размер надземной части растений в вариантах применения бактериальных суспензий превышает аналогичный показатель в эталоне в 1,2 - 1,4 раза, а вес корней – в 4 раза, что подтверждает способность бактерий ингибировать негативное влияние патогена *Fusarium gibbosum* в почве.

**Полевой опыт.** 2-х суточную суспензию бактериального штамма *Pseudomonas putida* в жидкой минеральной питательной с титром  $10^9$  КОЕ/мл совмещали с водопроводной водой в соотношении 1 : 100. В рабочую суспензию всыпали инкрустированные семена сахарной свеклы сорта “Neutrino” на 1 час; сливали жидкую часть рабочего раствора через тройной слой марли. Рассыпали семена на 2-х слойную фильтровальную бумагу тонким слоем на 2-е суток. Высохшие семена были готовы для посева. Бактеризованные семена высевали на делянках площадью  $27 \text{ м}^2$  в 4-х повторностях. Уход за насаждениями осуществляли по общепринятой технологии.

Таблица 3. Результаты предпосевной обработки семян сахарной свеклы бактериальной суспензией штамма *Pseudomonas putida* (nbnh  $10^7$ FCU/ml). Посев март; уборка – октябрь

Показатели	Сорт сах.свеклы «Neutrino-FM» фирмы Sudzucker		
	Семена без обработки (контроль)	Бактеризация семян до посева шт. <i>Ps. putida</i>	% к контролю
Кол-во растений на 1 га тыс. шт	105,6	106,9	+ 1,23 %
Урожайность общая т/га	57,8	59,9	+ 3,2 %
Урожай здоровых корнеплодов т/га	55,9	58,2	+4,1 %
% больных корнеплодов	3,2 %	2,7 %	на 0,5 % < К
Сахаристость корнеплодов %	19,55	19,77	+0,22 %
Содержание очищенного сахара%	17,51	17,80	+ 0,29 %
Выход очищенного сахара (т/га)	9,79	10,37	+ 0,58 т/га

Бактеризация семян до посева в полевом опыте обеспечила: увеличение числа растений на 1 га на 1300 шт.; увеличение общей урожайности на 3,2%; повышение выхода стандартных корнеплодов на 4,1% и урожая стандартной продукции на 2,3 т/га; повышение сахаристости корнеплодов на 0,22%; выход очищенного сахара с 1 га увеличился на 0,6 т; инфицирование корневыми гнилями корнеплодов уменьшилось на 0,5%. Результаты исследований подтверждают, что механизм действия почвообитающих диазотрофных бактерий – комплексный, складывающийся из высокой проникаемости в ткани растений продуктов метаболизма микроорганизмов, antagonизма в отношении фитопатогена, стимулирующего действия на развитие растения - хозяина, корневые выделения которого способствуют поддержанию высокого титра микроорганизма в ризосфере.

## ВЫВОДЫ

Сапротрофные бактерии и их метаболиты оказывают синергическое действие на развитие и плодоношение растений, осуществляют защитные функции в следствие высокой степени выживаемости в почве. Максимальное развитие корневой системы и увеличение поглощения корнями питательных элементов, их поступление в вегетативные органы, способствуют повышению биомассы растений. Интродукция их в почву путём обработки семян, черенков обогащает ризосферу растений ауксинами, цитокининами, способствует азотфиксации. А каждый кг азота за счёт N-фиксации обходится в 100 раз дешевле минерального (Бочарникова, 2011). Создание микробно-растительных ассоциаций – насущная необходимость совершенствования технологий в экологическом с\х в целях защиты окружающей среды и населения от последствий нерационального использования удобрений и пестицидов.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Васютин А.С. (2014).** Особенности воспроизводства плодородия почв. Conf.Stiintif. Belți, р.289-298.
- Меренюк Г.В. (2009).** Деградация почв, вовлеченных в с\х оборот, решение проблемы с микробиологических позиций. В: Probleme actuale de microbiologie si tehnologie. Chisinau.
- Rotaru V. (2012).** Aplicarea biofertilizatorilor în condiții de secetă. Конф.МООБ,р.498-499.
- Драговоз И.В. (2010).** Комплексная физиологическая направленность действия регуляторов роста микроорганизмов. Авторефератдисс...докт.биол.наук.Киев. 45с.
- Полякова Е.А. (2010).** Активизация защитных реакций растений под влиянием метаболитов микроорганизмов. Сб. «Растение и стресс», с.286.
- Гуманюк Ф.В. (2015).** Роль альтернативного земледелия в сохранении плодородия почвы. Сб. «Перспективы инновационного развития с\х», с.455-460
- Коломиец Э.И., Романовская Г.В. (2014).** Повышение эффективности субстратов интродукцией почвообитающих бактерий. Межд.конф. Алматы, с.287-289.
- Боронин А М. (1998).** Ризосферные бактерии рода Pseudomonas. СОЖ , №10, с.25-31.
- Иутинская, Г.А. (2010).** Биорегуляция микробно-растительных стем. Киев. Ничлава, 463 с.
- Бочарникова Н.И (2011).** Проблемы обеспечения продовольственной безопасности в XXI веке. Сб.Конф. Краснодар, с.157-163.

# **MODELE DE OPTIMIZARE A REGIMURILOR NUTRITIVE A SOLURIOR MOLDOVEI**

**Vasile LUNGU**

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo"

**Abstract.** Framework models for optimization of the nutritional regimes under agricultural crops have been elaborated, according to the type and subtype of soil in the field settlements in order to obtain the discounted yields and environment protection in conditions of sustainable agriculture.

**Keywords:** soil, model, regime, culture.

## **INTRODUCERE**

Potențialul de producere agricolă a solului și asigurarea culturilor agricole cu nutriție minerală depinde în mod direct de starea agrochimică din sol și de regimul de umiditate. În Republica Moldova nivelul de asigurare a plantelor cu apă este destul de variabil pe ani, anotimpuri și perioade critice de dezvoltare a plantelor de cultură (Recomandări..., 2012). Conform datelor meteorologice în zona de Nord media multianuală a precipitațiilor este de 513 mm, în Centru - 488, iar la Sud – 436 mm. În perioada rece a anului (IX-III) agricol cantitatea de precipitații constituie 18-25 la sută, iar în cea caldă (IV-VIII) – 82-75% (Instrucțiuni..., 2007). Astfel regimurile de umiditate în zonele țării se deosebesc. Pentru utilizarea mai eficientă a umidității trebuie să se mențină în sol un nivel optim de elemente nutritive. Prin elaborarea modelelor de optimizarea regimurilor nutritive se poate obține recolte maxime în anii favorabili după precipitații și evitare scăderi catastrofale în anii secetoși.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Obiectele de studiu au fost: solul cenușiu de pădure și cernoziomul levigat din stațiunile de lungă durată din c. Ivancea, raionul Orhei și cernoziomul carbonatic din c. Grigorievca, r-l Căușeni; asolamentele de câmp cu următoarele culturi: grâu de toamnă, porumb boabe, floarea soarelui și leguminoase pentru boabe; nivelele de nutriție minerală din aceste soluri; sistemele de fertilizare pe câmpuri și diferite norme de îngrășăminte pentru culturile agricole.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Starea azotului în solurile Moldovei este scăzută, deoarece în sol nu se mai aplică îngrășăminte organice, iar culturile leguminoase, fixatoare de azot atmosferic în asolamentele de câmp ocupă o cotă neînsemnată. Cantitatea principală de azot natural se află în componența humusului. Conținutul de azot în humus constituie 3-5%. De aceea în lipsa îngrășămintelor nutriția plantelor cu azot este direct proporțională cu cantitatea humusului din sol. Conținutul humusului în solurile Moldovei pe raioane variază de la 3,2% până la 4,3% în zona de nord, de la 2,0% până la 3,8% în zona de centru și de la 2,7 până la 3,3% în cea de sud. Media fiind de 3,1% (Burlacu, 2004; Cerbari, 2000; Почвы Молдавии, 1986). Aceste soluri pot produce anual cca 80 – 110 kg de azot în zona de nord, 50 – 95 de kg/ha în zona de centru și 70 – 85 kg/ha în zona de sud a țării (Programul ..., 2004). În medie pe țară această cantitate constituie cca 80 kg/ha. La stabilirea normelor de azot trebuie să se țină cont de datele concrete ale conținutului de humus de pe câmpul respectiv (tab.1).

Din rezultatele obținute în ultimii 50 de ani în experiențele multianuale ale laboratorului de agrochimie IPAPS „N.Dimo”, reiese, că aplicarea sistematică a îngrășămintelor cu azot în norme de peste 120 kg/ha pe sol cenușiu și pe cernoziom levigat și de 90 kg/ha pe cernoziom carbonatic în asolament conduc la acumulări de cantități de azot nitric care cu vremea se spală în jos pe profil, devenind o sursă de poluare (tab.1). De aceea la elaborarea modelului de optimizare a azotului din sol trebuie de ținut cont de aceasta.

Tabelul 1. Model de optimizare a conținutului de azot în sol sub grăul de toamnă

Recolta, t/ha	Conținutul de azot în sol, kg/ha								
	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	Normele de azot în sol care trebuie scăzute din îngrășăminte, kg/ha								
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	25	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	50	25	0	0	0	0	0	0	0
3,5	75	50	25	0	0	0	0	0	0
4,0	100	75	50	25	0	0	0	0	0
4,5	125	100	75	50	25	0	0	0	0
5,0	150	125	100	75	50	25	0	0	0
5,5	175	150	125	100	75	50	25	0	0
6,0	-	175	150	125	100	75	50	25	0
6,5	-	-	175	150	125	100	75	50	25

Rezultatele demonstrează că capacitatea de mineralizare a solurilor este diferită. Cea mai mare capacitate de mineralizare o are cernoziomul carbonatic, urmat de cernoziomul levigat, iar cea mai mică solul cenușiu. Aceste însușiri agrochimice ale solurilor studiate s-au luat în vedere la alcătuirea modelelor de optimizare a regimului de azot (tab.2).

Tabelul 2. Model de optimizare a normelor de azot sub grăul de toamnă conform conținutului de humus și capacitatei de nitrificare

Humus, %	Capacitatea de nitrificare, kg/ha	Recolta fără îngrășăminte, q/ha	Necesarul de azot pentru diferite recolte, kg/ha				
			35	40	45	50	55
2,0	50	15-20	60	90	110	140	170
2,4	60	20-25	50	80	100	130	160
2,8	65	25-30	40	70	90	120	150
3,2	75	30-35	30	60	80	110	140
3,6	85	35-40	20	50	70	100	130
4,0	95	40-45	0	40	60	90	120
4,4	105	45-50	0	30	50	80	110

În prezent din cauza deficitului de fosfor mobil în sol recoltele culturilor agricole sunt mici, iar efectul îngrășămintelor cu azot este minim. Pentru o eficientizare maximă a îngrășămintelor cu azot, modelul de optimizare a azotului a fost elaborat și în concordanță cu nivelul fosforului mobil în sol (tab.3). Fertilizarea cu norme mari de azot pe sol cu deficit acut de fosfor duce la pierderi semnificative a azotului pe profil în jos care nu mai pot fi recuperate de către plante în sezonul următor. Această metodă sporește eficiența folosirii îngrășămintelor azotate, este rentabilă din punct de vedere agronomic și economic, reduce levigarea nitrațiilor în jos pe profilul solului, micșorează pericolul de poluare a mediului înconjurător cu rezidiuri remanente provenite din fertilizare. Utilizarea acestor modele necesită cheltuieli suplimentare pentru efectuarea cartării agrochimice operative a solului. Însă aceste cheltuieli se justifică sub aspect economic și ecologic. În cazul lipsei informației despre rezerva din sol normele de fertilizanți azotați se stabilesc funcție de tipul, subtipul de sol și zona climaterică. Pentru zona de nord și de centru, unde în învelișul de sol predomină solurile de pădure și cernoziomurile levigate, tipice și argilo-iluviale se recomandă norma de 90 - 120 kg/ha pentru grăul de toamnă și porumb boabe și 45 kg/ha pentru floarea soarelui.

Tabelul 3. Model de aplicare a normele de azot funcție de nivelul de fosfor în sol

Nivelul de fosfor în sol, mg/100g sol	Grâu de toamnă		Porumb boabe		Floarea soarelui	
	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha,s.a	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha, s.a	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha, s.a
<1,0	15	0	25	0	11	0
1,0-1,5	23	0	38	0	17	0
1,6-2,0	30	35	50	35	22	0
2,1-2,5	38	50	63	50	25	35
2,6-3,0	42	65	69	65	27	40
3,1-3,5	49	80	81	80	32	45
3,6-4,0	56	95	92	95	36	50
4,1-4,5	60	110	104	110	41	55
4,6-5,0	64	125	110	125	40	60

Pe cernoziomurile carbonatice și obișnuite răspândite în zona de sud normele, respectiv: 60 - 90 kg/ha și 30 – 35 kg/ha. După anii secetoși și cu recolte scăzute a premergătorilor, normele de îngrășăminte azotate se reduc cu 35 - 40 %. Însă folosirea acestei metode conduce la utilizarea neeficientă a îngrășămintelor azotate, cheltuieli nejustificate și la majorarea riscului de poluare a apelor pedofreatice cu nitrați.

**Fosforul.** Starea fosforului mobil în solurile Moldovei este diferită și cuprinde toate cele 6 clase de asigurare de la foarte scăzută până la foarte ridicată. Ultima cercetare agrochimică a solurilor fost efectuată în anii 90 ai secolului trecut. La acea vreme, adică cu 25 de ani în urmă conținutul de fosfor mobil era scăzut și foarte scăzut pe 25% din suprafață agricolă, moderat pe 34 % și doar pe 40 % din suprafață era optim, ridicat și foarte ridicat. În prezent starea fosforului mobil în sol nu este cunoscută. Însă cercetările sporadice care au fost efectuate în diferite gospodării, datele din experiențele de lungă durată au demonstrat, că starea fosforului s-a redus semnificativ. Aceasta apreciere este susținută și de faptul că conform datelor statistice îngrășămintele cu fosfor practic nu se aplică. În prezent din 50 kg/ha s.a îngrășăminte, doar 2-3% o constituie fosforul. Îngrășăminte cu fosfor au început în ultima vreme să se folosească parțial doar sub unele culturi (sfecla de zahăr, legume, cca 35-40 mii ha din totalul de 1mln 600 mii ha teren arabil). Din cauza deficitului de fosfor mobil în sol recoltele culturilor agricole sunt mici, iar efectul îngrășămintelor cu azot este minim. O bună parte din azot se spală în adâncimea profilului solului, contribuind la poluarea apelor pedofreatice.

Modificările conținutului de fosfor mobil în sol pe parcursul a 50 de ani au fost monitorizate în experiențele de lungă durată a IPAPS "N.Dimo". Din datele obținute reiese, că la varianta martor conținutul de fosfor mobil a scăzut de la 2,8 până la 2,4 mg /100g. sol pe sol cenușiu, de la 1,6 până la 1,4 pe cernoziom levigat și de la 1,5 până la 1,2 mg/100 g sol pe cernoziom carbonatic (tab.4). Prin urmare, ritmurile de scădere a fosforului din sol nu sunt cele prognozate anterior, dar sunt mai mici. Ritmurile de scădere a conținutului de fosfor la concentrații mici este lent. În sprijinul acestei ipoteze sunt și recoltele foarte mari obținute în anii 2013 și 2014 pe țară la majoritatea culturilor agricole, deși în sol practic nu s-au aplicat îngrășăminte cu fosfor din anii 90. Din rezultatele obținute putem concluziona că acțiunea gunoiului de grajd este mai îndelungată în timp pentru starea fosforului în sol decât acțiunea lui asupra humusului. Aplicarea gunoiului de grajd pe nivel optim de fosfor a majorat conținutul lui în sol. Această majorare a fost de cca 2,4 mg față de martor și de 0,9 față de nivelul cu fosfor format pe sol cenușiu și de 3,2 mg pe cernoziom levigat.

Aplicarea îngrășămintelor de fosfor urmărește două obiective:

- maximizarea contribuției la obținerea recoltelor scontate;
- optimizarea stării fosfatice a solurilor.

Tabelul 4. Model cadru de optimizare a nivelurilor de fosfor mobil în sol

Conținutul inițial de fosfor mobil în sol, mg/100 g. sol	Nivelul de fosfor mobil care trebuie de format, mg/100g sol									
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
	Normele de fosfor, kg/ha s.a.									
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	150	75	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	225*	150	75	0	0	0	0	0	0	0
3,0	300	225	150	75	0	0	0	0	0	0
3,5	375	300	225	150	75	0	0	0	0	0
4,0	450	375	300	225	150	75	0	0	0	0
4,5	525	450	375	300	225	150	75	0	0	0
5,0	600	525	450	375	300	225	150	75	0	0
5,5	675	600	525	450	375	300	225	150	75	0

\*Normele mai mari de 200 kg/ha se vor aplica în mai multe rate și ani.

Strategia optimizării stării fosfatice a solurilor constă în următoarele:

- aducerea solurilor cu conținut foarte scăzut, scăzut la moderat ( $\approx 2,0 - 2,5$  mg/100 g sol) pentru solurile din zona de sud;
- la relativ optim 1 ( $\approx 2,6 - 3,0$  mg/100 g sol) pentru solurile din zona de centru;
- la optim de fosfor mobil ( $\approx 3,1 - 3,5$  mg/100 g sol) pentru solurile din zona de nord;
- încorporarea îngrășămintelor fosforice se face doar funcție de nivelul fosforului mobil în sol, conform modelului cadru (pentru aceasta doza medie anuală este diferită);
- menținerea solurilor cu conținut optim și ridicat de fosfor mobil prin compensarea exportului fosforului cu îngrășăminte în doze de  $P_{90-60}$  anual;

Optimizarea nivelurilor de fosfor mobil în sol după acest model va permite obținerea unor recolte conform tabelului 5.

Tabelul 5. Model cadru de obținere a recoltelor conform asigurării cu fosfor mobil

Cultura	Nivelurile de fosfor în sol, mg/100g sol									
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
	Nivelul recoltelor prognozate după fosforul din sol, q/ha:									
grâu de toamnă	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
porumb boabe	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135
floarea soarelui	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48

Culturile agricole din asolament reacționează eșalonat la fertilizarea cu fosfor. Grâul și porumbul reacționează cel mai bine, de aceea modelul de optimizare treptată a fosforului mobil din sol în asolament trebuie de început cu aceste culturi (tab.6). În cazul în care nu sunt la dispoziție informații despre conținutul fosforului mobil în sol, normele de fosfor se pot stabili în funcție de tipul și subtipul de sol și de zona cultivării.

Tabelul 6. Model de optimizare treptată a stării fosfatice a solurilor în asolament

Conținutul fosforului mobil în sol, mg/100g	Culturile din asolament				
	Grâu de toamnă	Porumb boabe	Floarea soarelui	Leguminoase boabe	Grâu de toamnă
	Norma de fosfor, kg/ha/an, s.a.				
<1,0	250	200	150	100	75
1,0-1,5	250	200	150	100	75
1,6-2,0	200	150	100	100	75
2,1-2,5	100	75	50	50	50
2,6-3,0	75	75	50	50	50
3,1-3,5	50	50	50	50	50
3,6-4,0	0	50	50	50	50
4,1-4,5	0	0	50	50	50
4,6-5,0	0	0	0	50	50

Pentru zona de nord și de centru unde în învelișul de sol predomină solurile de pădure și cernoziomurile levigate, tipice și argilo-iluviale se recomandă normă de 60 - 90 kg/ha pentru grâul de toamnă și porumb boabe, 40 kg/ha pentru floarea soarelui. Pe cernoziomurile carbonatice și obișnuite răspândite în zona de sud, respectiv: 40 - 60 kg/ha și 30 – 35 kg/ha.

**Potasiul.** Starea potasiului schimbabil în solurile Moldovei este foarte bună. Cercetările efectuate în experiențele de lungă au demonstrat, că pe parcursul a 50 de ani, conținutul potasiului schimbabil pe martor în solurile cercetate s-a modificat nesemnificativ, deși cu recolta din sol s-a extras cca 4,5-5,0 t/ha de potasiu. Pe sol cenușiu conținutul a constituit 22-27 mg, pe cernoziom levigat 23-27 mg, iar pe cernoziom carbonatic 27-32 mg/100 g sol. Rezultatele obținute demonstrează capacitatea ridicată a solurilor cercetate pentru menținerea unui echilibru dinamic între diferite forme de potasiu din sol. O majorare vizibilă s-a observat doar la fertilizarea cu gunoi de grajd în norme ridicate 120-180 t/ha. Fertilizarea cu îngrășăminte minerale de potasiu este necesară doar în cazuri foarte rare, pe soluri cu conținut mai mic de 20 mg/100g. sol. Aplicarea sistematică a îngrășămintelor cu potasiu în asolamentele de câmp a condus la o majorare neesențială a lui în sol. Pe parcursul a 50 de ani din contul îngrășămintelor conținutul de potasiu s-a majorat cu cca 3 mg în sol cenușiu, cu 5 mg în cernoziom levigat și cu 2 mg în cernoziom carbonatic. Aplicarea gunoiului de grajd pe fond de îngrășăminte minerale a majorat conținutul de potasiu în sol cu 3-5 mg/100 g sol (tab.7).

Tabelul 7. Model de optimizare a conținutului de potasiu schimbabil în sol la grâul de toamnă

Recolta, t/ha	Conținutul de potasiu schimbabil în sol, mg/100g sol								
	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	Norme de potasiu, kg/ha, s.a.								
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	60	30	0	0	0	0	0	0	0
4,0	90	60	30	0	0	0	0	0	0
4,5	120	90	60	30	0	0	0	0	0
5,0	150	120	90	60	30	0	0	0	0

Stabilitatea conținutului de potasiu în timp demonstrează că între cele 4 forme de potasiu în sol: solubil, schimbabil, fixat și nativ există un echilibru permanent și dinamic care asigură o rezervă durabilă a acestui element pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Practic optimizarea stării potasice se face din contul producției secundare, resturilor vegetale și dezagregării mineralelor din sol. Modelul de optimizare a potasiului schimbabil în sol cuprinde conținutul de la 15 mg/100 g sol până la 55 mg (tab.7).

Pentru optimizarea regimului de potasiu în sol și menținerea nivelului optim se mai poate de utilizat și următoarea formulă:  $N_K = R_s \times C_s \times C_c$ , unde  $N_K$  – norma de potasiu, kg/ha, s.a.;  $R_s$  - recolta, t/ha;  $C_s$  - consumul potasiului la 1 t de producție, kg/t;  $C_c$  - coeficientul de corecție față de conținutul potasiului schimbabil din sol (tab.8).

Tabelul 8. Coeficienții de ajustare a normelor medii de îngrășăminte funcție de clasele de asigurare a solului

Elementul	Clasele de asigurare a solului					
	foarte scăzut	scăzut	moderat	optim	ridicat	foarte ridicat
Fosfor mobil	2,0	1,5	1,3	1,0	0,3	0
Potasiu schimbabil	2,0	1,5	1,3	1,0	0	0

Coeficientul de corecție (tab.8) se stabilește după gradul de asigurare conform clasificării existente. Conținutul de potasiu schimbabil în sol se stabilește în urma cartării agrochimice din toamnă odată cu determinarea fosforului mobil.

În lipsa informațiilor privind conținutul potasiului schimbabil în sol se recomandă aplicarea îngrășămintelor potasice pe solurile luto-nisipoase și nisipoase în norme de 40 - 60 kg/ha s.a. indiferent de tipul și subtipul de sol și de zona de cultivare. Solurile argiloase sunt bine asigurate cu potasiu schimbabil și pot susține obținerea unor recolte ridicate fără fertilizare suplimentară cu acest element.

## CONCLUZII

Modele de optimizare a regimurilor nutritive au fost elaborate în baza rezultatelor experiențelor de câmp de lungă durată fondate pe sol cenușiu de pădure, cernoziomuri levigate și carbonatice, cât și celor obținute din implementarea producției științifice în practică. Elaborarea modelelor de optimizare a regimurilor nutritive și de fertilizare a culturilor agricole s-a efectuat în baza particularităților plantelor de cultură și sistemului de fertilizare funcție de tipul și subtipul de sol, indicii agrochimice, nivelul recoltei și calitatea recoltei. Utilizarea modelelor de optimizare a regimurilor nutritive vor contribui la sporirea capacitații de producere a solurilor, obținerii recoltelor stabile și protecției mediului ambiant de poluare.

## BIBLIOGRAFIE

- Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor** pe diferite tipuri de sol la culturile de câmp. Chișinău: Pontos, 2012, 66 p.
- Почвы Молдавии.** Том 3. Кишинев: Штиинца, 1986. 255 с.
- Programul complex** de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor. Partea II. Chișinău: Pontos, 2004. P.125.
- Burlacu I.** Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova. Chișinău: Pontos, 2004. 195 p.
- Cerbari V.** Sistemul informațional privind calitatea învelișului de sol al Republicii Moldova (banca de date ) Chișinău: Pontos, 2000. p. 83.
- Instrucțiuni** metodice privind cartarea agrochimică a solurilor. Chișinău: Pontos, 2007. 34 p.
- Lăcătușu Radu.** Agrochimie. Iași: Terra Nostra, 2006. p. 230-319.

# ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СУХИХ СУБТРОПИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гошгар МАМЕДОВ

Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана  
AZ-1073, г.Баку, ул. М.Рагима 5, e-mail: [goshgarmm@mail.ru](mailto:goshgarmm@mail.ru)

**Abstract:** Experimental data from studies obtained in stationary field experiments under irrigation conditions of alluvial meadow-forest soils of dry subtropics of Azerbaijan (northeastern part of the Greater Caucasus) have been studied and presented. The use of fertilizer systems (mineral, organic and organo-mineral, i.e., their combined use) differently influenced the accumulation of the main nutrients (NPK) in the aerial organs (fruits, leaves, stems) of tomato plants. The effectiveness of the influence of various fertilizer systems under a tomato crop has been established. In terms of yield and total outflow of potassium, an effective option has been found to use an organo-mineral fertilizer system in the normal Background- ( $P_{90}K_{120}$ ) +  $N_{60}$  + manure 12 t/ha; in terms of total phosphorus removal, an organic fertilizer system is normal manure 24 t/ha; and in terms of total nitrogen removal, the Background - ( $P_{90}K_{120}$ ) +  $N_{120}$  variant was effective. In this case, the total removal was, respectively, 272.88 kg / ha for potassium; 76.76 kg/ha for phosphorus and 170.56 kg/ha for nitrogen.

**Keywords:** vegetable crops, meadow-forest soils, fertilizers, plant nutrition.

## ВВЕДЕНИЕ

В Азербайджане есть все необходимые природно-климатические условия для возделывания сельскохозяйственных культур. Одной из основных овощеводческих зон является Куба-Хачмазская зона, она в основном пригодна для выращивания овощных культур и преобладающая здесь почва под томатами является аллювиально лугово-лесной, на которой при выборе правильной системы удобрений, соблюдении всех правил агротехники можно добиться повышения урожайности и улучшения качества. Известно, что вынос питательных веществ урожаями определяется целым рядом факторов – почвенными условиями, продуктивностью биотипа, особенностями гидротермического и вегетационного периодов (Дамирова, 2019; Аллахвердиев, 2019; Мамедов, 2010; Мамедова, 2005).

Важным аспектом в минеральном питании растений является знание поглощения элементов питания индивидуальным растением. Под выносом подразумевается количество элементов питания, выносимых с поля основным урожаем и побочной продукцией. Он является главной статьей расхода и баланса питательных веществ и его определение весьма необходимо для повышения доз удобрений под планируемые участки возделываемых овощных культур с учетом постоянного повышения плодородия почвы (Стулин, 2012; Синещенков, 2018; Мовсумов, 2006).

Целью исследования является изучение влияния разных систем удобрений (минеральных, органических и органо-минеральных т.е. их совместного внесения) на накопление питательных элементов (NPK) надземными органами растений и их вынос растением томата в условиях сухих субтропиков Азербайджана на аллювиально лугово-лесных почвах.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Для выявления выноса NPK использовались результаты почвенных и растительных анализов, на основании которых установлена степень усвоения азота, фосфора и калия растениями из почвы и удобрений. Почвенные и растительные пробы брались по фазам развития растений, в них определяли содержание азота, фосфора и калия (Доспехов, 1985; Соколов, 1975).

Исследования проводили в условиях орошаемых аллювиально лугово-лесных почв Куба-Хачмазской зоны Азербайджана (Бабаев, 2006).

Пахотный слой лугово-лесных почв перед закладкой опыта был слабощелочным (рН  $H_2O = 7.8$ ), с низким содержанием (по Мачигину) подвижных форм  $P_{2O_5}$  и средним  $K_{2O}$  - 16.8 и 238 мг/кг соответственно. Содержание гумуса в пахотном слое, составляло 3.25%,  $N-NH_4$  - 17.5,  $N-NO_3$  - 9.62 мг/кг почвы. В опыте изучали эффективность применения минеральных и органических удобрений в эквивалентных по азоту дозах. Агрометеорологические условия в годы исследования были благоприятными для роста и развития растений.

В растительных образцах, надземной биомассе (в ботве) и в плодах определяли содержание общих форм азота, фосфора и калия по Гинзбургу К.Е., Щегловой Г.М., Вульфиусу Е.В. Растительные образцы отбирали с каждой делянки со всех вариантов в сроки отбора почвенных образцов (Соколов, 1975).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высокий урожай томата, независимо от сорта, сопровождается отчуждением большого количества азота и калия, который в основном происходит с биологическим выносом урожаем и надземной массой, а умеренные дозы азотно-калийных удобрений не обеспечивают его необходимый объем, в результате чего в почве наблюдается недостаток этих элементов (Кудеяров, 2004; Мерзля, 2012).

Влияние различных систем удобрений на накопление основных элементов (NPK) питания растениями томата в аллювиально лугово-лесных почвах (данные в среднем за 3 года) показано в таблице 1.

Таблица 1.  
Влияние различных систем удобрений на накопление основных элементов (NPK) питания  
растениями томата в аллювиально лугово-лесных почвах (в среднем за 3 года)

№	Варианты опыта	Система удобрения	Урожайность ц/га	Надземная биомасса растений (ботва) ц/га)		Накопление NPK в отдельных частях растений								
				стебли	листья	N, %		$P_{2O_5}, %$		$K_{2O}, %$		плоды	стебли	листья
1	Контроль, б/у	-	294	8,70	3,45	0,16	1,79	2,38	0,08	0,19	0,41	0,31	2,33	1,91
2	$P_{90}K_{120}$ -фон	Минеральная	396	8,94	3,52	0,18	1,81	2,42	0,10	0,21	0,43	0,36	2,54	2,23
3	Фон+ $N_{75}$	Минеральная	421	8,98	3,61	0,20	1,83	2,46	0,10	0,23	0,44	0,37	2,62	2,45
4	Фон+навоз-15 т/га	Органо-минеральная	448	9,07	3,73	0,19	1,84	2,53	0,11	0,24	0,45	0,39	2,82	2,54
5	Фон+ $N_{90}$	минеральная	462	10,04	3,80	0,23	1,86	2,58	0,11	0,26	0,47	0,40	2,87	2,76
6	Фон+ $N_{45}$ +навоз-9 т/га	органо-минеральная	487	10,09	3,86	0,22	1,88	2,62	0,12	0,27	0,49	0,42	2,92	2,85
7	Фон+ $N_{120}$	Минеральная	502	10,13	3,89	0,28	1,90	2,75	0,12	0,27	0,51	0,41	2,97	2,89
8	Фон+ $N_{60}$ +навоз-12 т/га	Органо-минеральная	528	10,21	3,96	0,26	1,93	2,82	0,13	0,30	0,54	0,43	3,26	3,17
9	Навоз+24 т/га	Органическая	514	10,17	3,93	0,24	1,92	2,80	0,14	0,28	0,52	0,42	3,18	2,95

Из таблицы видно, что применение различных систем удобрения по-разному повлияло на накопление основных питательных элементов в подземных органах растений томата. Установлено, что с повышением доз NPK увеличивается рост растений, и наилучшие показатели были достигнуты в варианте Фон + $N_{60}$ +навоза 12 т/га при органо-минеральной системе удобрений; в среднем за 3 года в плодах, стеблях, листьях

содержание общего калия достигло соответственно 0,43; 3,26 и 3,17%. Эти показатели были самыми высокими в проведенном опыте по содержанию общего калия.

При применении минеральной системы удобрения Фон+N<sub>120</sub> наблюдалось самое высокое содержание по общему азоту в плодах по сравнению с органо-минеральной и органических системами удобрений, оно доходило до 0,28%. Максимальное содержание общего фосфора в надземных частях растений томата наблюдалось при внесении органической системы удобрения. Так, при применении 24 т/га навоза (годовая норма) количество общего фосфора в надземных органах томата повысилось (плоды, стебли и листья томата) соответственно до 0,14; 0,28 и 0,52%.

Постоянное снижение годовых норм питательных элементов в составе минеральных, органических и органо-минеральных систем удобрения, повлияло на сокращение величины общего азота, фосфора и калия в отдельных органах растений томата. При минеральной системе удобрения в норме Фон+N<sub>90</sub> накопление азота в надземной части (в плодах, стеблях и листьях) растений томата повысилось по сравнению с контрольным без удобрения вариантом и составляло соответственно по общему азоту 0,23%, 1,86% и 2,58%. При органо-минеральной системе в норме Фон + N<sub>45</sub> + навоз 9 т/га наблюдалось постепенное повышение общего азота в стеблях и листьях растений томата, что составляло соответственно 1,88% и 2,62%, и не отмечалось повышение в плодах величины общего азота по сравнению применением различных систем удобрений.

В плодах томата содержание общего азота по сравнению с минеральной системой (Фон + N<sub>90</sub>) удобрения составило 0,22%. Содержание фосфора в надземной биомассе растений также снизилось при уменьшении годовых норм удобрений при применении различных систем удобрений. При применении Фон + N<sub>90</sub> (минеральная система удобрений) накопление и содержание общего фосфора в разных надземных органах (плоды, стебли, листья) составляет соответственно 0,11%; 0,26% и 0,47%.

Содержание фосфора в органах (плоды, стебли и листья) при замене части минеральных удобрений в норме Фон+N<sub>90</sub> в органо-минеральной системе удобрений на органическую в эквивалентном количестве соответствует совместному их внесению в норме Фон + N<sub>45</sub> + навоз 9 т/га, эти показатели заметно повысились соответственно до 0,12%; 0,27% и 0,49%. При установлении содержания общего калия K<sub>2</sub>O в надземной биомассе (плоды, стебли и листья) получены аналогичные результаты. При органо-минеральной системе применения удобрений Фон+N<sub>45</sub>+навоз 9 т/га по сравнению с минеральной системой Фон+N<sub>90</sub> (при эквивалентном количестве замены азота) по годовым нормам отмечено заметное их повышение. Содержание общего калия в плодах, стеблях и листьях повысилось соответственно на 0,02%; 0,05% и 0,09%. Применение минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения под томатами способствовало накоплению основных питательных элементов (NPK) в надземной части растений по сравнению с контролем (не удобренный вариант), эти величины значительно повысились по общему азоту, фосфору и калию соответственно. Так, в плодах общий азот возрос по сравнению с контролем на 0,02-0,12%; валовой фосфор - на 0,02-0,06%, а валовой калий - на 0,05-0,12%. Вынос питательных элементов в зависимости от различных систем применения азотных удобрений представлен в таблице 2.

Вынос питательных элементов из почвы зависит, как известно от уровня содержания их в основной и побочной продукции, а также урожайности. По всем вариантам с применением различных систем удобрений, вынос азота с урожаем и с ботвой (листья, стебли) повысился в среднем по сравнению с контрольным вариантом соответственно на 24,24-93,52 кг/га; 0,3-2,95 кг/га; 0,6-4,1 кг/га по выносу азота (N); 16,08-48,44 кг/га; 0,09-0,72 кг/га; 0,23-1,41 кг/га по выносу фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и 51,42-135,9 кг/га; 1,26-5,96 кг/га; 2,43-13,0 кг/га; по выносу калия (K<sub>2</sub>O).

Таблица 2.

Влияние различных систем удобрений на вынос основных питательных элементов растениями томата в аллювиально-лугово-лесных почвах (в среднем за 3 года)

№	Варианты опыта	Система удобрения	Урожайность, ц/га	Вынос, кг/га						Всего кг/га	
				с ботвой				плоды			
				листья	стебли	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	K <sub>2</sub> O			
1.	Контроль б/у	-	294								
2.	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> -фон	Минеральная	396								
3.	Фон+N <sub>75</sub>	Минеральная	421								
4.	Фон+навоз-15 т/га	Органо-минеральная	448								
5.	Фон+N <sub>90</sub>	Минеральная	462								
6.	Фон+N <sub>45</sub> +навоз-9 т/га	Органо-минеральная	487								
7.	Фон+N <sub>120</sub>	Минеральная	502								
8.	Фон+N <sub>60</sub> +навоз-12 т/га	Органо-минеральная	528								
9.	Навоз+24 т/га	Органическая	514								
	11,01	11,16	10,70	10,11	9,80	9,44	8,88	8,51	8,21		
	2,05	2,14	1,98	1,90	1,79	1,68	1,59	1,51	1,42	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	11,59	12,55	11,24	11,00	10,49	9,47	8,84	7,85	6,59	K <sub>2</sub> O	
	19,5	19,7	19,3	19,0	18,7	16,7	16,4	16,2	15,6	N	
	2,75	3,06	2,83	2,72	2,61	2,18	2,10	1,88	1,65	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	32,34	33,28	30,08	29,46	28,81	25,58	23,52	22,70	20,27	K <sub>2</sub> O	
	123,4	137,3	140,56	107,14	106,26	85,12	84,2	71,28	47,04	N	
	71,96	68,64	60,24	58,44	50,82	49,28	42,10	39,6	23,52	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	215,88	227,04	205,82	204,54	184,80	174,72	155,77	142,56	91,14	K <sub>2</sub> O	
	163,91	168,16	170,56	136,25	134,76	111,26	109,48	95,99	70,85	N	
	76,76	73,84	65,05	63,06	55,22	53,14	45,79	43,00	25,29	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	259,81	272,87	247,14	245,00	224,10	209,77	188,13	173,11	118,00	K <sub>2</sub> O	

При применении Фон + N<sub>75</sub> минеральной системы удобрений вынос азота в листьях томата составил 8,88 кг/га. При замене части питательных элементов из состава минеральных удобрений на эквивалентное количество органо-минеральных (совместное их внесение) вынос азота в листьях томата повысился до 9,44 кг/га. Повышение дозы удобрений (применение минеральных, органических и органо-минеральных систем удобрений) аналогично влияло на возрастание выноса азота с листьями томата. Как видно из указанных в таблице 2 данных, выноса питательных элементов из почвы, высокое их содержание наблюдалось в плодах. Среднее значение выноса NPK отмечалось в стеблях растений томата.

Вынос питательных элементов из почвы зависит, как известно, от уровня содержания их в основной продукции и ботве. По всем вариантам с применением различных систем удобрений (минеральных, органических и органо-минеральных, т.е. совместное их применение), с внесением удобрений общий вынос питательных элементов с урожаем и ботвой повысился в среднем по сравнению с контрольным вариантом по азоту на 25,4-99,7 кг/га; фосфору - на 17,7-51,5 кг/га и калию -на 55,1-154,9 кг/га.

Вынос азота с урожаем и ботвой был несколько выше в варианте с применением органо-минеральных систем удобрений, где часть минерального азота заменена органическим азотом (внесение его в эквивалентном количестве в виде навоза).

По общему выносу фосфора и калия также наблюдалось повышение его величины, где применялись различные нормы и соотношения минеральных и органических удобрений по сравнению с контрольным (не удобренным) вариантом.

При применении различных систем удобрений общий вынос питательных веществ с урожаем томата составил от 396 ц/га до 528 ц/га: по азоту от 95,99 кг/га до 168,16 кг/га, по фосфору - от 43,00 кг/га до 76,76 кг/га, а по калию - от 173,11-272,87 кг/га.

Большому выносу NK способствует применение органо-минеральной системы удобрений в варианте Фон + N<sub>60</sub> + навоз 12 т/га; он составил по азоту 168,16 кг/га, по калию - 272,87 кг/га. А большому выносу фосфора способствует применение органической системы удобрений в норме 24 т/га, где общий вынос равен 76,76 кг/га.

Таким образом, внесение основных питательных элементов (NPK) в составе различных удобрений увеличивает общий вынос питательных элементов и их потребление.

## ВЫВОДЫ

1. На орошаемых аллювиально лугово-лесных почвах замена части минерального азота органическим, т.е. внесение его в эквивалентном количестве в виде навоза на фоне (P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>) + N<sub>60</sub> + навоз 12 т/га (органо-минеральная система применения удобрений) положительно влияет на накопление основных элементов (NPK) питания растениями томата.

В этом варианте в плодах, стеблях и листьях томата содержание азота составило соответственно 0,26%, 1,93% и 2,82%; фосфора – 0,13%, 0,30%, 0,54%; калия – 0,43%, 3,26%, 3,17%. По сравнению с применением минеральной системы удобрений, эти данные заметно уменьшились с применением органической системы удобрений и составили в органах растений томата (в плодах, стеблях и листьях) по содержанию азота соответственно – 0,28%, 1,90 и 2,75%; по фосфору – 0,12%, 0,27% и 0,51%; по калию – 0,41%, 2,97 и 2,89%.

Применение органической системы удобрений (навоз – 24т/га) также положительно влияет на накопление питательных элементов в отдельных частях растений (в плодах, стеблях и листьях) соответственно по азоту – 0,24%, 1,92% и 2,80%; по фосфору – 0,14%, 0,28% и 0,52%; по калию – 0,42%, 3,18 и 2,95%.

2. При органической системе применения удобрений в норме 24 т/га навоза высокий общий вынос по фосфору наблюдался в этом варианте – 76,76 кг/га и он был выше по сравнению неудобренным вариантом на 51,47кг/га, по сравнению с минеральной системой удобрений Фон+N<sub>120</sub> - на 11,71 кг/га, а по сравнению с органо-минеральной системой удобрений Фон+N<sub>60</sub>+навоз 12 т/га - на 2,92кг/га.

3. При применении минеральной системы удобрений в норме Фон+N<sub>120</sub> высокий общий вынос по азоту наблюдается в этом варианте – 170,56 кг/га и он был выше по сравнению с контролем (неудобренный варианте) на 99,7 кг/га, по сравнению с органической системой удобрений (24 т/га почвы) на 6,65 кг/га, а по сравнению с органо-минеральной системой удобрений Фон+N<sub>60</sub>+навоз 12 т/га - на 2,4 кг/га.

4. При уменьшении величины норм минеральных и органических удобрений (в нормах Фон+N<sub>45</sub>+навоз 9 т/га и Фон+навоз 15 т/га) соблюдалась закономерность по эффективности применения органо-минеральной системы удобрений по отношению выноса азота, фосфора и калия, которые были высокими по сравнению с контролем и с минеральной системой применение удобрений.

## ЛИТЕРАТУРА

- Дамирова К.И. (2019).** Влияние органических удобрений на содержание NPK в растениях. Овощеводство и бахчеводство. Исторические аспекты, современное состояние проблемы и перспективы развития. Материалы V Международной научно-практической конференции посвященной 45-летию создания Опытной Станции «Маяк» том 2, Украина, с.177-182
- Аллахвердиев Э.И. и др. (2019).** Вынос элементов питания томатов в зависимости от сроков внесения азота. Овощеводство и бахчеводство. Исторические аспекты, современное состояние проблемы и перспективы развития. Материалы V Международной научно-практической конференции посвященной 45-летию создания Опытной Станции «Маяк» том 2, Украина, с.99-102.
- Мамедов Г.М. (2010).** Применение удобрений под культуру томата на лугово-лесных и серо-бурых почвах Азербайджана. Агрохимия. №3. РАН «Наука». Москва, с. 29-33.
- Мамедова С.З., Мамедов Г.Ш. (2005).** Почвы Азербайджана и их рациональное использования. Тр. Азерб. общества почвоведов. Баку, «Элм», том X, часть 1, с.72-87.
- Стулин А.Ф. (2012).** Продуктивность и качество подсолнечника, вынос элементов питания на черноземе выщелоченном при длительном применении удобрений. Агрохимия, №2, Москва РАН «Наука», с. 47-52.
- Синещенков В.Е., Ткаченко Г.И. (2018).** Вынос азота урожаем зерна яровой пшеницы при минимизации основной обработки почвы. Агрохимия. №12. РАН «Наука», Москва, с. 22-25.
- Мовсумов З.Р. (2006).** Научные основы эффективности элементов питания растений, и их баланс в системе чередования культур. Баку, «Элм», 248 с.
- Доспехов Б.А. (1985).** Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 351 с.
- Соколов А.В. (1975).** Агрохимические методы исследования почв, под редакцией Соколова А.В., М. «Наука». 657 с.
- Бабаев М.П. и др. (2006).** Современная классификация почв Азербайджана. Баку, Изд-во. «Элм», 360 с.
- Кудеяров В.Н., Семенов В.М. (2004).** Оценка современного вклада удобрений в агротехнический цикл азота, фосфора и калия. Почвоведение №12, «Наука» РАН, с. 1140-1446.
- Мерзля Г.Е. и др. (2012).** Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимия №2, Москва РАН «Наука», с. 37-46.

# АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКОРОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

МАНСУРОВ Б.А, САИДЗОДА Р.Ф

Институт Земледелия Таджикской Академии Сельскохозяйственных Наук  
734022, г. Гиссар, посёлок Шарора, ул. Дусти 1.

**Abstract.** *Soil erosion is accompanied by a change in terrain, soil properties, species composition and state of vegetation, projective land cover by vegetation. The results of these changes can be estimated using remote methods: soil reflectivity, radar survey, geophysical logging. Each of these methods, combined with the radiation of the earth's surface at certain intervals of the spectrum, allows you to identify a specific change in the soil-plant system in the landscape.*

**Key words:** wind, water, erosion, soil, system, soil-plant, solar energy, anthropogenic factor, time, space.

## ВВЕДЕНИЕ

Эрозия почв сопровождается изменением рельефа местности, состава и свойств почв, видового состава и состояния растительности, проективного покрытия земель растительностью. Степень этих изменений может быть оценена с использованием дистанционных методов: отражательной способности почв, радарной съемкой, при помощи геофизического каротажа. Каждый из этих методов, плюс излучение в определенных интервалах спектра, позволяет идентифицировать конкретное изменение системы почва-растение в ландшафте. Более точную идентификацию развития эрозии ( $Y$ ) можно получить только при совместном использования разных методов ( $Z_i$ ) в разных диапазонах их спектра ( $X_i$ ):  $Y_i = \sum k_i Z_i$ ;  $Z_i = \sum k_i X_i$ .

Эрозия обусловлена или сопровождается изменением нескольких параметров  $Y_i$ :  $Y = \sum k_i Y_i$ ; где  $k_i$  – степень влияния независимого или индикатора на исследуемую величину. Эрозия ( $\mathcal{E}$ ) определяется факторами ее развития:  $\mathcal{E} = \sum k_i Q_i$ .

Нами, в дополнение к известным факторам, предлагается учитывать состав и свойства почвообразующих пород, закономерное изменение влияния факторов во времени и градиент их изменения, базис эрозии, приуроченность эродируемой почвы к определенным элементам рельефа.

Развитие эрозии сопровождается изменением рельефа, влажности, плотности почвы, содержания гумуса, степени засоления, цвета почвы, состояния и степени покрытия поверхности земли травостоем, отражательной способности разных видов растительности, уменьшением мощности горизонта  $A$ .

Наиболее целесообразно учесть изменения следующих факторов, влияющих на развитие эрозии почв – рельеф, растительность, свойства почв.

В намытых и навеянных почвах чаще происходит противоположное изменение указанных показателей ( $X_i$ ):  $\mathcal{E} = \sum k_i X_i$ . Для оценки эрозии важна и скорость протекания этих процессов. Каждое из этих изменений почв, рельефа, растительности идентифицируется определенным методом дистанционного зондирования в определенных интервалах спектра.

Нами предлагается математическая оценка степени развития эрозии: а) при сочетании водной и ветровой эрозии; б) при развитии эрозии локально во времени и в пространстве; в) с учетом скорости развития процессов эрозии; г) с учетом изменения рельефа в результате эрозии; с учетом изменения растительности и свойств почв; д) при интегральной оценки развития эрозии почв с использованием методов отражательной способности их поверхности в видимом ИК диапазоне с использованием радарной съемки и геофизического каротажа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке экономических потерь от развития эрозии учитывают уменьшение урожая с/х культур и потери массы почвы. Однако, для разных с/х культур, потери урожая на эродированных почвах будут разные. Потери урожая существенно меняются в зависимости от противоэрозионной устойчивости почвы под различные с/х культуры, доз применяемых удобрений и погодных условий. На разных почвах эти экономические убытки также будут существенно отличаться.

Развитие эрозии приводит к уменьшению числа степеней свободы сельскохозяйственного использования земель и применения всех звеньев систем земледелия. При этом ухудшается экологическое состояние водной и воздушной среды, биоты. Влияние развития эрозии на плодородие почв не может быть оценено только по смыту почв, уменьшению степени гумусированности, содержанию NPK и т.д. Происходит существенное ухудшение всех свойств, процессов и режимов почв на разных элементах ландшафта. С энергетической точки зрения, это сопровождается увеличением энтропии системы, уменьшением накопления ею внутренней энергии, уменьшением КПД использования системой почва-растение солнечной и антропогенной энергии. В связи с тем, что эродированные почвы обладают меньшим плодородием по сравнению с неэродированными аналогами, доход от применения удобрений на них (в % от исходного урожая) выше, но на 1 га – ниже, что связано с более низкой урожайностью.

Развитие эрозии протекает во времени и в пространстве, ее очаги сначала возникают локально. Так, по полученным данным, в почвах Кизлярских пастбищ Дагестана и в Туве развитие ветровой эрозии возникает локально во времени на каштановых почвах при сочетании недостатка влаги, высоких температур и скорости ветра более 11 м/сек весной, при слабом развитии растительного покрова (Савич, 2007). В дальнейшем условия для развития растений улучшаются, но уже возникшая эрозия почв препятствует их росту. Локально в пространстве это возникает на компонентах структуры почвенного покрова более легкого гранулометрического состава, при более глубоком залегании грунтовых вод, на ветроударных склонах и компонентах микрорельефа, при деградации почв за счет антропогенного воздействия. Проведение мероприятий по предотвращению эрозии в этот период менее затратное и более эффективно.

В ряде случаев в почвах в разные периоды года протекает водная и ветровая эрозия, а также развиваются другие факторы деградации почв, влияющие на развитие зональных почвообразовательных процессов. В условиях Таджикистана ранней весной протекает водная эрозия, а летом – ветровая. Как правило, на одних и тех же почвах, только в разное время, протекают линейная, плоскостная и ирригационная эрозия, дефляция и пыльные бури (Савич, Гукалов, Мансуров, 2015).

Развитие эрозии усиливается при обеднении почв элементами питания, что наблюдается, например, на каштановых почвах Кизлярских пастбищ Дагестана и Тувы и при дозе внесения минеральных удобрений менее 1 кг/га. Развитие эрозии усиливается при засолении почв, их загрязнении и т.д. С нашей точки зрения, при математическом описании эрозии и ее прогнозировании, эти факторы должны учитываться.

В проведенных совместно с Амергужиным Х.А. исследованиях развитие водной эрозии в Северном Казахстане зависело от глубины расчленения рельефа и проявлялось при уклоне 1<sup>0</sup>, а не более 2<sup>0</sup>, как в Московской области, но при большей длине склона (до 1000 м), по сравнению с длиной склона в Московской области (50-100 м). Так, при глубине расчленения рельефа 14,5±2,7 м степень развития эрозии составляет < 5%, а при глубине расчленения рельефа 47,5±13,8 м – степень развития эрозии составляла 25-50% (Савич, 2015).

Сочетание нескольких видов деградаций уменьшает устойчивость почв к каждому из них, т.е. проявляются эффекты синергизма. Однако существуют и антагонистические эффекты влияния на почву двух процессов деградации. Так, осолонцевание почв

уменьшает степень развития ветровой эрозии. Согласно проведенным нами в Таджикистане исследованиям, целесообразно выделить отдельно эрозию на солончаках, которая не только приводит к резкому падению плодородия эродируемых почв, но и к возникновению солевых корок в пониженных элементах рельефа.

На основании проведенных исследований мы считаем необходимым ввести в алгоритмы описания развития эрозии почв ( $Y$ ) дополнительные параметры ( $X$ ):  $Y = \sum k_i X_i^n$ , где:  $k_i$  – степень влияния параметра  $X_i$  на развитие эрозии,  $n$  – коэффициент, указывающий, в первом приближении, на экспоненциальный характер зависимости. При этом  $Y$  и  $X_i$  следует рассматривать на нескольких иерархических уровнях. Так, развитие эрозии  $Y$  определяется миграцией илистых и пылеватых частиц с водной и ветровой эрозией, ухудшением водно-физических и агрохимических свойств почв и т.д. В свою очередь, каждый из этих параметров – есть функция показателей более низкого иерархического уровня.  $Y = \sum k_i Y_i^n$

Аналогичным образом описываются и факторы, вызывающие эрозию почв. Так, показатель увлажнения характеризуется количеством выпадающих осадков, их интенсивностью, монотонностью или периодичностью, периодом выпадания по сезонам года, сочетанием с температурным режимом, развитием растений и т.д.  $Y = \sum k_i X_i^n$

Однако, при одинаковой степени эродированности почв, но разного генезиса, гранулометрического состава, экспозиции склонов, почвы по плодородию будут отличаться. Необходима разработка локальных коэффициентов плодородия почв при развитии эрозии с учетом местных условий. Как и влияние всех факторов деградации на свойства почв определяется интенсивностью их влияния, продолжительностью действия, градиентом во времени и в пространстве, закономерной сменой действия во времени и в пространстве.

В алгоритмах и математических формулах, описывающих развитие эрозии, не учитываются эффекты синергизма и антагонизма взаимодействия между факторами. Очевидно, что предлагаемые коэффициенты не могут быть одинаковыми для всех почвенно-климатических, экологических и экономических условий.

С нашей точки зрения, при оценке эрозии почв, целесообразно различать залповое и постепенное воздействие на почву, локальное и распространенное (во времени и в пространстве), одноразовое, повторяющееся и повторяющееся в определенной последовательности; однофакторное и многофакторное с проявлением эффектов синергизма и антагонизма. Согласно проведенным исследованиям, в качестве факторов, определяющих развитие эрозии почв, целесообразно также учитывать базис эрозии, влияние литологии, уровень грунтовых вод, степень развития на территории других деградационных процессов (загрязнение воздушной среды), геофизические поля Земли, взаимосвязи между компонентами ландшафта. Очевидно, необходимо учитывать и скорость протекающих процессов, их интенсивность, сопряженность с другими почвообразовательными процессами и процессами деградации почв. Также нужно учитывать при оценке механической миграции вещества скорость процессов смыва (т/га в год), открытость миграционных систем, степень локализации зон аккумуляции веществ.

По полученным нами данным, среди факторов почвообразования в долинной зоне Северного Таджикистана, развитию эрозии способствует только антропогенное воздействие и почвенный покров. В предгорно-низкогорной зоне рельеф, литология и антропогенные факторы создают максимальные предпосылки для развития эрозии, а климат и растительность препятствуют этому. В высокогорной зоне рельеф, растительность, климат создают наиболее благоприятные условия для развития эрозии, литология – препятствует.

В разные периоды года и при разном сочетании внешних факторов почвообразования и деградации почв развиваются разные виды эрозии, для которых характерны и свои математические зависимости  $Y$  от  $X_i$ , т.е. во времени зависимость  $Y$  от

$\Sigma k_i X_i$  - изменяется. Отличается эта зависимость и на разных этапах деградации почв в пространстве.

По полученным нами данным, развитие эрозионных процессов должно характеризоваться трансформацией, миграцией и аккумуляцией вещества, энергии и информации. Следует выделять их зональность, фациальность, вертикальную зональность. С нашей точки зрения, более правильно использовать базисные алгоритмы описания развития, эрозии почв, уточняя величины коэффициентов влияния на деградацию почв независимых переменных в конкретных условиях.

С учетом изложенного, с нашей точки зрения, оценка степени развития эрозии только по массе удаленной с 1 га земли неточна. Недостаточно корректна и оценка степени развития эрозии по степени включения в пахотный горизонтов A, B1, B2 и т.д. С агрономической точки зрения, более информативна оценка степени эродированности почв по уменьшению уровня плодородия почв, пропорциональная, в первом приближении, изменению степени гумусированности пахотного слоя (для данной почвенно-климатической зоны).

Таблица 1. Изменение степени гумусированности среднесмытых почв по сравнению с несмытыми, %

Почва	%	Почва	%
светлый серозем	82	коричневая типичная	43
обыкновенный серозем	38	высокогорная лугово-степная	51
коричневая карбонатная	59	высокогорная пустынно-степная	35
коричневая выщелоченная	21		

Однако, при этом необходимо учитывать % гумуса в почве и мощность гумусового слоя (больше 1%). Таким образом, развитие эрозии определяется сочетанием факторов, определяющих ее развитие во времени и в пространстве.  $\mathcal{E} = \int_1^n k_i X_i^n$ , где:  $k_i$  – степень влияния фактора эрозии на эродированность почв ( $\Sigma k = 1$ );  $X_i$  – значение фактора в долях от оптимума, не вызывающего эрозии (от 0 до 1);  $n$  - экспоненциальный характер зависимости в первом приближении. В то же время, для отдельных почв влияние факторов деградации на развитие эрозионных процессов неодинаково, что подтверждают данные табл. 2.

Таблица 2. Влияние крутизны склонов на смыв почвы, т/га

Местоположение и характер рельефа	Срок наблюдения	Почвы и степень эродированности	Уклон местности, в °	Смыв почвы, т/га	Увеличение смыва почвы с увеличением крутизны склона (разы)
Предгорья северных склонов Туркестанского хребта (Ганчинский р-н)	2010-2013	сероземы темные, среднесмытые	6 12 17 24	0,06 0,13 4,60 15,60	2,2 3,4 21,7
Предгорья северных склонов Туркестанского хребта (Шахристанский р-н)	- « -	светло-коричневые карбонатные среднесмытые	7 16 20 26	0,40 8,70 12,70 28,40	2,2
Предгорья северных склонов Туркестанского хребта (Шахристанский р-н)	- « -	светло-коричневые карбонатные сильносмытые	7 22	5,90 48,70	8,2

## ВЫВОДЫ

1. Эрозия почв на исследуемой территории первоначально возникает локально во времени и в пространстве и характеризуется определенной скоростью и интенсивностью.

2. В предгорных районах Северного Таджикистана в разные периоды года и на отдельных элементах рельефа развиваются ветровая и водная эрозия - линейная, плоскостная и ирригационная.

3. При развитии эрозии на разных типах почв происходит неодинаковое изменение степени гумусированности и плодородия почв. Для отдельных почв и районов характерна своя зависимость смыва почв от крутизны, экспозиции и длины склона.

4. Математические уравнения степени развития эрозии от факторов, ее определяющих, не могут быть одинаковыми для разных типов почв, пород, климатических условий, сочетаний факторов, вызывающих эрозию почвы во времени и в пространстве.

5. В обобщенном виде степень развития эрозии почв:  $\dot{\Sigma} = \sum k_i \dot{\mathcal{E}}_i$ , где  $\dot{\mathcal{E}}_i$  – изменение отдельных свойств почв и состояния рельефа.  $\dot{\mathcal{E}}_i = \int_1^n k_i X_i^n \cdot t$ , где  $X_i$  – величина фактора развития эрозии в долях от оптимума, не вызывающего эрозии (от 0 до 1),  $k_i$  – степень влияния фактора на изменение свойства почвы, рельефа  $\dot{\mathcal{E}}_i$ .  $\sum k = 1$ ,  $n$  – в первом приближении экспоненциальный характер зависимости,  $t$  – продолжительность воздействия фактора  $X_i$  на почву. При оценке факторов, вызывающих эрозию, на почву, рельеф и другие компоненты экосистемы проявляются эффекты синергизма и антагонизма.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ахмадов, Х.М.** Изучение овражной эрозии в горных районах Таджикистана. Х.М. Ахмадов. Современные аспекты изучения эрозионных процессов. Новосибирск: Наука. – 1980. – С. 229.
- Ахмадов, Х.М.** Некоторые сведения об интенсивности роста оврагов Таджикистана // Х.М. Ахмадов. Труды НИИП. – Т.21. – Душанбе: Дониш, 1980а. – С.92.
- Ахмадов, Х.М.** Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане : программа // Х.М. Ахмадов, Абдусалямов И.А., Акрамов Ю.А. и др. – Душанбе, 2000. – 184 с.
- Савич, В.И.** Агрэкологическая оценка развития эрозии во времени и в пространстве / В.И. Савич, В.Н. Гукалов, Б.А. Мансуров. Плодородие. – 2015. – №6.
- Савич, В.И.** Энергетическая оценка плодородия почв // В.И. Савич и др. – М.: ВНИИА, 2007. – 520 с.
- Сайдов, А.К.** Опустынивание почв водно-аккумулятивных равнин аридных областей юга России // А.К. Сайдов. – Махачкала, 2010. – 262 с.
- Сидоренко, Г.Т.** Южно- Таджикский геоботанический район (граница и поясность) // Г.Т. Сидоренко : сб. ТФГО СССР. – №2. – 1961.

# ИЗУЧЕНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ НУТА НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА

МАНСУРОВ Б.А., ОДИНАЕВ Б.Д., ДЖАФАРОВ З.Б.

Институт Земледелия Таджикской Академии Сельскохозяйственных Наук  
734022, г. Гиссар, посёлок Шарора, ул. Дусти 1.

*Abstract. The better ability of the root system to use moisture and nutrients from the soil by its more intensive development and the sucking strength of the roots was provided. It was established that the main mass of active chickpea roots is located in the arable soil layer (0-20-25 cm) and in the last arable soil the number of roots decreases sharply. Studying the root system of different varieties of chickpeas, depending on soil erosion under natural conditions, we traced the distribution of roots inland and to the sides, determined their weight in the arable and subsurface soil layers.*

**Key words:** legumes, root system, chickpeas, agricultural technology, soil erosion

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы повышение плодородие почв является актуальной проблемой экологобиологических современной науки. Одним из эффективных мер, направленных на пополнение почвы органическим веществом и питательными веществами является сидерация. Бобовые культуры является лучшим подходом для агротехнических мероприятий: урожай бобовых сидеритов равняется полной дозе навоза [4].

Бобы являются хорошим источником азота и устойчивы к морозам. Достаточно часто для сидерации используют горох и вику. После выращивание бобовых культур они насыщают почву кислородом и органическими веществами.

Бобовые культуры имеют большое агротехническое значение и обогащают почву биологическим азотом за счет развивающихся на корнях клубеньковых бактерий, которые усваивают азот от воздуха. Мощная корневая система бобовых воздействует на физические свойства почвы, улучшая воздушный и водный режимы и повышая ее микробиологическую активность. Также, бобовые культуры являются весьма ценным предшественником яровых и технических культур [1].

Симбиотическая фиксация азота бобовыми растениями является общепризнанным источником пополнения запасов азота в почве. Исследованиями установлено, что не только многолетние, но и однолетние бобовые культуры могут накапливать значительные количества азота в почве, причем с увеличением урожаев полезной продукции соответственно возрастает количество оставляемой ими корневой массы.

В балансе азота в почве большая роль принадлежит условиям разложения азотосодержащих веществ. Накопление больших запасов органического азота в почве возможно только при заторможенности процессов минерализации растительных остатков. Механическая обработка почвы, сопровождающая рыхлением, является одной из причин уменьшения содержания гумуса и азота в пахотных почвах.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

О корневой системе сортов нута в Центральном Таджикистане в условиях богара очень мало исследований. Изучение корневой системы растений часто помогает понять причину его экологической приспособляемости к конкретным почвенно-климатическим условиям. В агротехнике зернобобовых культур, например нута на богаре в условиях предгорья, важно учитывать особенности развития их корневой системы.

В онтогенетическом развитии нута семена представляют зародившую стадию развития растений. Формируясь на материнском организме, они испытывают влияние всех условий существования этого растения. После завершения развития, получив необходимый запас питательных веществ от материнского растения, семена отделяются

от него и вступают на самостоятельный жизненный путь. После набухание семена всех видов нута увеличивается в два раза. Через 2-3 дня происходит разрыв семенной кожуры и появляются первые признаки корневой системы.

До появления всходов происходит интенсивный рост корневой системы, достигающий от 5 до 10 см. В это время корень имеет заостренную форму, на кончиках которого находится первые корневые волоски для изучения из почвы воды и минеральных питательных веществ. После всходов нута появляются боковые корни, через 10-15 дней длина основного корня достигают 35-40 см. В начале вегетации корневая система углубляется в почву и боковые корни по отношению к главному располагаются перпендикулярно и распространяются вширь, стремясь использовать летние осадки из верхних горизонтов почв. С понижением влажности почвы в верхних горизонтах, боковые корни резко изменяют свое направление и уходят вглубь, длина их не остается от стержневого корня. По данным Филимонова Л.Н. [3] в условиях нечерноземной полосы подзолистых почв самые развитые боковые корни зернобобовых культур в пахотном горизонте имеют следующую длину: у гороха - 23 см, у бобов - 22, у люпина – 19 см.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2016-2017 году провели учет количества корней в пахотном и подпахотном слоях тёмных эродированных сероземах по четырём сортам нута, районированные в Центральном Таджикистане: Муктадир, Чашни Хисор, Сино и Хисор-32. Вес корневой системы определяли во время созревания нута (табл.1).

Таблица 1. Вес корневой системы нута на богарной почве

Сорт	Корневые и пожнивные остатки на 0,5 м <sup>3</sup> почвы					
	0-20 см		20-40 см		0-20 см	20-40 см
	2016	2017	2016	2017	среднее	
Муктадир	34,2	70,4	19,3	20,6	52,2	18,2
Чашни Хисор	42,5	88,1	16,5	18,7	65,2	16,7
Сино	54,2	102,3	9,4	16,2	84,2	13,4
Хисор -32	56,6	117,3	5,6	15,3	87,0	11,2

Анализ таблицы позволяет предполагать, что основная масса корней (70-80%) располагается в пахотном горизонте, по мере углубления в почву масса их уменьшается.

Рассмотрим корневой системы некоторых сортов нута на богаре в годы с различным количеством осадков в период вегетации. Данные глубины проникновения корней представлены в табл.2.

Таблица 2. Распространения корней нута на богаре

Сорт	2016		2017		Среднее	
	по глубине	по ширине	по глубине	по ширине	по глубине	по ширине
Муктадир	21,3	32,1	25,6	33,4	23,4	32,7
Чашни Хисор	25,1	26,4	27,4	28,2	26,2	27,3
Сино	28,2	20,1	28,1	21,3	28,1	20,7
Хисор -32	32,1	19,2	33,2	19,8	32,6	19,5

В зависимости от количества и времени выпадения осадков в различные годы глубина залегания корней оказывается различной. Так, в 2016 выпало 78,7 мм осадков, корни сорт Хисор-32 достигло 30-33 см, т.е. потребность во влаге нут удовлетворил за счет выпавших осадков, в мае 2017 г. осадки были очень незначительны - 32,4 мм, а корневая система углубилась до 32-35 см. В 2018 год влажность почвы была

минимальной, поэтому корни нута, особенно сорта Муктадир, достигла незначительной глубины (рисунок).



Рис.: Корни нута в условиях богара на опытном участке (а) сорт Сино; (б) сорт Хисор -32

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отдельные годы форма корней растений осеннего сева сильно отличается от формы корней весеннего сева, особенно в период сухой, бесснежной зимы которая тормозит рост корней молодого ростка. За счет этого рано весной усиливается рост баковых корней. Поэтому здесь отсутствует стержневой корень проникновения корней также, что у растений весеннего сева (35 см) в условиях Центрального Таджикистана.

У позднеспелого сорта нута корневая система расположена глубже, чем у скороспелого и среднеспелого. Глубина и ширина распространения корневой системы различны в зависимости от климатических условий. Основная масса корней нута расположена в пахотном горизонте. Среди изученных сортов наиболее развитую корневую систему имеет сорт Сино, у которого выделение пасоки в большинстве случаев положительное. Наиболее глубокое проникновение корневой системы у сорта Хисор-32.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Бадина Г.В.** Возделывание бобовых культур и пагода. Гирометеоиздат. Ленинград, с.197-242.
2. **Товсик М., Кочкин С.** Нут - ценная бобовая культура. Сельское хозяйства Киргизии. 1962, №1.
3. **Филимонова Л.Н.** Развитие корневой системы у зернобобовых культур на подзолистых суглинистых почвах. Доклады ТСХА (биология, земледелия и растениеводство). Вып.108, 1965.
4. **Лукин С.В., Г.И. Уваров, П.Г. Акулов** и др. Экологические основы земледелия (на примере Белгородской области) [Текст] : учеб. пособие.; под ред. С.В. Лукина, П.Г. Акулова, В.П. Сушкова. Белгород: «Отчий край», 2006. 288 с.

# ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРОШАЕМЫХ ХЛОПКАСЕЮЩИХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

МАНСУРОВ Б.А., САИДЗОДА Р.Ф., ЯТИМОВ Б.К.

Институт Земледелия Таджикской Академии Сельскохозяйственных Наук  
734022, г. Гиссар, посёлок Шарора, ул. Дусти 1.

*Abstract. Most of the Tajikistan lands, which are irrigated and developed for agricultural crops, have large slopes of 0.008-0.05 and they are very infertile. Stony soils in the Sughd region occupy about 163 thousand hectares according to data of large-scale mapping expedition of Institute of Soil Science. Erosion processes in the region are widely developed. About 44% of the area is subject to water erosion, 23% to deflation (wind erosion), and 1% to irrigation and ravine erosion. More than 20% of the area is represented by rocks, pebbles, glaciers, alluvium and one surface, only 12% of the area of the natural-economic area falls on the share of eroded territories.*

**Keywords:** irrigation jet, irrigation, irrigation erosion, erosion processes,

## ВВЕДЕНИЕ

Около 66% сельхозяйственных угодий Таджикистана являются эродированными и эрозионноопасными. Более 2/3 сельхозяйственных угодий исследуемой области представляют пастбища разных сроков использования, где большое развитие имеют водная (пастбищная) эрозия и дефляция (ветровая эрозия) почвы. На пахотных угодьях (72%) заметный урон приносят дефляция почв, овражная и ирригационная эрозия [1-4].

Смыв и каменистость ухудшает водно-физические свойства, уменьшает запас азотного питания растений и снижает запас почвенной влаги. Эти изменения приводят к ускорению темпов роста и развития сельхозяйственных культур, что сопровождается снижением продуктивности, уменьшением количества растений и веса 1000 зерен. Качественные различие почв влияют на величину урожая: слабый смыв снижает его на 5,0-15,0%, каменистость на 1,7-13,1%, а ее сочетание со слабым смывом на 6,7-28,1% по сравнению с не смытой и не каменистой почвой области [5-6].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Для борьбы с эрозионными явлениями в зависимости от типа эрозии необходимо, принять следующий комплекс агротехнологических мероприятий: обработка почв и размещение растений поперек склона, глубокая вспашка, травопольные севообороты, создание полос-буферов в местах, обеспеченных влагой, бороздование и другие.

На всех дефляционноопасных землях все виды обработки почвы и посевов проводятся перпендикулярно к направлению, вредно действующему ветру. Здесь применяют почвозащитные севообороты и повышенные нормы минеральных и органических удобрений. На богарных землях посев необходимо проводить в сжатые и с соблюдением повышенной нормой высева семян. На орошаемых и условно-орошаемых землях в период сильных ветров поддерживают почву во влажном состоянии. Главным звеном защиты от дефляции является полезащитные лесные полосы. Размещение полезащитных лесных полос и основные их параметры устанавливаются в зависимости от силы и степени вредности ветров. Основные полосы создаются, как правило, 3-4 рядные, вспомогательные – двухъярусные, а в отдельных случаях - однорядные.

На пустынных и полупустынных зимних пастбищах, подверженных дефляции, горных и высокогорных пастбищах, подверженных водной эрозии, необходимо строго регулировать выпас скота и постоянно улучшать состав травостоя путем посева и подсева дикорастущих трав и выносить небольшие дозы минеральных удобрений ( $N_{50}P_{50}$ ). Главной причиной эрозии почвы в масштабе республики и области является неправильное орошение.

## РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таким образом, различные виды коренных мелиораций неоднозначно влияют на возможную их способность, с той или иной эффективностью, использовать поливную воду. Однако на окончательный результат поступления в почву воды, сохранение ее в профиле влияют другие свойства почв. Другим показателем отношения этих почв к поливам является устойчивость их к ирригационной эрозии. Это можно оценить по количеству взвесей в поливной и сбросной воде (таб.1).

Таблица 1. Количество взвешенных наносов в поливной воде опытного участка

№	Вид проб воды	Дата отбора проб	Мутность, г/л
1	Вода из магистрального канала	02.06.1974	0,15
2	Вода из оросителя	02.06.1974	0,20
3	Вода из оросителя	09.07.1974	0,44
4	Сбросная вода, поле культивировано	02.06.1974	3,10
5	Сбросная вода, поле культивировано	09.07.1974	5,50
6	Без культивации	05.07.1974	1,0

Следует отметить, что мутность сбросной воды высокая только в первые часы после начала стока воды с поля [10]. Затем это вода, идет осветленной. Поэтому значительный смыв почвы как таковой не проявляется и скорее всего он должен компенсироваться взвесями, оставляемыми в поле с поливной водой. Мутность сбросной воды, как показано другими исследованиями, зависеть от величины поливной струи.



**Рис. 1** Ирригационная эрозия на серо-бурых каменистых почвах в Б. Гафуровском районе (фото Мансуров Б.А.)



**Рис.2** Ирригационная эрозия, староорошаемом сероземе Спитаменском районе (фото Мансуров Б.А.)

Для предотвращения эрозии почвы в орошенных землях необходимо применять научно-обоснованные методы водоохраняющих технологий полива. Для каждой конкретной категории почв необходимо уточнить и научно - обосновать оптимальные элементы техники полива (размер поливной струи в борозды, продолжительность полива, поливные и оросительные нормы), которые является тактическим ключом экологического оздоровления нашей республики.

Основными причинами, вызывающими смыв почвы за пределы поливной карты, является рельеф орошаемых участков, податливость почв смыву и размыву во время полива, уклон местности и несоответствующие почвенно-климатические условия, элементы техники полива. Однако, для конкретной поливной карты при измененных во времени уклона местности и водно-физических свойств почв, решающим фактором, вызывающим смыв мелкозема, является элементы техники бороздового полива, среди которых главную роль играет размер поливной струи. Пределы возможных размеров (расходов) поливной струй на больших уклонах с точки зрения предотвращения смыва почвы со сбросной водой за пределы поливной карты изучались многими

исследователями [1,3,4,5,6]. Из них особо следует указать на исследования [8], выполненные на каменистых почвах рассматриваемого нами региона. В частности, выявлено, что в почвах с мощностью мелкоземистого слоя 30-35 см при поливных струях 0,2-0,8 л/сек, количество вынесенного мелкозема в зависимости от размера поливной струи колебалось от 5,7 до 78 кг/га за один полив. На почвах же с мощностью мелкоземистого слоя 10-15 см и поливных струях 0,5-1,1 л/с количество вынесенного мелкозема достигало 35-135 кг/га за один полив.

Изучение влияние размера поливной струи в борозду на вынос мелкозема в пределы поливной карты на каменистых почвах занимает особое место, потому что, орошение хлопчатника на таких почвах осуществляется большим числом (до 22) вегетационных поливов и, как показывают наблюдения в производственных условиях имеют место нарушения в выборе размера поливной струи и продолжительностью полива. Все это конечном итоге приводит к нерациональному расходу оросительной воды и значительному (15-20 т/га) выносу деятельного мелкозема за пределы поливных карт, т.е усиливается процесс очищения каменистой фракции почвы от мелкозема. Обстоятельство усугубляется еще и тем, что на сегодняшний день отсутствуют научные разработки позволяющей раскрыть закономерности выноса мелкозема со сбросной водой в зависимости от размера поливной струи и продолжительности каждого вегетационного полива хлопчатника.

Впервые нам представилась возможность изучить процесс вымывания мелкозема почвы в зависимости от размера поливных струй в достаточном для нахождения связи диапазоне. Сказанное, мы полагаем, дает серьезное основание считать, что при борзовом поливе хлопчатника на каменистых почвах выбора размера поливной струи и продолжительности проведения вегетационных поливов, является основным тактическим приемом, обеспечивающим получение максимального эффекта от орошения при экономическом расходовании оросительной воды и значительном уменьшении ирригационной эрозии почв. Для подтверждения такого вывода обратимся теперь к фактическим данным баланса мелкозема поливной карты в зависимости от размера поливной струи (табл. 2).

Таблица 2. Количество взвешенных наносов в поливной воде опытного участка при уклоне 0,04

№	Вид проб воды	Размер поливной струи в бразде, л/сек	Дата отбора проб	Мутность, г/л
Гафуров район (серо-бурые каменистые почвы)				
1	Вода из магистрального канала	-	30.04.2011	0,18
2	Вода из оросителя	-	30.04.2011	0,35
3	Вода из оросителя	-	30.04.2011	2,68
4	Сбросная вода, поле культивировано	0,1-0,3	30.04.2011	4,72
5	Сбросная вода, поле культивировано	0,4-0,5	30.04.2011	7,52
6	Сбросная вода, поле культивировано	> 1	30.04.2011	10,57
Спитаменский район (сероземы староорошаемый)				
1	Вода из оросителя	-	07. 05. 2011	3,1
2	Сбросная вода, поле Культивировано	0,10-0,15	07.05. 2011	6,86
3	Сбросная вода, поле культивировано	0,20-0,30	07. 05. 2011	7,64
4	Сбросная вода, поле культивировано	0,4-0,5	07.05. 2011	10,26
5	Сбросная вода, поле культивировано	> 0,6	07.05. 2011	15,18

Как видно из таблицы, при размере поливной струи 0,1-0,3 л/сек. создается отрицательный баланс мелкозема, т.е. поступление с оросительной водой мелкозема меньше, нежели его вынос со сбросной водой. Конечно, на первый взгляд этот вариант мог бы быть наилучшим и вполне устраивал бы и производство, однако, как это было отмечено ранее, а в дальнейшем изложении будет также подтверждено, что при этом варианте не обеспечивается равномерное увлажнение корнеобитаемой зоны почвы по длине борозд. И, кроме того, при размере поливной струи 0,1-0,3 л/сек. увеличивается продолжительность периода добегания струи, вследствие чего может иметь место значительный внутрипочвенный сброс поливной воды, в начале поливных борозд.

Следовательно, оптимальный размер поливной струи надо искать среди остальных изученных вариантов размера поливных струй. Им оказался размер поливной струи 0,4-0,5 л/сек, при котором создается наиболее благоприятный баланс мелкозема, т.е. количество мелкозема, поступающего с оросительной водой 2,68 г/сек. количество мелкозема меньше, выносимого за пределы поливной карты со сбросной водой 7,52 г/л разность между ними в среднем за один вегетационный полив составляет 4,04 г/л не превышает 30 кг/га, что находится в пределах ошибки определения.

Увеличения размера поливной струи до 1,0 и более л/сек. создается отрицательный баланс мелкозема, т.е. наблюдается выноса мелкозема со сбросной водой над величиной поступления мелкозема с оросительной водой. В среднем для одного вегетационного полива - составляет 4,72 л/сек. при размере поливной струи 0,4-0,5 л/сек и 10,57 кг/га при размере 1,0 и более л/сек, что конечно резко ускоряется процесс обеднения почвы фракцией мелкозема.

Для староорошаемых почв Спитаменского района выявленная закономерность в балансе мелкозема в зависимости от размера поливных струй сохраняется. По этому, при поливе мелкоземистых и каменистых почв под бороздковый способ орошения сельскохозяйственных культур, строго соблюдать размера поливных струй в поливные борозды и продолжительность проведения вегетационных поливов. Длина поливных борозд для каменистых почв 30-40 м, а для староорошаемых сероземов 80-100 м, что позволяют равномерное увлажнению почвы по всей длине.

Иrrигационный смыг почвогрунта обуславливается уклоном поливной борозды, свойствами почвогрунтов, формой поперечного сечения борозды, исходной мутностью воды, исходной влажностью почвогрунтов, характером растительности. Смыг почвогрунта при поливе по бороздам, при расходе 1 л/сек., две раза больше, чем при расходе 0,1-0,3 л/с на каменистых почвах и в староорошаемых сероземах при расходе более 0,6 л/сек. в два раза больше, чем при расходе 0,2-0,3 л/сек.

Для условия орошения в области на легких и средних почвогрунтах расходы до 0,6 л/с считаются, опасными в отношения смыга почвогрунтов.

Сток при орошении вызывает не только механический вынос мелкозема, но и растворяющие действия элементы почвы [5], увеличивая содержания азота в воде, на 0,5 мг/л, фосфора на 0,2 мг/л.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным факторам, обуславливающие явления ирригационной эрозии почвогрунтов, можно отнести:

- Главным показателем, характеризующим противоэрэзионную устойчивость почагрунтов, является их структурное состояние, которое зависит от содержания агрегатов;

- С увеличением уклона поливных борозд от 0,04 до 0,06 интенсивность смыга увеличивается в 1,0-2,0 раза.

- С увеличением длины борозды и расходы воды в них возрастает смыг почвогрунта.

- Длина борозды для каменистых почв в годы маловодья 30-40 м, а для староорошаемых сероземов 80-100 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Ахмадов Х.М.** Эрозия почв в Таджикистане и районирование по методам борьбы с ней. Душанбе 2010г. 522 с.
2. **Ахмадов Х.М.** Особенности проявления эрозионных процессов в Таджикистане. Душанбе 2010г. 462с.
3. **Бурыкин А.М.** Водная эрозия и борьба с ней в Таджикистане. Саталинобад, 1961,45 с.
4. **Заславский М. Н.** Эрозияведения, Москва «Высшая школа», 1983г. 318с.
5. **Қабилов Р.С., Костюнин В.А., Литвинов А.В.** Ирригационная эрозия при бороздовом поливе земель с большими уклонами. Тез. док. республ. науч. конф. «40 лет почвенной науке в Таджикистане», Душанбе; Дониш, 1976, с 103-105.
6. **НассрULOЕВ А. Д.** Водопотребления и урожайность хлопчатника в зависимости от элементов техники полива на моломощных каменистых почвах Аштского массива. – Автореферат канд. дисст.- Ташкент, 1988, 29 с.

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РОЛИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА В ТАДЖИКИСТАНЕ**

**МАНСУРОВ Б.А., САИДЗОДА Р.Ф., МУМИНОВ Э.А.**

Институт Земледелия Таджикской Академии Сельскохозяйственных Наук  
734022, г. Гиссар, посёлок Шарора, ул. Дусти 1.

*Abstract. Chemical analyzes have shown that the fertilizers affects the nutrient content of plants. Cotton fertilized with mineral fertilizers and manure, contained significantly quantity of phosphorus in the seeds, cusps, and stems. On fertilized soils, the largest increase in yield from the introduction of manganese and zinc was obtained - 2.0-2.8 q/ha of raw cotton in comparison with the control. In field experiment on meadow soil containing 40-45 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, microelements mixed with nitrogen-phosphorus fertilizers also increased cotton productivity. The introduction of boron, molybdenum and zinc, the yield of raw cotton was 32.9, respectively; 32.1; 31.9 q/ha (control 29.7 q/ha). The increase in yield in relation to the control was from boron - 3.2, molybdenum - 2.4 and from zinc - 2.2 q/ha of cotton.*

**Key words:** cotton, manure, mineral fertilizers, microelements, yield

## **ВВЕДЕНИЕ**

Большой вклад в учение о корневом питании растений внес Д.Н. Прянишников и многочисленные его ученики разработали теоретические основы питания как фактор, регулирующий обмен веществ в растении. Крупный вклад в разработку и обоснование теоретический представлений о механизме поглощения ионов клетками растительных организмов из питательной среды внесли ученые [1-3]. В результате больших теоретических исследований и углубления во многих разделов физиологии растений важно ряд общих закономерностей применить при разработке научных проблем по отдельным сельскохозяйственным культурам. В частности, при выращивании хлопчатника в орошаемых районах общие биологические закономерности имеют свое специфическое преломление. Эта культура весьма требовательна к теплу свету, питательным веществам и другим условиям внешней среды.

При обилии хлопкосеющих районах Таджикистана тепла и света и достаточной обеспеченности поливной водой получение урожая всецело определяется количеством питательных веществ и их соотношением в почве. Повсеместное применение под хлопчатник на окультуренных староошаемых землях все возрастающих норм минеральных удобрений поставило ряд задач, требующих углубления теоретических знаний в области системы питания этого растения. Стало очевидным что, что многие сложившиеся раньше общие представления о корневом питании нуждаются в пересмотре.

Согласно диффузионно – осмотической теории, растение и его корневая система не играют активную роли в поглощении веществ [3]. Минеральные элементы поступают в корневую систему вместе с водой, расходуемой растением на испарение. Следовательно, количество веществ, поглощаемых растением, зависит непосредственно от количества потраченной органами растения воды. Так биологический процесс поглощения элементов живыми клетками сводился к чисто физическим закономерностям. Однако нельзя считать, что транспирация совсем не имеет значения для поступления питательных веществ через корни. При всех случаях произрастания растениям нужен некоторый минимум транспирации, чтобы нормально функционировать. Для установления характера процесса поглощения питательных веществ с состоянием жизнедеятельностью корневой системы и целого растения доказано, что начальным этапом в поглощении элементов является адсорбция, при которой поглощающей поверхности корней [1-3].

Вещества, которые подаются корнями в надземные органы растений, имеют сложный состав. В состав пасоки входят минеральные и органические вещества:

аминокислоты белки, фосфорорганические вещества: аминокислоты, белки, фосфороганические соединения и т.д. В корнях синтезируются специфические соединения алкалоиды. Корни оказывают большое влияние на формирование и работу фотосинтетического аппарата листьев. По видимому, из корней в листья поступают какие – то специфические вещества, участвующие в построении молекулы зеленых пигментов. Таким образом, два основных процесса жизнедеятельности растений – фотосинтез и корневое питание – тесно связаны между собой. От поступления углеводов из листьев зависит поглотительная и синтетическая деятельность корней.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Химические анализы показывают, что содержание питательных элементов в растений влияют на фон применяемых удобрений. Хлопчатник, удобренный минеральными удобрениями и навозом, содержал значительно больше общего фосфора в семенах, створках коробочек и стеблях (табл.1). В нем выше содержание калия и кальция [1]. Наибольшее количество зольных элементов содержится в листьях. Меньше – в створках коробочек, стеблях, в семенах и волокне. Исключение составляет фосфор, которого в семенах почти столько же сколько в листьях, а калия больше всего в створках коробочек. В вегетативных органах – листьях и стеблях – более всего кальция. Причем самое высокое содержание его, так же, как и магния, отмечено в листьях.

В золе репродуктивных органов хлопчатника: створках коробочек, семенах и волокне – преобладает калий; наиболее богаты им створки коробочек. В золе семян хлопчатника также много фосфора. Химические анализы золы сероземных почв и хлопчатника в Таджикистане показали, что в ней содержится микроэлементы: марганца, бора, меди и цинк. Марганец, медь, цинк содержится во всех органах хлопчатника. Наибольшее количество марганца содержится в листьях, меди – в листьях семенах и створках коробочек, а цинк – в семенах. Бор имеется во всех частях хлопчатника, кроме волокна. В листьях и стеблях хлопчатника найдены следы бария.

Таблица 1  
Содержание микроэлементов в разных частях хлопчатника, % от сухого вещества

Вариант	Органы хлопчатника	Зола	P	S	Si	Ca	Mg	K	Na	Fe
Без удобрений	Листья	19,9	0,369	0,468	1,209	5,780	0,657	0,826	0,445	0,129
	Стебли	6,6	0,070	0,119	0,104	1,520	0,348	1,307	-	0,039
	Створки	11,4	0,036	0,232	0,072	0,490	0,155	2,955	0,536	0,004
	Семена	3,9	0,187	0,040	0,012	0,157	0,198	0,918	0,254	0,003
	Волокна	1,8	0,006	0,024	0,056	0,143	0,109	0,486	0,100	-
Минеральные удобрения	Листья	21,9	0,407	0,454	1,180	6,296	0,689	1,723	0,521	0,316
	Стебли	6,9	0,190	0,072	0,132	1,450	0,322	1,044	0,341	0,069
	Створки	11,0	0,175	0,167	0,149	0,888	0,256	2,917	0,612	0,068
	Семена	3,8	0,357	0,044	0,010	0,289	0,305	0,889	-	0,006
	Волокна	1,8	0,010	0,038	0,51	0,121	0,047	0,456	0,173	0,014
Удобренные навозом	Листья	21,8	0,372	0,504	1,414	6,054	0,476	1,761	0,455	0,186
	Стебли	6,9	0,125	0,077	0,074	1,499	0,235	1,344	0,252	0,034
	Створки	11,9	0,043	0,226	0,091	0,808	0,170	3,341	0,552	0,035
	Семена	3,8	0,375	0,044	0,011	0,149	0,296	0,990	0,243	0,003
	Волокна	1,7	0,010	0,030	0,046	0,127	0,103	0,600	0,120	0,011

Химические анализы хлопчатника показали, что со старением растения падает содержание в нем азота. Причем в хлопчатнике, взятом с удобренных делянок, отмечен значительно повышенный процент азота. Самый высокий процент азота, начиная с периода бутонизации, содержали растения, получавшие минеральные удобрения, меньший – удобренные навозом, и самый низкий – с неудобренной делянки. Из отдельных органов хлопчатника наиболее богаты азотом листья, бедны - стебли. Значительный

интерес представляют данные по содержанию азота в хлопчатнике при недостатке его в почвенном растворе. При ограниченном поступлении азота в хлопчатнике, в первую очередь, снижается содержание его в осевых органах – стеблях и ветвях.

В опытах, проведенных институтом земледелия в 2016-2017 г.г. с сортами хлопчатника ИЗ- 80 на темной луговой почве Гиссарской долины с высоким содержанием фосфора (60-70 мг/Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на кг), изучались микроэлементы: бор, молибден, марганец и цинк). Из-за высокого содержания подвижного фосфора в почве, микроэлементы вносились только с азотными удобрениями. Годовая норма удобрений в опытах была следующая: азот – 130, бор - 0,7, молибден - 3,5, марганец - 2,4 и цинк – 4,8 кг/га действующего вещества (табл. 2).

Таблица 2  
Влияние микроэлементов на урожайность средневолокнистого хлопчатника

Элемент	Урожайность, ц/га		Средний урожай ц/га	Прибавка от микроэлемента
	2016	2017		
N (Контроль)	39,0	31,2	35,1	-
N+ бор	39,0	32,7	35,8	0,7
N+молибден	39,4	33,5	36,4	1,3
N+марганец	41,8	32,6	37,1	2,0
N+цинк	41,3	34,5	37,9	2,8

## ВЫВОДЫ

Полученные данные показывают, что наибольшая прибавка урожая получена от внесения марганца и цинка – 2,0-2,8 ц/га хлопка-сырца в сравнении с контролем. В полевом опыте на луговой почве, содержащей 40-45 кг/га Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, микроэлементы, внесенные в смеси с азотно-фосфорными удобрениями, также увеличили урожайность хлопчатника. При внесении бора, молибдена и цинка урожай хлопка-сырца составил соответственно 32,9; 32,1; 31,9 ц/га (на контроле 29,7). Прибавка в урожае по отношению к контролю составила от бора - 3,2; молибдена - 2,4 и от цинка – 2,2 ц/га хлопка – сырца.

Кроме того, в условиях Гиссарской долины проведены полевые опыты на сероземно – луговой почвы и темном сероземе. Внесение молибдена, марганца и цинка в смеси с азотно-фосфорные удобрениями на сероземно-луговой почве, содержащей 34 мг/кг Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, увеличило урожайность хлопчатника соответственно на 3,7; 1,3 и 1,0 ц/га в сравнении с азотно-фосфорными вариантами. Применение марганца и цинка на темном сероземе, содержащем 18 мг/кг Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> позволило получить урожай хлопка-сырца соответственно 42,4 и 41,0 ц/га при урожае на контроле 39,5,5 ц/га.

До недавнего времени в качестве микроудобрений применялись либо дорогостоящие препараты микроэлементов, либо отходы производства и бедные руды, содержащие малые количества микроэлементов. Эти вещества не могут удовлетворить спрос сельского хозяйства, ибо первые весьма дороги, а вторые содержать большое количество баласта, что невыгодно при транспортировке и может неблагоприятно отразится на свойствах почвы. Поэтому наиболее перспективно и экономически, выгодно применять микроэлементы в составе какого-либо основного минерального удобрения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абдуталыбов М.Г. (1961).** Значение микроэлементов в растениеводстве. – Баку: Азернешр, 250 с.
- Абдурашидов С.А. (1959).** Значение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Рига: Изд-во АН Латв. ССР, с. 170-190.
- Белоусов М.А. (1955).** Некоторые вопросы корневого питания хлопчатника. «Агробиология», №1.

# **ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ГОРНЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

**Альберт МАРКОСЯН**

Научный центр Почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. Петросяна  
Республика Армения, Ереван- 82, пр.Адмирала Исакова 24, п/я 33  
markosianalbert@mail.ru

**Abstract.** The article presents materials characterizing the properties and agricultural features, as well as soil productivity, depending on the degree of erosion in mountain agricultural regions of the Republic of Armenia. It was found that with an increase in the degree of erodirodation, soil and, accordingly, growth conditions of cultivated plants worsen. Profit is significantly reduced, and the cost of 1 centner of grain compared with non-eroded soil increases by about 3 times.

**Keywords:** soil erosion, humus, productivity, winter wheat, spring barley.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для Республики Армения одним из актуальных проблем текущего столетия является предотвращение или смягчение влияния глобального изменения климата и антропогенного влияния на состояние почв сельскохозяйственного значения. В современном этапе изменения климатических условий и антропогенного воздействия около 80% территории республики в разной степени подвергается деградации, из которых 26,6% составляют очень сильно деградированные территории. Последние находятся на низких и средних высотах, а на верхних - явление деградации наблюдаются слабо или средне.

Для Армении, как типичная горная страна, одной из главных бед разрушения плодородного слоя является почвенная эрозия. Неправильное использование пахотных земель, расположенных на склонах, несоблюдение правил ведения горного земледелия приводит к усиленному развитию эрозионных процессов. В результате резко снижается плодородие этих земель, ухудшаются их производственные свойства, резко снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Значительные площади, вследствие потери плодородного слоя почвы, списаны из сельскохозяйственного оборота (Хоецян, Мкртчян, 2006; Бабаян и др., 2011).

Исследования, проведенные в горностепном поясе республики показали, что только за весенне-летний период с гектара пашни водными потоками уносятся 10-25 тыс. кг плодородной почвы. Вынос питательных веществ из почвы приводит к обеднению ее, резкому снижению ее плодородия, ухудшению условий для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур (Кроян, Маркосян, 2014). Эродированность почвы отрицательно сказывается на урожае сельскохозяйственных культур, хозяйства республики ежегодно недобирают примерно 50-60 тыс. тонн зерна, несколько десятков тыс. тонн табака, картофеля, кормовых культур и пр.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Основные экспериментальные исследования по выявлению ущерба наносимого сельскохозяйственному производству вследствии развития эрозионных процессов нами, проводились в наиболее распространенных горных черноземах в пределах водосборов территорий участка «Чор-анд» Лорийского марза (Спитакский ПЭОП), фермерских хозяйствах с. Карнут, Арапи, Аревик Ширакского марза (зона горных черноземов), на площади 10-23 га.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основная агропроизводственная характеристика почв опытных участков, на которых осуществлялись полевые опыты, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные агрохимические и водно-физические показатели свойств почв опытных участков

Почва, место, экспозиция, крутизна, эродированность	Глубина, см	Физ. глина, <0.01 мм, %	Водопрочные агрегаты, > 0.25 мм, %	рН водн.	НВ, %	Гумус, %	мг/100 г почвы		
							N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Карбонатный чернозем, участок «Чор-анд», Спитак, восточная, 5-6°, слабая	0-22	35.2	31.7	7.9	32.3	4.1	5.0	3.5	29.0
	22-42	38.2	30.6	7.9	31.9	3.4	4.6	3.8	30.0
	42-53	38.7	29.9	8.0	27.0	2.1	3.9	3.0	28.5
	53-78	39.0	26.8	8.0	25.8	2.0	3.2	2.7	27.0
	78-96	37.5	24.2	7.8	-	0.9	2.6	2.0	25.0
Карбонатный чернозем, Карнут, Ахурян, южная, 2-3°, слабая	0-20	45.6	46.4	7.1	-	4.0	4.5	2.2	27.0
	20-36	47.5	58.3	7.4	-	3.5	4.1	2.4	28.0
	36-47	43.8	49.4	7.4	-	2.3	2.7	1.6	22.4
	47-68	53.2	50.1	7.3	-	1.7	1.1	1.2	23.1

Исследования показывают, что мощность почвенного профиля неэродированных черноземов составляет 104 см, в слабо- и среднеэродированных почвах она соответственно уменьшается на 45 и 70 см (табл. 2).

Данными устанавливается, что эрозия приводит к снижению содержания мелкоzemистых частиц почв, в частности физической глины и ила. Количество ила в слабо- и среднеэродированных черноземах уменьшается на 7.44%, а скелет, наоборот, увеличился 3,2-3,4%. Эродированность почвы приводит к значительному ухудшению структурного состава. По сравнению с неэродированными почвами на слабо- и среднеэродированных черноземах количество водопрочных агрегатов диаметром более 0.25 мм уменьшается на 18.4-38.6%.

Таблица 2

Морфологические показатели эродированных черноземов

Степень эродированности	Крутизна	Нижняя граница почвенного горизонта, см							Мощность почв, %
		A	A B	B 1	B2	B3	BC	C	
Несмытая	1-2°	34	-	54	71	86	99	115	100
Слабая	2-4°	-	32	53	-	-	-	70	61
Средняя	6-8°	-	-	22	39	-	-	45	39

На слабо- и средне эродированных почвах, по сравнению с неэродированными почвами, объемный вес увеличивается незначительно, на сильноэродированных почвах это увеличение составляет - 0.2 г/см<sup>3</sup>. В результате смыва почв, заметно снижается общий запас органических веществ и легкодоступных питательных элементов. По сравнению с неэродированными, на слабоэродированных почвах общий запас гумуса в пределах почвенного слоя сократился в среднем на 32,87 т/га, общего азота - 4.52 т/га, подвижного азота - 52,47 кг/га, подвижной фосфорной кислоты - 148,6 кг/га, подвижного калия - 244 кг/га, а на средне эродированных черноземах, соответственно: 118,24 т/га, 9,22 т/га, 103,77 кг/га, 1035,4 кг/га и 743,04 кг/га.

Полевая влагоемкость среднеэродированных каштановых почв, по сравнению с неэродированными, снижается на 6.7%, а полевая влажность в течение всей вегетации снижается на 2.3-3.1%.

Эродированность почв и связанное с этим изменения физических и химических свойств, нарушение водного баланса, и целый ряд других факторов приводят к резкому снижению урожая сельскохозяйственных культур.

Данные опытов показывают, что на слабо- и среднеэродированных черноземах по сравнению с неэродированными, по средним данным, урожай озимой пшеницы был меньше на 2.7-19.1 ц/га, ярового ячменя - на 2.3-12.0 ц/га и сена многолетних трав - на 2.1-8.4 ц/га. Подсчеты показывают, что в результате низкой урожайности себестоимость одного центнера зерна на эродированных пашнях примерно в 3 раза выше, чем на неэродированных пашнях.

## ВЫВОДЫ

1. В результате проявления систематически повторяющихся сезонных эрозионных процессов уменьшается мощность профиля почвы на склонах, содержание структурных (1-3 мм) и водопрочных ( $>0,25$  мм) агрегатов, содержание гумуса, подвижных форм основных элементов питания, повышается объемная и удельная масса, уменьшается полевая влагоемкость, сужается диапазон активной влаги. Недобор в урожае зерновых на эродированных пахотных землях горных районов республики составляет 2.3-19.1 ц/га, сена многолетних трав - 2.1-8.4 ц/га.

2. В условиях сильно пересеченного горного рельефа успешная борьба с эрозией почв на склонах невозможна без совместного применения агротехнических, лугово- и лесомелиоративных мероприятий. Проектирование и планирование каждого из фитомероприятий необходимо производить в едином почвозащитном комплексе, а сильноэродированные пахотные земли, расположенные на склонах, где экономически нецелесообразно возделывать зерновые и др. сельскохозяйственные культуры, следует отвести под многолетние травы и превратить их в высокопродуктивные кормовые угодья - сенокосы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Хоецян А.В., Мкртчян Р.С.** Причинно-следственные связи и принципы пространственно-временной оценки опустынивания в Республике Армения. Изд-во ЕГУ, Ереван, 2006, стр. 4-28.

**Бабаян Л.А., Беляков А.М., Леонтиев В.В.** Агропроизводственное использование обрабатываемых угодий на склонах приволжской возвышенности. Волгоград: Принт, 2011. 108 с.

**Кроян С.З., Маркосян А.О.** Гумусовое состояние горных черноземов и каштановых почв Республики Армения. Материалы междунар. научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Минск, 2014, том 2. С. 124-128.

# ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЧР РОССИИ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

МАСЮТЕНКО Н.П.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» - ВНИИ земледелия и  
защиты почв от эрозии, ул. Карла Маркса, 70б, Курск, Российская Федерация  
e-mail: [vniip@mail.ru](mailto:vniip@mail.ru)

**Abstract.** It is found out in the studies conducted in Central Chernozem Region of the Russian Federation that along with the decrease of humus content, non-humified organic matter, mobile humus substances, microbial biomass in arable chernozem soils in comparison with virgin lands in unmowed steppe of the Central Chernozem Reserve named after V. V. Alekhin, the change of the ratio between the components of organic matter takes place. The regularities of agrogenic transformation of the content, composition and nature of mobile humus substances in chernozem soils on arable land are shown. The maximum reduction of non-humified organic matter in arable soils is noted. It is found out that the weight of the light fractions isolated by a granulometric method, is more susceptible to transformation under the influence of anthropogenic pressures than clay ones. This increases the amount of organic carbon in the clay fractions, i.e. organic matter, strongly linked with the mineral part of the soil.

**Key words:** organic carbon, chernozem, mobile humic substances, granulodencimetric fractions.

## ВВЕДЕНИЕ

Органическое вещество черноземов отличается своей уникальностью. “В химическом смысле гумус черноземов”, по мнению В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой (1980), “могло считать наиболее совершенным почвенным органо-минеральным новообразованием. Его органический компонент, возможно, приближается по своей химической структуре к индивидуальным химическим соединениям, настолько определены его химические свойства, однороден в пределах гумусового горизонта его состав, и резко он отличается от состава и структуры исходных растительных остатков. М.М. Кононова (1963) отмечала, что, с одной стороны, “преобладание в составе гумуса черноземов гуминовых кислот сложной природы со слабовоображенными гидрофильными свойствами придает гумусу облик инертности”, а, с другой стороны, “... органическая часть почвы в процессе освоения и окультуривания, несомненно, меняется...”.

Исследованию гумусовых веществ черноземов Центрально-Черноземного района и их трансформации в процессе сельскохозяйственного использования посвятили свои работы многие ученые (Докучаев В.В., 1883; Тюрин, 1937; Кононова, 1963; 1972; Орлов, 1974; Пономарева, Плотникова, 1980; Адерихин, 1964; Ахтырцев, 1987; Когут, 1982, 1998; Наконечная, Явтушенко, 1989; Щербаков, Шевченко, 1986; Масютенко, 2012; Глазунов, Кузнецов, 2016; Громовик, Боронтов, Косякин, 2018 и многие др.).

Учитывая то, что гумус и негумифицированное органическое вещество глобально воздействуют на агрономические свойства почвы, играют важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечивают устойчивость водно-пищевого режима, противоэрзационную стойкость, своеобразную буферность почв по отношению к неблагоприятным погодным условиям, антропогенным воздействиям, исследование трансформации органического вещества черноземов ЦЧР России при сельскохозяйственном использовании в современных условиях является актуальной проблемой.

Целью данной работы является исследование особенностей трансформации органического вещества в черноземных почвах ЦЧР на пашне по сравнению с целинным аналогом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наши исследования проводились в многофакторном полевом опыте, заложенном в опытном хозяйстве ВНИИЗиЗПЭ в 1984 году, в зернопаропропашном и зернотравянном севообороте на водораздельном плато при отвальной системе обработки, а также в Центрально-Черноземном Государственном биосферном заповеднике на целине в некосимой степи и в бессменном пару (с 1947 года). Объектами исследований были черноземы типичные тяжелосуглинистые среднемощные на пашне и мощный на целине в некосимой степи, сформированные на лессовидных отложениях суглинистого гранулометрического состава богатых кальцием и основными элементами питания. Содержание гумуса определяли по методу И.В.Тюрина в модификации Б.А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С.Орлову и Н.М. Гриндель (Никитин, 1983), лабильные гумусовые вещества и их состав – в 0,1н вытяжке NaOH по методике Почвенного института с предварительным компостированием (1984), содержание углерода микробной биомассы ( $C_{MB}$ ) – регидратационным методом (Благодатский, Благодатская, Горбенко, Паников, 1987, 1989); негумифицированное органическое вещество (НВ) – методом монолитов с последующим отмыванием на ситах (Доспехов и др., 1987), гранулоденсиметрический анализ - по методу М.Ш. Шаймухаметова, Л.С. Травниковой (1984), органический углерод в грануло-денсиметрических фракциях - методом сухого сжигания.

Полученные результаты были обработаны методами математической статистики (Дмитриев, 1972; Доспехов, 1985) с использованием программных средств Microsoft office EXCEL, STATISTIKA.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенные нами исследования показали, что в настоящее время при сельскохозяйственном использовании угодий, снижении поступления в почву свежего органического вещества, при механической обработке, усиливающей процессы минерализации, происходит уменьшение содержания гумуса в почве. Так, содержание гумуса в 0-20 см слое почвы на пашне (водораздельное плато) в 1,76-1,86 раз меньше, чем на целине в некосимой степи (Таблица 1). А в бессменном пару за 57 лет при максимальной негативной антропогенной нагрузке содержание гумуса в черноземе типичнорезко уменьшилось в 2,7 раза по сравнению с некосимой степью, что связано с систематическим усиленным механическим воздействием напочву, приводящем к усилению процессов минерализации почвенного органического вещества, а также с отсутствием поступления в почву свежего органического(растительного) вещества.

При сельскохозяйственном использовании наибольшим изменениям подвергается лабильная часть органического вещества почвы: микробная биомасса, подвижные гумусовые вещества и негумифицированное органическое вещество. Более быстро реагирует на изменение в почвенной среде микробная биомасса. Она является важнейшим компонентом активной фракции органического вещества чернозема, а почвенные микроорганизмы участвуют в трансформациях важнейших питательных элементов, то есть играет важную роль в почвенном плодородии и питании растений.

Установлено, что наибольшее количество микробной биомассы отмечалось в некосимой степи Центрально-Черноземного заповедника и составляло 1568 мг/кг почвы, что примерно в 1,57; 1,58 и в 1,77 раза больше, чем, соответственно, на пашне с зернопаропропашным севооборотом (ЗППС), на пашне с зернотравяным севооборотом (ЗТС) и в 57-летнем бессменном пару заповедника (Таблица 1).

Содержание микробной биомассы в черноземе типичном при увеличении степени антропогенной нагрузки на почву уменьшается в ряду: некосимая степь → пашня, ЗТС → пашня, ЗППС → бессменный пар (57-летний).

Аналогичная закономерность наблюдалась с содержанием подвижных гумусовых веществ в почве исследуемых объектов. Однако различия в величине содержания

подвижных гумусовых веществ в почве на пашне и целине меньше и составляют на пашне на пашне с ЗТС – 14,1%, с ЗППС – 18,4% и в 57-летнем бессменном пару заповедника – 19,8%.

Таблица 1. Количественный и качественный состав органического вещества чернозема типичного в заповеднике на целине и на пашне

Показатели	Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник им. проф. В.В. Алехина		Многофакторный стационарный полевой опыт ВНИИЗиЗПЭ	
	Стрелецкая (некосимая) степь	Бессменный пар, 57-летний	Пашня, ЗППС, отвальная обработка	Пашня, ЗТС, отвальная обработка
Гумус, %	10,84±0,18*	3,93±0,06	5,84±0,07	6,15±0,08
C <sub>ПГВ</sub> , мг/кг почвы	5650±172*	4790±112	4773±145	4950±148
C <sub>ПГК</sub> , мг/кг почвы	3230±154*	2595±94	1929±149	2200±148
C <sub>ПФК</sub> , мг/кг почвы	2420±146*	2195±112	2844±163	2750±152
C <sub>ПГК</sub> /C <sub>ПФК</sub>	1,3±0,12*	1,2±0,09	0,7±0,08	0,8±0,08
C <sub>МБ</sub> , мг/кг почвы	1568±105*	886±57	932±87	998±89
C <sub>НВ</sub> , мг/кг почвы	2880±250*	146±14	661±134	845±142

ЗППС – зернопаропропашной севооборот; ЗТС – зернотравяной севооборот;

C<sub>МБ</sub> – углерод микробной биомассы; C<sub>ПГВ</sub> – углерод лабильных гумусовых веществ;

C<sub>ПГК</sub> – углерод лабильных гуминовых кислот; C<sub>ПФК</sub> – углерод лабильных фульвокислот;

C<sub>НВ</sub> – углерод негумифицированного органического вещества; \* – стандартное отклонение.

Их качественный состав, характеризующийся соотношением С<sub>ПГК</sub>/С<sub>ПФК</sub>, ухудшается. Величина соотношения С<sub>ПГК</sub>/С<sub>ПФК</sub> в составе подвижных гумусовых веществ в слое почвы 0-20 см некосимой степи Центрально-Чернозёмного заповедника превышает 1,62 и 1,86 раза таковые в почве на пашне с зернотравяным севооборотом и на пашне с зернопаропропашным севооборотом. В бессменном пару в составе подвижных гумусовых веществ увеличивается количество гуминовых кислот по сравнению с фульвокислотами.

Проведенное обобщение материалов собственных экспериментальных исследований позволило выявить следующие закономерности агрогенной трансформации содержания, состава и природы подвижных гумусовых веществ черноземов (Масютенко, Когут, Татошин, 1990; Масютенко, 2012; Когут, Артемьева, Масютенко, 2017):

- под влиянием длительного применения удобрений и гидротермических условий года достоверно увеличивается содержание и состав подвижных гумусовых веществ, содержание азота в препаратах подвижных гуминовых кислот снижается. На содержание подвижных гумусовых веществ гидротермические условия года влияют в большей степени, чем удобрения;

- дифференциация подвижных гумусовых веществ в пахотном слое при безотвальной обработке, по сравнению со вспашкой, выражена более значительно, чем общего содержания гумуса;

- при безотвальной обработке максимальная концентрация подвижных гумусовых веществ отмечается в 0-10 см слое и достоверно превосходит таковую при отвальной;

- содержание азота в подвижных гуминовых кислот при безотвальной обработке в слое 0-10 см было достоверно ниже, чем таковое при отвальной.

Следует отметить, что особенно резко снижается в почве при сельскохозяйственном использовании на пашне содержание негумифицированного органического вещества (НВ) по сравнению с целиной. Высокое содержание НВ в почве некосимой степи (целины) обусловлено естественным разнотравно-злаковым покровом, обеспечивающим ежегодно поступление в почву большого количества свежего опада в виде отмершей вегетативной части растений и корней. В верхнем слое почвы в некосимой степи содержание негумифицированного органического вещества в 3,4; 4,4 и 19,7

раза превышают его содержание, соответственно, на пашне с ЗППС, на пашне с ЗППС и в 57-летнем бессменном пару. На пашне содержание НВ снижается вследствие сокращения поступления органического вещества в почву и усиления его минерализации.

Анализ компонентного состава органического вещества почвы показывает, что на целине в некосимой степи органическое вещество (ОВ) чернозема типичного мощного тяжелосуглинистого в слое 0-20 см на 86,1-88,5% (в % от углерода органического вещества почвы) состоит из инертно-устойчивого компонента (инертного гумуса) и на 12-14% из лабильной части, которая на 65,1-68,3% представлена подвижными гумусовыми веществами и на 31,7-34,9% негумифицированным органическим веществом. А на пашне ОВ чернозема типичного мощного тяжелосуглинистого на 78,6-85,5% (в % от углерода органического вещества почвы) состоит из инертного гумуса и на 15,5-21,4% из лабильной части. Причем лабильная часть органического вещества почвы включает 86,7-97,2% подвижных гумусовых веществ и 2,8-13,3% негумифицированного органического вещества. Таким образом, в процессе сельскохозяйственного использования черноземных почв происходит изменение соотношений между компонентами почвенного органического вещества: на пашне снижается доля инертного гумуса, связанного с потенциальным плодородием, а лабильная часть представлена, в основном, подвижными гумусовыми веществами. В пахотных черноземах отмечается недостаточное количество негумифицированного органического вещества, обеспечивающего устойчивость органического вещества почвы.

Одним из направлений оценки трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании почв является изучение продуктов взаимодействия органических и минеральных составляющих почв. Образование таких продуктов обусловливает прочность закрепления компонентов органических (гумусовых) веществ и направление их изменения под влиянием агротехнических приемов. В данной работе на основании методафизического фракционирования (Шаймухаметов, Травникова, 1984) выделены компоненты органических (гумусовых) веществ в наименее измененном виде по отношению к естественному состоянию.

В результате проведенных исследований установлено, что доля илистых фракций в черноземе типичном составляет 29,6-33,6%, а легких фракций - 3,4-10,8% от массы почвы. При увеличении антропогенной нагрузки на почву количество легких фракций снижается. Это свидетельствует о том, что масса легких фракций более подвержена трансформации под воздействием антропогенных нагрузок, чем таковая илистых фракций. Если в почвах целинной степи масса легких фракций составляет от массы илистой фракции 27-36 %, то на пашне с севооборотом и в бессменном пару в 2,7-3,0 раза меньше (10-12 %). Однако небольшая масса легкой фракции из-за высокой концентрации углерода во фракции с плотностью  $<1,8 \text{ г}/\text{см}^3$  аккумулирует в себе на целине 28,5% общего органического углерода почвы, а на пашне с севооборотом и бессменным паром - на 16-20 относительных процентов меньше (Таблица 2).

Таблица 2. Содержание органического С в гранулоденсиметрических фракциях чернозема типичного, %

Фракция	Некосимая степь		Пашня, ЗППС				Бессменный пар			
	С фракции, % от									
	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	массы фракции	
Илистая	<1мкм	9,29	1,65	30,3	5,95	1,16	33,8	5,82	1,10	36,1
	1-2мкм	11,67	1,62	29,8	8,71	1,23	35,9	8,39	1,18	38,7
Легкая	1,8-2г/см <sup>3</sup>	7,84	0,30	5,5	5,69	0,09	2,6	4,92	0,07	2,3
	< 1,8г/см <sup>3</sup>	33,17	1,55	28,5	38,20	0,95	27,7	36,76	0,75	24,6
Остаток		0,21			0,11			0,11		

Следует отметить, что 39-51% углерода легкой фракции чернозема типичного представлено трудноразлагаемым органическим веществом. На бессменном пару илистые фракции чернозема типичного обеднены органическим С по сравнению с целиной.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, интенсивность и величина трансформации органического вещества черноземов в процессе сельскохозяйственного использования определяется системой земледелия (севооборот, система обработки и т.д.). В пахотных черноземах по сравнению с целинными наряду с уменьшением содержания гумуса, подвижных гумусовых веществ, микробной биомассы, резким снижением содержания негумифицированного органического вещества изменяются соотношения между компонентами органического вещества: в лабильной части снижается доля негумифицированного органического вещества, что может привести к снижению устойчивости органического вещества черноземов. Трансформация содержания, состава и природы подвижных гумусовых веществ в черноземе типичном в зависимости от агрогенных воздействий имеет свои закономерности. По мере увеличения интенсивности антропогенного воздействия наряду с уменьшением содержания общего углерода в почве увеличивается количество органического углерода в илистых фракциях, т.е. органического вещества, прочно связанного с минеральной частью почвы (глинистыми минералами и оксидами – гидрооксидами Fe и AL), а количество легких фракций снижается. Это может свидетельствовать о замедлении процессов гумусообразования и об усилении минерализации гумуса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адерихин П.Г. (1964).** Изменение плодородия черноземов Центрально-Черноземной полосы при окультуривании. Доклад к VIII Международному конгрессу почвоведов. М.: Наука, 36 с.
- Ахтырцев Б.П. (1987).** Гумус эродированных черноземов. Органическое вещество пахотных почв: Научн. тр. Почв. ин-та им. В.В.Докучаева. М., 109-117.
- Благодатский С.А., Паников Н.С., Самойлов Т.И. (1989).** Влияние агротехнических приемов на динамику запасов микробного азота в серой лесной почве. Почвоведение. М. № 2. 52-60.
- Благодатский С.А., Благодатская Е.В., Горбенко А.Ю., Паников Н.С. (1987).** Регистрационный метод определения биомассы микроорганизмов почвы. Почвоведение. М. № 4. 64-71.
- Глазунов Г.П., Кузнецов А.В. (2016).** Влияние различной степени агрогенных нагрузок на содержание и запасы гумуса в чернозёме типичном. В сборнике: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, д.с.-х.н., проф. Ю.Г. Скрипникова. 2016. 38-41.
- Громовик А.И., Боронтов О.К., Косякин П.А. (2018).** Многолетняя динамика гумуса и трансформация активного пула органического вещества чернозема выщелоченного при разных системах основной обработки почвы в зернопаросвекловичном севообороте. Сахарная свекла. М. №7. 25-27.
- Дмитриев Е.А. (1972).** Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ. – 292 с.
- Докучаев В.В. (1952).** Русский чернозем: Отчет Вольного экономического общества». Спб., 1883; 2-е изд. М.:Сельхозгиз. 635 с.

- Доспехов, Б.А. (1985).** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 351 с.
- Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. (1987).** Практикум по земледелию. М.: Колос. 383 с.
- Дьяконова К.В. (1990).** Оценка почв по содержанию и качеству гумуса для производственных моделей почвенного плодородия. М.: ВО "Агропромиздат". 32 с.
- Когут Б.М. (1982).** Изменение содержания, состава и природы гумусовых веществ при сельскохозяйственном использовании типичного мощного чернозема. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: Почвенный институт. 24 с.
- Когут Б.М. (1998).** Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании. Почвоведение. М. №7. 794-802.
- Когут Б.М., Артемьева З.С., Масютенко Н.П. (2017).** Органическое вещество русского чернозема от Докучаева до наших дней. /В сборнике: Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. Сборник материалов научной конференции, посвященной 80-летию кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами и 100-летней истории Воронежского государственного университета. 271-276.
- Кононова М.М. (1963).** Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР. 314 с.
- Масютенко Н.П. (2012).** Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. М.: Россельхозакадемия. 150 с.
- Масютенко Н.П., Когут Б.М., Татошин И.Ф. (1990).** Закономерности влияния обработок почвы на содержание, состав и природу гумусовых веществ черноземов //Прогноз развития эрозионных процессов и устойчивость агроландшафтов и воздействию естественных и антропогенных факторов: Сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск. 86-101.
- Наконечная М.А., Явтушенко В.Е. (1989).** Потери гумуса на склоновых землях ЦЧО Почвоведение. М. №5. 19-26.
- Никитин Б.А. (1983).** Уточнения к методике определения гумуса в почве. Агрохимия. М. №8101-106.
- Орлов Д.С. (1974).** Гумусовые кислоты почв. М.: Изд-во МГУ. 333 с.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А. (1980).** Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука. 232 с.
- Тюрин И.В. (1965).** Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. М.: Изд-во "Наука". 320 с.
- Шаймухаметов М.Ш., Травникова Л.С. (1984).** Способ извлечения из почвы поглощающего комплекса. Авторское свидетельство №1185238. Госком. СССР по делам изобретений и открытий. Заявка №3732977. Приоритет изобретения 30.03.1984.
- Щербаков А.П., Шевченко Г.А. (1984).** Гумусное состояние черноземов ЦЧО. Почвоведение. М. №8. 50-57.

# NES APROACH AS A TOOL FOR PEOPLE CENTRED LAND GOVERNANCE

Anna MOLDOVAN, Valentin CIUBOTARU

Non-governmental Organisation BIOS

72/3 Columna str., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2012,

e-mail: [ngobios@yahoo.com](mailto:ngobios@yahoo.com)

**Abstract.** National Engagement Strategy (NES) is the first step of an approach promoted by the International Land Coalition (ILC), at country level, in order to create the conditions for a policy change for an inclusive, people-centred land governance. The NES developed by the ILC members in common with other relevant actors at national level is a framework for identifying the main priority areas where the actors involved see opportunities to catalyse change, either at policy formulation or at implementation level. Through NES process, members of ILC and other relevant stakeholders are brought together in a consultative platform on a medium or long-term basis, in order to create a force that enhances the possibilities for political change. This implies the involvement of key - and often diverse - actors who unite and build the foundation of a common strategy based on the complementarity of their capacities and reciprocity. The establishment of a multi-stakeholder national platform speeds up the likelihood of achieving results, increases the efficiency and effectiveness of action, and provides a constructive space for action where more activities can be coordinated. Therefore, a NES process aims to facilitate a cooperative and coordinated action among the various stakeholders at national level involved in solving land problems to promote people-centred land governance. Through these processes of formulating and implementing NES, national civil society actors are increasingly gaining the opportunity to collaborate with each other and with international actors, both governmental and non-governmental, as well as solve problems together with the local and central public administration. The experience of NES formulation and implementation in Moldova is described.

**Key words:** NES, ILC, formulation, implementation, stakeholders.

## INTRODUCTION

Since its independence from the Soviet Union in August 1991, Moldova has taken significant steps to strengthen the legal and institutional framework for the transition of agriculture from a centralised to a market-oriented sector as part of the country's wider economic changes processes. However, changes to the legal framework and decisions made over this period have not succeeded in bringing about essential economic and social changes in agriculture and rural development.

In recent years, equitable access to land, especially in rural areas, has been a priority of the international political agenda and is recognized as an essential element of poverty reduction and sustainable development. Innovative and progressive land policies and laws, especially at national level, are essential for determining fair access, use and control over land and other natural resources.

ILC collective goal as a network is to realize *land governance for and with people* at the country level, responding to the needs and protecting the rights of those who live on and from the land. To guide our individual and collective efforts to achieve land governance for and with people, ILC's members agreed on 10 commitments in priority areas of action. The 10 commitments are an expression of our common vision, a guide ILC's work at all levels of action under Strategy for 2016-2021. They provide a benchmark in working towards the realisation of the Voluntary Guidelines for Responsible Governance of Tenure (VGGTs) and other internationally agreed instruments. They are a compass for conducted work, and they could also provide a useful focus to others with a transformative agenda on land rights.

The national civil society members of ILC represent the starting point and main promoters of NES during their initial stages. NGO BIOS became ILC member in 2013. NES is an open and a living process for knowledge production and sharing, policy dialogue and

coordinated action, and are therefore open to any civil or research society, economic agent, Local Public Administration (LPA) or Central Public Administration (CPA) willing to participate and contribute to working towards a united goal, that is: the realisation of people-centred land governance.

## MATERIALS AND METHODS

NES formulation and implementation are performed according to NES Manual and Toolkit. The process is characterised by several subsequent steps, starting with the setting up of a platform, going to the formulation of a joint strategy, the detailed planning and its actual implementation. Within that broader process, two key sub cycles need to also be considered as they enable the renewal, updating and improvement of the NES over time: these are the *monitoring and the learning cycles*. In terms of timeframe, the NES consists in two 3-years cycles, which is in line with the 6-years strategic period of ILC (2016-2021). This does not however mean that NES processes cannot go beyond this timeline.

The assessment of the Republic of Moldova regarding people-centred land governance and NES were developed through a clearly defined process based on the study of legislative acts, policy documents on land governance, specialized literature, and participatory bottom-up approaches. The information on the opportunity to participate in the formulation of the NES was distributed through the social networks, District Councils, LPAs, Congress of Local Public Authorities (CALM), National Farmers Federation of Moldova (NFFM), scientific research institutions, universities, colleges, CSOs, etc.

Several consultations with stakeholders were conducted, as well as three regional seminars, to discuss issues and challenges related to agricultural land, grasslands, forests, natural resources, and proposals to be included in NES and Action Plan. Based on the proposals received during both individual and regional meetings, the draft Strategy and Action Plan were developed, which were discussed at the NES Workshop. Coordinating Mechanism for NES Formulation and Implementation is the NES Steering Committee.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The team and the stakeholders involved in the development of NES concluded that possible areas of intervention would be best identified by establishing regular dialogues regarding farmland, meadows, forests, windbreaks, ponds and other natural resources among relevant actors at national level; solving land ownership issues; managing land owned by LPA; integrating environmental issues into community development plans; developing guidelines containing solutions for identified problems based on international and local experience, creating a unified database; lobbying and promoting the improvement of the legal framework through active participation of the population in decision-making, public hearings, dissemination of good practices, etc.

The most critical and urgent challenges have been identified as follows:

1. improving the legal framework and conflict resolution around land ownership;
2. integration of environmental protection principles into local development plans and their implementation;
3. governance of commons, such as grasslands, communal forests, water resources etc.;
4. supporting small and medium-sized farmers;
5. transparency and public involvement in the decision-making process.

The target for ILC commitments were identified as follows:

- Secure tenure rights: a mechanism for conflict resolution around existing land issues problems is created and the existing legal framework is improved in line with international requirements.

- Strong small-scale farming systems: the agricultural policies and regulations are improved to ensure equitable public investment that supports small-scale farming systems.
- Diverse Tenure Systems: the legislation is improved to recognise and protect the diverse tenure and production systems upon which people's livelihoods depend, including adopting a new Forest Code which will stipulate the management of the forestry fund that is publicly owned by the LPAs and the private forestry sector.
- Locally-managed ecosystems: *local communities take into account environmental considerations in land management.*
- Inclusive decision-making: all existing opportunities are used to ensure that processes of decision-making over land are inclusive at local and national levels:
- Transparent and accessible information: all existing opportunities are used to ensure transparency and accountability to all *information* on land issues, while obtained information and materials will be included on online platform.

The stakeholders' analysis was performed. Identified stakeholders were distributed in different matrices according to their interest and power. 'Interest' measures to what degree they are likely to be involved in the respective ILC commitment. 'Power' measures the influence they have over the NES or policy, and to what degree they can help. Stakeholders with high power, and interests aligned with the NES should be fully engaged and brought on board. These organisations are the targets of any campaign. At the very top of the 'power' list are the 'decision-makers'. Beneath these are people whose opinion matters - the 'opinion leaders'. This is known as an Influence Map. Stakeholders with high interest but low power need to be kept informed but, if organised, they may form the basis of an interest group or coalition which can lobby for change. Those with high power but low interest should be kept satisfied and ideally brought around as patrons or supporters for the proposed policy change. The existing platforms, investment and technical assistance initiatives in the agricultural and natural resources management sectors were assessed in order to take them into account for NES development and implementation.

The goal of the NES is focused on solution of the main problems of the rural people related to land ownership, soil management and utilization of natural resources, in accordance with sustainable development principles. To achieve this goal following strategic objectives have been designed: I. inclusion of problems related to land governance on the agenda of the Government and Parliament, II. Government and local public authorities consult civil society and apply international and national legal provisions in the activities related to land governance, III. improvement of existing policies and adoption of new policies, laws or regulations related to land governance catalyzed by NES.

***The main issues included in the Objective Iare as follows:*** involving the existing group and contacting other interested organizations to create a wider network and better carry out the activities planned under this strategy, developing a common electronic platform to interact, better share experiences and ideas, disseminate data to large public and raising awareness (*Connect*). Activities related to capacity building and exchange of experience for local public authorities and farmers were designed to promote economic sustainability, model-based learning, maintaining a bottom-up approach. A working group regarding access to land and a data base comprising cases of land rights infringement has been established. Also, a working group of youth to promote PCLGis planned to be created. To further strengthen the implementation, existing knowledge is continuously shared and consulted among all members to achieve a common vision and disseminate among decision-makers and population(*Mobilize*). To bring the land related issues on the agenda of decision makers, a constant dialogue with the public administration (CPA and LPA) and all stakeholders is maintained. Regular meetings of NES Platform with governmental officials responsible for respective land and natural resources issues are held. NES platform position papers are disseminated through on-line platform, internet, media (*Influence*).

***The main issues included in the Objective II are as follows:*** connecting NES Platform to the Platform Eastern Partnership-Republic of Moldova-EU, intergovernmental organizations (World Bank, FAO, IFAD), development partners, donors, Danube Local Actors' Platform, Forum of environmental NGOs to enhance the NES Process in Republic of Moldova (*Connect*). Existing mechanisms for CSO participation in decision making process are being analyzed to facilitate public consultation on land related issues and joint meetings of all actors at local and national levels. Also, local development plans are being analyzed in respect to environmental issues. Examples of solving the problems related to land and good land management practices are being identified and disseminated. In partnership with the ILC, a meeting inviting international governmental organizations, donors will be organized to discuss role of different actors in NES implementation (*Mobilize*). NES Platform and Key decision makers are brought together to discuss existing mechanisms for CSO participation in decision making process, land related issues and local development plans and propose solutions to identified problems. The implementation of national and international policies related to land and natural resources will be monitored and a report will be presented to decision makers and general public. NES Platform representatives will participate in working groups in order to influence the adoption of the proposed changes (Ex. Working group for development of the National Development Strategy Moldova 2030, Rotterdam Convention, Stockholm convention, UNCCD, Action Plan for Adaptation to Climate Change) (*Influence*). As a result, public perception regarding the necessity for conservation of the environment and natural resources related to the common land (meadows, communal forests, ponds, etc.) will be improved.

***The main issues included in the Objective III are as follows:*** continue engagement of key stakeholders and governmental institutions. Joint meetings are organized to connect NES platform with Agency "Moldsilva", Agency "ApeleMoldovei", Agency for Land Relations and Cadastre, PI "Public Service Agency" (*Connect*). People's access to owned land will be continuously monitored. Inclusion of sustainable ecosystems management principles in local development plans is promoted. Two documents: "Guide on solving the problems of property rights infringement" and "Guide to good practices for sustainable management of ecosystems" will be developed and shared (*Mobilize*). Proposals to change policy contents and to include the environmental chapter in local development plans are under development. Joint meeting of NES Platform with respective governmental bodies will be held to discuss proposed changes and disseminate identified best practices and solutions that sustain proposed changes. To influence the adoption of proposed changes NES platform position papers are prepared and disseminated, mass media campaign, if necessary large public actions will be organized in order to lobby the respective changes (*Influence*).

NES will be implemented during the period 2018-2021 according to the Action Plan. The main catalyst is physical and on-line NES Platform. To coordinate the implementation of NES Strategy, NES Steering Committee (SC) has been established. NES SC includes a wide diversity of actors with different capacities in land management and environmental protection, including representatives of public administration, academia, business, civil society. The composition of the SC was identified during the NES National Workshop held on November 23, 2017 and revised during NES National Workshop, held on February 24, 2019. SC is comprised of 9 members. On request, the number of members can be extended. The current Strategy and Action Plan for 2018-2021 was approved by the SC on December 13, 2017 and updated on December 24, 2018. NES Steering Committee analyses the problems, discusses the issues, prepares proposals for improvement in current land governance policies, is monitoring respecting of national legislation on land related issues and international commitments to which the Republic of Moldova is a party, lobbies changes for ILC People Centered Land Governance Commitments at the national level. The SC activity is managed by NGO BIOS, which facilitates dialogue within the SC, support synergies between different actors and pursue the strategic goals identified. Add hock working groups are created in the framework of NES platform, in order to

discuss existing problems, also with participation of decision-makers to contribute to people-centred land governance. The working groups meet when necessary to discuss common solutions and to propose them to the Steering Committee and decision-makers. Currently there are three ad hoc working groups - on Land Rights, Governance of Commons, Environment, Climate Change and Organic Agriculture.

Communication within NES considers the different needs of NES Platform members, including building internal cooperation within the platform and working as a unified force to influence decision makers at national and local levels. Internal communication is being conducted between SC members and all members of the national platform in order to identify problems and solutions for them. External communication consists of dissemination of the problems and solutions to the public through Internet tools, media, CSOs networks. Key-messages are used to transfer knowledge to the people in an easy and memorable manner. The best key-messages are the ones which will be identified in a participatory manner by members of the NES National Platform. A collection of key-messages developed in this way are a useful tool for mass media, central and local authorities, NGOs, universities, private companies, etc. A creative approach to the development of such messages and their combination in a set of awareness-building activities can prove very effective in changing people's behaviour in respect to land related matters.

## **CONCLUSIONS**

At this moment all envisaged activities are implemented according to the Action Plan. NES Platform became one of the main actors in evaluating the current situation of land rights infringement and development of mechanism for conflict resolution, as well as one of the spaces for discussing all related problems and their solution by different stakeholders, including CSOs, governmental agencies, research institutions and private sector. Currently NES Platform is a member of the Working Group for development of the new regulation on solving the problems of land rights infringements and member of the Team for training LPA in PCLG issues.

## **REFERENCES**

ILC National Engagement Strategies 2016-2021, Users' manual and toolkit, 46 p.

# CHERNOZEM SOILS OF KYRGYZSTAN

R.T. OROZAKUNOVA<sup>1</sup>, E.M. BAIBAGYSHOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyrgyz National Agricultural University named after K.I.Skjabin,

e-mail: *orozakunovarоza@mail.ru*

<sup>2</sup>Naryn State University named after S.Namatov

**Abstract.** The article deals with the distribution of chernozem soils in Kyrgyzstan. Separation of them into mountain-valley and mountain subtypes, depending on the humus content. Distinctive features of plain chernozem soils and their agricultural use and susceptibility to erosion.

**Key words:** chernozem soils, mountain exposition and slopes, humus, thickness of humus horizons, erosion.

## INTRODUCTION

Kyrgyzstan is located in the north-east of Central Asia and is a mountainous country, i.e. mountains occupy 94%, plains - 6%. The most elevated part of the territory of the republic is its eastern outskirts; here are the highest mountain systems - Peak Pobeda (7439 m) and Khan Tengri (6995 m).

On the territory of Kyrgyzstan, chernozemic soils are distributed in the mountain-valley part and in the middle zone of the mountainous regions. Distinguishing among themselves in terms of the degree of humus and thickness of humus horizons, they do not form independent subzones, but occur at different absolute altitudes, which differ significantly from the chernozemic soils of the plains, where the zone and subzone are clearly expressed. Chernozemic soils also differ depending on exposure, steepness, slope shape and relative altitude.

The topography and the processes of denudation play a leading role in mountain soil formation. The relief is the main distributor of the physical masses of substances, climatic elements and surface waters.

The climatic conditions for the formation of mountain-valley chernozem soils, which distributed in the Issyk-Kul basin, are peculiar. The main role here is played by a huge ice-free water basin - Lake Issyk-Kul and the circulation of air masses above it. In the Issyk-Kul basin, cold Arctic air is invaded from the West. They come to the basin dry, lost their moisture on the windward slopes of the surrounding ridges of the Kirghiz, Chu-Ili and Western spurs of Kungei. Therefore, on the west coast of the lake, rain clouds are very rare and form desert soils. The invaded air, passing over the surface of the lake, is considerably enriched with moisture, which it leaves in the eastern part of the basin. Here, the amount of precipitation is four to five times higher than in the western part, which contributes to the development of a lush natural grass stand, and unlike other regions of Kyrgyzstan, the formation of mountain-valley chernozems soils. Mountainous chestnut and chernozem soils are widespread on the windward slopes of the Talas and Kirghiz ridges, as well as on the northern slope of the Kungei Ala-Too.

## MATERIALS AND METHODS

According to the studies of A.M.Mamyтов and V.P.Bobrov (1977), based on the comparative genetic characteristics, the most acceptable sign of dividing chernozem soils into subtypes is their humus content. They subdivide the chernozem soils of Kyrgyzstan into the following subtypes: low-humus, medium-humus and many-humus (corpulent). Within the mountain-valley chernozem soils, low-humus and medium-humus subtypes are distinguished, and among the mountain chernozem soils are medium humus and many-humus (corpulent).

As generic features, carbonate content, leaching from carbonates, erosion, stoniness, thickness of the soil profile, etc. have been accepted. The degree of expression of patrimonial features characterizes their species affiliation. The species are distinguished by their mechanical composition.

Chernozemsoils employed in agriculture occupy a relatively small area. They are located in the eastern part of the Issyk-Kul basin (1800-2300 m above sea level), on the foothill plain of the northern slope of the Atbashi Range, in the eastern part of the Atbashi Valley and in some other places at an altitude of 2500-2700 m above sea level. The sum of positive temperatures above 10°C is 1600-2100°C. Atmospheric precipitation falls 500-600 mm per year. Natural vegetation is grass-meadow meadow-steppe. Soil-forming rocks are represented by loess-like loams, which are underlain by boulder-pebble sediments.

**Mountain-valley chernozemsoils** are widespread in the eastern part of the Issyk-Kul region on deluvial proluvial trails, at the foot of the Terskey and Kungei Ala-Too ridges, replacing dark chestnut soils. Here they occupy more than 3 thousand hectares at absolute elevations within 1800-2000 (2100) m. In the eastern elevated and well-moistened parts of the Talas and Kemin valleys, mountain-valley chernozemsoils occur at altitudes of 1400-1800 m.

**The mountain-valley low-humus chernozemsoils** have a dark brown or dark brownish-brown coloration of the humus horizon, whose thickness varies within the range of 50-60 cm. The texture is light and medium-loamy. In the upper horizon, humus content reaches - 4.0-6.0%, nitrogen - 0.3-0.35%, carbonates are leached. These soils have a neutral reaction, the pH is within 7.0. The absorption capacity reaches 30.0-35.0 mg-eq. per 100 g soil. They are used for the sowing of grain crops in conditions of irrigation and rainfed.

**Mountain-valley medium-humus chernozemsoils** have a generally dark brown coloration of the humus horizon, whose thickness reaches 60-80 cm and a granular-cloddy structure. Unlike low-humus, the texture of these soils is heavier - from medium to heavy loam. The humus content is 6.0-10.0%, total nitrogen up to 0.4%. Carbonates are poorly leached from the upper horizons. The absorption capacity reaches 40.0-45.0 mg-eq. per 100 g soil. They are used for the sowing of cereals, perennial grasses and as hayfields.

**Mountain-valley chernozemsoils** are the richest in the content of exchangeable potassium from all the soils of the agricultural zone. Exchange potassium in the arable horizon is 23-92 mg, on average 46.7 mg, in the sub-plow-18-57 mg, on average 28.3 mg per 100 g soil. Salt is not readily soluble salts.

**Mountain chernozemsoils** are widely distributed on the northern and eastern slopes of Kungei Ala-Too and comparatively less on the northern slopes of the Kyrgyz and Talas ranges. They occupy a considerable area on the slopes of ridges bordering intermountain depressions - in the eastern part of Terskey Ala-Too, Djumgal, Suusamyr, Naryn, At-Bashi ridges and the northeastern slope of the Ferghana Range, within 2,100 (2,300) - 2,400 (2,500) m over the see level, under grass-mixed grass meadow-steppe. According to preliminary data, mountain chernozemsoils occupy 662 thousand hectares.

**Mountain chernozemsoils** combine the features of chestnut and mountain meadow soils and therefore they have completely original subtypes, distinct from plain and mountain-valley chernozemsoils. The latter are distinguished by a well developed sod horizon, a clear differentiation of the soil profile, a dark brown, almost black color, a large humus content of up to 15%, and a narrow C: N ratio (9-11).

From classical chernozemsoils, the plains are distinguished by a relatively young age due to the constant involvement of fresh weathering products in soil formation, a considerably shortened profile and a clear differentiation into genetic horizons, and the absence of a gradual transition of humus from horizon A to horizon B1.

Mountain chernozemsoils are divided into medium-humus and many-humus (corpulent).

**Medium humus mountain chernozem soils** are confined to more gentle slopes. The parent rocks are deluvial, proluvial-deluvial deposits. Medium-sized, sometimes skeletal, in texture, they are mostly medium loamy. These soils are dark brown in color; in the humus-accumulative horizon contain 6.0 to 10.0% humus, which gradually decreases downward. The reaction of the soil solution, from slightly alkaline in the upper horizons to the alkaline in the lower horizons, the pH is 7.2-8.7. These soils are saturated with calcium and magnesium. The amount of magnesium absorbed increases with depth and in the lower horizon it is larger than

that of absorbed calcium. The absorption capacity is 40-50 mg-eq. per 100 g soil. Easily soluble salts are absent, the dense residue does not exceed 0.1-0.2%. They are used as hayfields and pastures, and in places for grain crops in conditions of the rainfed.

**Many-humus mountain chernozemsoils (corpulent)** are formed on massif-crystalline rocks of various genesis and deluvial-loamy deposits. According to their texture these soils are medium- and heavy-loamy. In contrast to medium-humus chernozem soils they have a darker coloration of the humus horizon and their surface is considerably retarded. Regardless of the thickness of the soil profile, the humus content reaches 10-15%, which decreases sharply downward, whereas in medium-humus chernozem soils the amount of humus gradually decreases. The nitrogen content varies between 0.70 and 0.90%. The humus and transition horizons are leached from carbonates. The reaction of the soil solution from neutral to strongly alkaline, the pH of the profile is 7.0-7.5. Calcium predominates in the soil-absorbing complex. The sum of the absorbed calcium and magnesium in the upper horizon is 40-50 mg-eq. per 100 g soil. The absorption capacity is high and reaches 55-65 mg-eq. per 100 g soil. They are used as productive hayfields and pastures (Figure).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The data of Table 1 show that the largest total reserves of humus and nitrogen are mountain chernozem soils, obese, i.e. in the grading of indicators, they occupy high positions. The group composition of humus of mountain chernozem soils is characterized by the following parameters: carbon of humic acids is 25.0%, fulvic acids - 12.6%, with a ratio equal to 1.98. Here, the fraction associated with calcium predominates.

Table 1. Reserves, distribution of humus and nitrogen in the chernozem soils of Kyrgyzstan

Soils	Humus in horizons				Nitrogen in horizons			
	0-25	0-50	0-75	0-100	0-25	0-50	0-75	0-100
Chernozem soils are mountain-valley low-humus, medium-thick. Tyupsky District	127,0	163,0	200,0	-	9,5	12,3	14,7	-
	63	-	-	-	64,6	-	-	-
Chernozem soils are mountain-valley medium-humus, medium-high. Kungei Ala-Too	165,0	232,0	289,0	350,0	9,5	14,4	17,8	22,4
	47,0	-	-	-	42,5	-	-	-
Mountain chernozem soils are medium humus. Kungei Ala-Too	153,0	263,0	290,0	320,0	8,3	15,0	19,3	21,6
	48,0	-	-	-	38,4	-	-	-
Mountain chernozemsoils are medium humus, powerful. Kirghiz Range	175	269,0	350,0	390,0	9,4	16,4	21,2	24,0
	45,0	-	-	-	40,0	-	-	-
Mountain chernozemsoils are medium fat. Kirghiz Range	201	296,0	351,0	400,0	11	16,7	22,0	25,0
	50,2	-	-	-	44,0	-	-	-
Mountain chernozem soils are fat powerful. Terskey Ala-Too	195	329,0	460,0	530,0	11,7	21,0	29,0	34,5
	36,7	-	-	-	34,0	-	-	-

\* Numerator - reserves, t/ha; denominator - % of total reserves.

The thickness of the humus horizons is 50-60 cm, i.e. middle-earth chernozem soils predominate. The decrease in humus with depth occurs more gradually.

Mountain-valley chernozemsoils in comparison with mountain chernozem soils in humus content are slightly inferior, but in the grading system they are characterized as average. Humic acids predominate in humus, the ratio is Cha:Cfa> 1. This was noted by many researchers. Just

as in mountain chernozem soils humic acids associated with calcium prevail in mountain-valley chernozem soils (Figure).



Figure: Chernozem soils of Kyrgyzstan

Despite the high fertility of the chernozemsoils of Kyrgyzstan, their agricultural use depends on the conditions of relief and climate. Mountain chernozemsoils are not suitable for farming in terms of relief, but they are productive meadow-pasture lands. Mountain-valley chernozemsoils are used for the sowing of various agricultural crops in conditions of irrigation and rainfed. However, if the agricultural technologies are not correct used, the mountain-valley chernozemsoils quickly lose their structure and are easily supplied to erosion processes, especially on irrigated massifs, littered with harmful weeds, and mountain chernozemsoils - roughly stemmed and poisonous vegetation and prickly bushes.

## CONCLUSIONS

The conditions for the formation of chernozem soils on the territory of Kyrgyzstan are limited, and therefore their distribution has a small area. They are distributed in the humid foothills of inter-mountain depressions and shaded mountain slopes. Depending on the change in hydrothermal factors and vegetation in mountain relief, mountain chernozem soils do not form a continuous belt, but lie on mountain slopes in combination with other soils, among which they predominate on the common northern slopes and give way to their dominant position on the southern slopes.

Chernozem soils of Kyrgyzstan depending on the geomorphological conditions of formation are divided into mountain-valley and mountain chernozem. The division of chernozemsoils into subtypes was based on their humus content. Within the mountain-valley chernozemsoils, low-humus and medium-humus are distinguished, and among the mountainous - medium-humus and many-humus (corpulent) subtypes.

The mountain soil formation conditions determined a peculiar morphological appearance and physical and chemical properties of these soils.

Chernozemsoils of Kyrgyzstan are characterized by high potential fertility, a younger age in soil formation and the absence of processes of salinity and solonetsousness.

In order to preserve and improve the fertility of the chernozemsoils in Kyrgyzstan, the measures should be aimed at combating erosion of soils and destroying weeds.

## REFERENCES

- Mamytov A.M. and Bobrov V.P.** Chernozem soils of Central Asia. Frunze: Ilim, 1977.  
**Mamytov A.M..** Soils of the mountains of Central Asia and Southern Kazakhstan. Frunze, Ilim, 1987.  
**Mamytov A.M., Opelender I.V.** Agrochemical properties of soils in Kyrgyzstan. Frunze "Ilim", 1969.

# ЧЕРНОЗЕМЫ МАЛОГО ПОЛЕСЬЯ

ПАПИШ И. Я., ЩУР О. С.

Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. П. Дорошенко 41, Львов, Украина, e-mail: [igor.papish@gmail.com.ua](mailto:igor.papish@gmail.com.ua)

**Abstract.** The physical and geographical area of Maloje Polesje is an integral part of the Volyn-Podolia plateau. Polesje and Podolian nature elements are often combined in its landscape structure. This combination is the most pronounced in the structure of the soil cover, where among the prevailing mosaic combinations of sod-podzolic, soddy and marsh soils, there are small tracts (islands) of Chernozems of different genetic nature. The presence of black soils (Chernozem podzolized and Typical Chernozems on loess-like rocks, and carbonate Chernozems on eluvium of Upper Cretaceous marl rocks) in Maloje Polesje can be explained by the litho-geomorphological factors and specificity of the history of nature development of the Maloje Polesje region in the upper Cenozoic.

**Key words:** Maloje Polesje, soil cover, Chernozems, humus, carbonates.

## ВВЕДЕНИЕ

В геоструктурном отношении физико-географическая область Малое Полесье является неотъемлемой частью Волыно-Подолья [7]. Оно простирается с запада на восток в форме остроугольного треугольника, заключенного между Волынской (на севере) и Подольской (на юге) возвышенностями. История формирования этого края очень сложная, и не до конца изученная. На конечных этапах геолитогенеза Малого Полесья сформировалась своеобразная островная территория с равнинным рельефом, доминированием антропогенных песков и верхнемеловых мергелей, густой сетью рек с заболоченными поймами. В позднем Кайнозое, на заключительной стадии литопедогенеза, произошло геоскульптурное и ландшафтное оформление территории, известной сейчас как Малое Полесье. За физико-географическим и почвенно-географическим районированием Украины оно принадлежит к Малополесской области (краю) зоны смешанных лесов [4, 5]. За климатическими показателями территории, наличием островов лесостепных, в их числе черных почв (черноземы оподзоленные, типичные и карбонатные), Малое Полесье занимает промежуточное положение между лесной и лесостепной зонами Украины. Поэтому, некоторые авторы эту территорию включают в состав Западно-Украинской провинции Лесостепной зоны Украины [1, 3, 6].

В ландшафтной структуре Малого Полесья часто сочетаются типично полесские и подольские элементы. Наиболее выразительно это сочетание проявляется в структуре почвенного покрова, где среди преобладающих сочетаний-мозаик дерново-подзолистых, дерновых и болотных почв, встречаются небольшие массивы (острова) черноземов разной генетической природы. Наличие черных почв (черноземы оподзоленные и типичные на лессовидных породах,рендзины и черноземы карбонатные на элювии верхнемеловых мергелей) на Малом Полесье обусловлено, в первую очередь, литолого-геоморфологическими и почвенно-гидрологическими факторами, а также, спецификой истории развития природы Малополесского края в верхнем Кайнозое.

Неоднородная ландшафтная структура и сложная история формирования территории, на фоне диффузного проникновения контрастных за своей природой почвенно-растительных элементов, стали причиной того, что до сего времени существует неопределенность о физико-географической, геоморфологической и почвенно-экологической принадлежности Малого Полесья.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Почвенно-географические исследования производились с использованием разномасштабных почвенных карт, на основании анализа гипсометрических параметров рельефа и долинных форм земной поверхности, морфологических особенностей и свойств черных почв разной генетической природы. Свойства черноземов Малого Полесья изучались на ключевых участках, в пределах тех природных регионов (Грядовое Побужье и Подподольский природный район), где данные почвы имеют значительный вес в структуре почвенного покрова. Применялись стандартные методики морфологического анализа и диагностики почвенных профилей, физических и химических свойств почв.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИСКУССИИ

По утверждению Н. И. Полупана, гидрологический анализ территории Малого Полесья указывает на то, что эта обширная область Волыно-Подолья формировалась не как единое целое, а как система разрозненных бассейновых экосистем на месте когда-то возвышенного вала Волыно-Подольской плиты. Поэтому, в геоморфологическом плане Малое Полесье представляет собою систему бассейнов рек (Рата–Западный Буг, Стырь, Иква, Вилия–Горынь, Хомора–Случ), каждый, из которых имеет четкие распределительные водоразделы, своеобразный рельеф и почвенный покров [6].

Однако, по нашему мнению, выводы о принадлежности Малого Полесья к влажной Лесостепи только на основании схожести их климата и структуры почвенного покрова, преждевременны. В этом нас убеждают исследования структуры почвенного покрова и свойства черных почв Малого Полесья. Пространственная ассоциация черноземов с почвами подзолистого ряда имеет преимущественно почвенно-геохимические (геоморфологические), а не пространственно-зональные (географические) предпосылки. Важно также понимать, функциональные (закономерные) или случайные причины вызвали образование комбинаций черных почв с почвами подзолистого ряда на территории Малого Полесья.

Расстояние между ареалами черноземов оподзоленных и типичных в почвенных комбинациях отдельных гряд и на террасах составляет не более километра. Причем геоморфологические и литологические условия почвообразования практически идентичны. Таким образом, локализация разных подтипов черноземов в пределах Малого Полесья имела также эволюционно-ботанические предпосылки.

Почвы, входящие в состав комбинаций, представляют результат взаимодействия факторов почвообразования. Последние, изменяясь в пространстве, вызывают изменения в почвенном покрове. То, что черноземы (особенно типичные разности) Волынской возвышенности и Малого Полесья приурочены исключительно к выровненным, слабодренированным участкам рельефа (низкие террасы, длинные пологие склоны, давние проходные долины) есть подтвержденный факт [5]. Хотя данное явление встречается и в пределах Подольской возвышенности, но оно там носить частный характер, сочетаясь с биоклиматической зональностью черноземов. Приуроченность черноземов оподзоленных и типичных к “островам лессовых пород” на Малом Полесье есть закономерным явлением. Там где нет лессов, нет и черноземов, при любых сочетаниях других факторов. Но на лессовидных суглинках Малого Полесья формируются и типично лесные почвы. Вторая причина, существенно изменяющая направление почвообразования и эволюцию почв Малого Полесья в верхнем Кайнозое – геоморфологический, и производный от него – гидрологический фактор. Аккумуляция лессов при формировании долинных экосистем перестраивает почвообразование на лессах с лесного типа в дерновый тип. Поскольку рисунок и локализация гидрографической сети Малого Полесья носят, в общем, случайный характер, то и само местоположение и конфигурация ареалов черноземных почв Малого Полесья имеет такой же случайный характер.

Основные массивы черных почв сосредоточены в пределах двух, наибольших за размерами, бассейнов: Рата–Западный Буг (517,2 тыс. га) и Стырь (более 111,3 тыс. га) [6].

К. И. Геренчук объединяет эти два бассейна во Внутреннюю Равнину Буга и Стыра [7]. Большая часть ее территории находится в переделах Львовской области. Западно-бугская гидрологическая система состоит из трех литологических ярусов. Верхний уровень представлен шестью субширотными грядами (абсолютная высота до 250 м), состоящими из лессовидных легких суглинков. Они чередуются междугрядовыми заболоченными долинами с аллювиальными песками в основании (уровень ниже 225 м). Промежуточные гипсометрические позиции (200–225 м) занимают денудационные участки равнины с мергелями [6]. Глубина залегания элювия верхнемеловых мергелей под лессами и аллювиальными песками уменьшается в восточном направлении. Юго-западный регион Малого Полесья, под названием Грядовое Побужье, примыкающий вплотную к Подольскому уступу (Гологоры и Вороняки), когда-то был неотъемлемой частью Волынского плато. Это подтверждается схожестью геологического строения и абсолютными отметками поверхности, а также односторонней направленностью водораздельных линий. Литологический состав крупных фракций лессовидных суглинков черноземов практически не содержит крупнопещаной фракции (0,4–1,0%), при не значительном содержании мелкопещаной (8,3–19,9%) и доминировании лессовой фракции (53,3–68,5%), что роднит эти породы и почвы с аналогами Волыно-Подолья. Почвенный покров Грядового Побужья формировался одновременно с гидографической сетью, последствия чего отмечаем в пространственной локализации черноземов на участках рельефа с послабленным дренажем поверхности. Черноземные почвы Малого Полесья также приурочены к местам, где современный рельеф унаследует верхнемеловые понижения.

В основании лесовых гряд располагаются верхнемеловые породы. Неровности давней верхнемеловой поверхности, возникшие в палеогене и пред тортонское время, в некоей мере унаследованы современным рельефом. На участках с не глубоким подстиланием лессов элювием мергелей создаются благоприятные условия для циркуляции слабощелочных растворов в почвенно-грунтовой толще.

В пределах Грядового Побужья, черноземы распространены преимущественно на двух крайне южных грядах – Чижиковской и Винниковской. Они вскрыты несколькими глубокими разрезами и представлены черноземами оподзоленными и типичными глееватыми малогумусными среднеглубокими. Приурочены черноземы к выровненным участкам широких водораздельных плато и пологим склонам балок внутри гряд. В структуре почвенного покрова образуют сочетания-ташеты гумусированности-выщелачивания. Мощность гумусового горизонта составляет 71–78 см. Все они выщелочены на глубину больше 110–120 см, что свидетельствует о глубоком промывании почв. На участках местности, где черноземы приурочены к длинным пологим склонам, все они сильно оглеены в переходном к породе горизонте. Переувлажнение проявляется и на поверхности почв в виде более темного цвета и глыбистой структуры пахотного слоя. Активность процессов выщелачивания, лессиважа и оглинивания черноземов Грядового Побужья, приводят к изменениям структурности почв верхнего метрового слоя. В переходном гумусовом горизонте всех подтипов черноземов характерно наличие круноореховатой, не прочно водостойкой структуры, укрупняющейся с глубиной. На структурных поверхностях имеется белесо-серая присыпка  $\text{SiO}_2$ , особенно выразительна в нижней части горизонта АВ черноземов оподзоленных. Черноземы Грядового Побужья имеют регressive-элювиальный тип распределения карбонатов в форме пропитки. В карбонатном профиле отсутствуют видимые признаки наличия педогенных карбонатов, так характерных для черноземов лесостепи и степи. Согласно международной классификации почв (WRB), это обстоятельство позволяет засомневаться в принадлежности данных почв к типу черноземов и причисляет их к почвам реферативной группы Faeozems. Хотя за другими параметрами они соотносятся с аналогичными почвами.

Равномерное и высокое содержание окиси Кремния и Алюминия в профиле черноземов (соответственно 80,9–83,0 и 9,0–9,7%), а также  $K_2O$  (2,0–2,8%), свидетельствует о том, что почвы сформировались на однородной силикатной коре выветривания с доминированием диоктаэдрических гидрослюд в глинистом материале. В гумусовом горизонте черноземов типичных отсутствуют признаки кислотного гидролиза минеральной массы в форме кремнеземистой присыпки  $SiO_2$ . Это подтверждается результатами валового химического анализа. Молярные отношения  $SiO_2 / Al_2O_3$  практически идентичны для обеих почв на разных грядах, и мало изменяются с глубиной (13,2–17,1). В тоже время, отношение  $SiO_2 / Fe_2O_3$  менее стабильно, чем Алюминия, и существенно зависит от генетической природы почв. В черноземах типичных Алюминий болееочно связан в кристаллической структуре глинистых минералов. Чего нельзя сказать о железе. Для черноземов типичных присущее почти равномерное распределение в профиле молярных отношений окиси кремния и железа (63,8–68,5), за исключением слоя 0–12 см, где оно увеличивается до 86,2 (результат выпахивания почвы). Черноземам оподзоленным характерны наивысшие молярные отношения окиси кремния и железа в пределах гумусового горизонта (98,5–135), и их уменьшение с глубиной (66,0–75,5). Таким образом, признаки кислотного гидролиза выражительно проявляются в оподзоленных черноземах в слое 40–70 см, где присыпка  $SiO_2$  проникает вдоль гумусовых карманов на глубину до 87 см. Глубокое выщелачивание карбонатов сопровождается перераспределением илистой фракции по профилю черноземов. За показателем общей степени дифференциации профиля ( $S$ ) исследуемые черноземы имеют резко дифференцированный за илом профиль (2,1–2,7). Хотя морфологических признаков аккумуляции ила в переходном гумусовом горизонте черноземов в форме глинисто-гумусовых кутан, не наблюдается. Влажный и умеренно теплый климат Побужья способствует развитию внутрипочвенного оглинивания черноземов на глубине 60–130 см (коэффициент оглинивания 1,16–1,31). Вследствие периодического промывания почв, развитой водостойкой зернистой структуры (коэффициент водостойкости за В. Медведевым равен 0,6–0,7) и высокой общей пористости в метровом слое (47–59%), ил в верхнем горизонте долго не задерживается, аккумулируясь в переходных горизонтах на глубине 50–130 см.

Бассейновая система р. Стырь с притоками, отличается от Западно-Бугской системы. Левобережная ее часть севернее реки Судыливка, а на правобережье 8–10 км южнее притоки Пляшивка, а также в южной части бассейна ниже линии Броды-Дунаевцы, покрыта лессовидными суглинками (14%) [6]. Таким образом, на юге Малого Полесья Подподольский природный район (в контактной зоне с Подольским уступом) является закономерным продолжением Грядового Побужья на востоке [7]. Здесь лесовые породы, в сочетании с аллювиальными песками и низинными торфяниками, образуют террасу р. Стырь. Характерной особенностью данного региона является неглубокое залегание элювия мергелей. Северо-западная часть левобережья р. Стырь, выше водораздела между притоками рек Остривка и Радоставка, а также восточная часть правобережья до города Радывылив, представляет собой денудационную равнину [7]. По мнению Н. И. Полупанова, такой характер долинной системы за отложениями, говорит о том, что в прошлом, еще до существования гидрографической сетки, большая часть территории бассейна р. Стырь, представляла собой сплошное мело-мергельное плато, измененное речной деятельностью после формирования гидрографической сети [6]. На возможность существования в этой части Волыно-Подолья давней проходной долины, отмечал в своей работе В. Д. Ласкарев [2].

Небольшой лесовой остров с черноземами, в окружении низинных торфяников (на севере и северо-западе) и подножьем Подольской возвышенности (на юге), расположен между населенными пунктами Куты, Ясенов, Высоцкое, Дубье. Территория слегка приподнята над окружающей ее заболоченной равниной, имеет волнистый рельеф с длинными пологими склонами, абсолютная высота местности 260–270 м. В направлении

на запад от села Лучкивци, просматривается фрагмент долины, с хорошо выработанным торфянистым днищем, унаследованным ручейком Лучек. Окружающая местность имеет слабый наклон в сторону Кучаковского болота, соединенного ручьями с левыми притоками р. Стырь.

Черноземные почвы данной местности образуют сочетания-ташеты черноземов оподзоленных, черноземов типичных и торфянисто-болотных почв. Примечательной особенностью черноземов, особенно черноземов типичных, является их абсолютная схожесть с почвами Подольской возвышенности. На преобладающей территории они карбонатные с поверхности. Материнской породой служит террасовая фация лессов, которые на 25–35% песчанистые. На глубине 240–250 см появляется мелкая дресва Кальцита – признак неглубокого залегания элювия мергелей. С глубины 180 см буровато-палевый лессовидный суглинок имеет слоистое сложение, где мергелистые слои толщиной 2–3 см чередуются с буровато-палевым облесованным суглинком. Содержание лессовой фракции постепенно увеличивается от материнской породы (20,9–29,1%) к поверхности почвы (45,9%). Данный факт указывает на возможность облессования аллювиальных отложений [8]. В профиле черноземов типичных четко проявляется иллювиально-карбонатный горизонт с аккумуляциями педогеных карбонатов в форме плесени и псевдомицелия (горизонт *Calcic*). Карбонатный профиль черноземов типичных по элювиально-иллювиальному типу строения, с максимум содержания карбонатов (40,4%) в слое 130–140 см. К поверхности почвы карбонатность почв сильно уменьшается до 5,3% в поверхностном слое. Глубже горизонта ABCsa содержание карбонатов уменьшается очень постепенно (36,7% на глубине 190–200 см). На участках террасы, с глубоким дренажем поверхности хорошо выработанными балками, распространены глубоко вскипающие виды черноземов типичных (вскипание с глубины 52 см) с равномерно-эллювиальным типом распределения карбонатов Ca. В данных почвах горизонт *Calcic* не выражен. На глубине 150–170 см появляются карбонатные новообразования в форме журавчиков, что свидетельствует о былом гидроморфизме почв. На границе гумусового и карбонатного горизонтов (80–90 см) наблюдается наименьшая плотность почвы ( $1,18 \text{ г}/\text{см}^3$ ), что очень характерно для черноземов типичных лесостепи Подольской возвышенности. Гумусовый профиль исследуемых черноземов типичный для таких почв, с прогрессивно-аккумулятивным типом строением профиля и запасами гумуса в 0–50 см слое – 538,5 т/га. Содержание гумуса в пахотном слое черноземов типичных на лессовых породах террасовой фации долины р. Стырь составляет 3,2–4,0 %.

В пределах террасовых комплексов на высотном уровне 265–275 м, на пологих и длинных склонах северо-западной экспозиции (примыкают к Подольскому уступу) среди черноземных почв распространены черноземы оподзоленные. Почвообразующей породой служат те же лесовые породы террасовой фации. Литологический состав черноземов оподзоленных несколько иной, в сравнении с черноземами типичными, занимающими более низкие участки террасы (245–255 м). Почвы имеют более выдержанное содержание по профилю крупных фракций. Они почти не содержат фракции крупного песка (0,60–1,80 %), менее песчанистые (11,60–13,96 %) на глубину 110 см. Хотя, с глубины 130 см содержание песчаных фракций увеличивается в 2–3 раза (до 24,5–32,0 %), а лессовая фракция несущественно уменьшается (до 39,0 %). В этой части профиля все черноземы на лессах террасовой фации р. Стырь литологически однородные, но с более высокой долей навеянного лесса на высотах более 255 м. Содержание ила в профиле оподзоленных черноземов не равномерное, с резким увеличением его содержания в 2 раза в иллювиальной части профиля на глубине 60–110 см.

Резко дифференцированный профиль черноземов оподзоленных за илом вызван активно идущими в почве процессами преимущественно выщелачивания и лессиважа, в меньшей степени оподзоливания. Эти утверждения подкрепляются данными морфологических исследований и валовым химическим составом почв. Карбонаты обнаружены на глубине более 126 см в форме псевдомицелия и журавчиков. В пределах

переходных горизонтов (46–92 см) структура почвы видоизменяется и укрупняется с глубиной от крупноореховатой до орехово-призматической. Валовой химический анализ илистой фракции черноземов оподзоленных не подтверждает активного процесса их оподзоливания. Профильное распределение молярных отношений  $\text{SiO}_2$  до  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (4,2–4,7) и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (12,9–15,9) в иле почв узкое и равномерное, что свидетельствует о доминировании лессиважа, как основной причине текстурной дифференциации данных почв.

В пределах денудационного плато Бugo-Стырской аллювиальной равнины Малого Полесья, широко распространены мозаики дерново-карбонатных почв с черноземами карбонатными на элювии верхнемеловых мергелей. Их обнажение и формирование началось в после нижнее сарматское время. В украинском почвоведении до сего времени актуальна проблема присутствия и диагностики черноземов на элювии плотных карбонатных пород. На наш взгляд, механистическое размежевание дерново-карбонатных почв (рендзин) и черноземов карбонатных только за мощностью профиля не достаточно, и не обосновано. Среди черных почв черноземы на карбонатных породах наименее изучены. Диагностические свойства принадлежности таких почв к типу черноземов кроются в углублении наших знаний о формировании их гумусового и карбонатного профиля.

## ВЫВОДЫ

За почвенно-географическим районированием Украины Малое Полесье на уровне отдельного почвенного края входит в состав зоны смешанных лесов Украины. В почвенном покрове края доминируют денудационно-флювиальные контрастные литогенно-гидроморфные и вторично насыщенные дерново-подзолисто-болотные сочетания-комплексы и мозаики. Черноземные почвы занимают подчиненное положение в рельфе и представлены черноземами оподзоленными, типичными и карбонатными. Все они строго приурочены к определенным геоморфологическим объектам (гряды, террасы, денудационные равнины), сложенным породами лесовой формации, часто постилаемым верхнемеловыми мергелями. В структуре почвенного покрова черноземы на лесовых породах образуют простые биогенные сочетания-ташеты. В пределах денудационной равнины на маломощной карбонатной коре выветривания образуются черноземы карбонатные на элювии верхнемеловых мергелей, формирующие литогенные мозаики с дерново-карбонатными (рендзинами) почвами.

Генетическая природа черноземов Малого Полесья очень разная. Среди них встречаются типично лесные, резко дифференцированные за илом черноземы, сформировавшиеся на опушках светлых дубрав Грядового Побужья с признаками глубокого выщелачивания, профильного оглеения, лессиважа и слабого оподзоливания.

На террасах р. Стырь, примыкающих к Подольскому уступу с севера, образовались типичные лугово-степные глубокие черноземы с выразительными признаками мицелярных карбонатов в профиле. Эти почвы являются закономерным продолжением лесостепных черноземов типичных Северного Подолья. Инвазия лугово-степных биоценозов на территорию Малого Полесья с последующим формированием черноземов типичных начала происходить вдоль долинных экосистем Бugo-Стырского бассейна в верхнем Кайнозое. Черноземы глубокие являются наиболее выразительным представителем черноземных почв Малого Полесья. Черноземы карбонатные на элювии мергелей, в свою очередь, есть наиболее проблематичными почвами Малого Полесья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Геренчук К.И. Малое Полесье. Физико-географическое районирование Украинской ССР. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1968. – С. 165–173.
2. Ласкарев В.Д. Геологические исследования в Юго-Западной России (17-й лист Общей геологической карты Европейской России). – Петроград, 1914.
3. Маринич О.М., Ланько А. І., Щербань М. І., Шищенко П. Г. Фізична географія Української РСР. – Вища школа, 1982. – 208 с.
4. Маринич О.М. Полісся. Геогр. енцикл. України. – Т. 2. – К.: Вид-во “УРЕ”, 1990. – С. 376–377.
5. Папіш І.Я., Позняк С.П., Іванюк Г.С., Ямелинець Т.С. Грунтово-географічне районування Українського Полісся. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП “Тайп”. - № 2 (випуск 41). – 2016. – С. 31–42.
6. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А., Волков П.О. Сучасні погляди на літогрунтогенез Малого Полісся. Вісник аграрної науки. Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія. – 2007. № 11. – С. 9–20.
7. Природа Львівської області. За ред. К. І. Геренчука. – Львів: ВЛУ, 1972. – 152 с.
8. Соколовский И.Л. Лесовые породы западной части УССР. – Киев: Изд-во АН Украинской ССР, 1958. – 93 с.

# ГАЛИЦКО-ПОДОЛЬСКИЕ ЧЕРНОЗЕМЫ В НАЧАЛЕ ХХ ВЕКА

ПОЗНЯК С. П., МАЗНИК Л. В.

Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
г. Львов, ул. Университетская, 1, Украина, 79000, e-mail: Stepan.Pozniak@lnu.edu.ua

**Abstract:** The article reveals the essence of the Leopold Buber's monograph "Galychyna - Podilsk soils, their formation, natural structure and modern agricultural operating conditions in north-eastern soil zone of Galychyna." The book describes the study of genesis, properties and conditions of farm relations in Galychyna - Podilsk chernozem region of the early twentieth century. Leopold Buber's monograph consists of two parts: the formation and structure of natural Galychyna-Podilsk chernozem; agricultural conditions of north-eastern Galychyna - Podilsk chernozem. This publication highlights the views of the researcher regarding the origin of chernozem and nature of humus soil processes. Analysis of the geography, characteristics and use of Galychyna-Podilsk chernozem is outlined. The scientist believes that Galychyna-Podilsk chernozem region is a natural extension of Rus-Podilsk chernozem. Among the most important morphological characteristic features the author considered color and developed a classification of chernozem by color: very rich in humus "perfect" chernozem, chernozem undergoing dissolution of organic particles as a result of afforestation or cultivation of modern, gray or dark brown soils on the site where once were forests that are close to the process of dehumidification. Scientists noticed the important role of carbonates in the formation of chernozem. Galychyna soils are characterized by low content of calcium carbonate in the upper horizons. The poor in carbonates horizons have the darkest color. With increasing content of carbonate horizons are becoming lighter. These results are important for assessing the current state of chernozem in Galychyna and Podillya.

**Key words:** chernozem, Leopold Buber, Galychyna, Podillya, uses.

## ВВЕДЕНИЕ

Более 100 лет, в Берлине была издана монография австрийского ученого Леопольда Бубера «Галицко-подольские черноземы, их образование и естественная структура, а также современные сельскохозяйственные условия эксплуатации северо-восточной почвенной зоны Галичины». (1910), [3].

В первой части книги автор приводит обзорение научной литературы об исследовании черноземов, характеризует условия почвообразования в галицко-подольском черноземном крае. Описывает геологическое строение, рельеф, климат, приводит флористическую и фаунистическую характеристику исследуемой территории. Заслуживает внимание раздел, посвященный генезису черноземов и характеристике почвообразовательных процессов.

Во второй части монографии охарактеризовано условия сельскохозяйственных отношений Галичины и Подолья. Исследовано производственные факторы, такие как природа, капитал и труд. Рассматриваются главные критерии планирования сельскохозяйственных культур, систему пахотных земель и принципы введения севооборотов, выращивание сельскохозяйственных животных.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуя галицкие черноземы, Лепольд Бубер констатирует, что территория их распространения занимает понтическое плато Галичины на юго-восток от Буга, а также на север от Днестра, хотя черноземы частично встречаются на запад от реки Сян. Объектом исследования автор взял зону восточно-подольских черноземов, расположенную посреди этого плато с гипсометрическим уровнем 300-400 м. Эта зона занимает на западе административные районы Збаража, Скалаты, а также частично Тернополя.

Галицкий черноземный край по мнению автора является продолжением русско-подольских черноземов. Л. Бубер также утверждает, что русский чернозем занимает территорию от юго-восточного границы Европейской России до Уральских гор в

направлении запад-юг-запад (ЗЮЗ) – восток – север - восток (ВСВ) в форме неровной и не всегда одинаковой полосы. Черноземный край охватывает территории в пределах Уфы (частично), Самары, Пензы, Саратова (частично), Воронежа, Тамбова, Харькова, Кубанского края, Катеринослава, Полтавы, Херсона (частично), Подолья с Галицко-Подольским краем и Бессарабией (частично), [ 3, с. 1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Изучивши условия почвообразования исследуемой территории, Л. Бубер делает заключение, что процесс образования галицко-подольских черноземов происходил следующим образом: неровности сарматской территории были покрыты спрессованным слоем нанесенного ветром лесса. Безусловно, вследствие выравнивающей деятельности ветра образовалась равнина, однако доисторическое Подолье никогда не было равнинной территорией. При этом автор допускает одну закономерность, что затем стала главной причиной продвижения лесной растительности на юг; под влиянием неоген-палеогеновых отложений на известковой лессовой почве появилась типичная ксерофитная растительность, представители которой развиваются на скалистой известковой породе. Одновременно происходит тройной процесс:

1. Неровности подольской территории, образовались в неоген- палеогеновый период, благодаря большому количеству осадков в постнеоген-палеогеновый период. Так образовались эрозионные долины и овраги, позднее западины, балки, которые стали причиной иссушения соответствующих черноземных районов. Образование оврагов и долин сопровождалось снижением содержания влаги гумусной степной почвы. Гидрологическая структура территории, а также ее климатический характер и геологическая природа является, по мнению автора, основными причинами образования черноземов Подолья. В тоже время, как все многоводные реки западной Галичины берут свое начало в Карпатах, так все реки Подолья – Буг, Стыр, Иква, Горынь, Збруч, Серет, Золотая, Гнилая Липа, которые являются составляющими речной сети Днестра, берут свое начало на возвышенности.

2. Второй процесс, который происходит параллельно – гумификация органического вещества степной флоры. Причиной этого, как утверждает П. А. Костычев, является процесс окисления, а также химический и микробиологический (грибы, бактерии) процессы. Соответственно возникают условия, которые обуславливают образование органического вещества в результате их разложения. Благодаря экспериментально доведенному физическому улучшению смешанного с гумусом лессового материала, возрастает образование органического вещества до определенного предела.

Исследователь констатирует, что состояние влажности почв и атмосферы, как следствие разного отношения к рельефу, нельзя отождествлять. Поверхность по своей природе носит, безусловно, засушливый характер. То есть, выше расположенного подольского леса тепловой коэффициент является значительно меньшим, нежели на прилегающих территориях низшего гипсометрического уровня. Однако эта причина второстепенна, поскольку, доминирующую роль на время исследований играет ксерофитная флора (закон корреляции климата, растительности и почвенной зоны). Аналогичные процессы происходят как в образовании степного, так и лесного гумуса. [3, с. 55]. За этим соотношением большое влияние на материнскую породу чернозема – лесс – имела колонизация ксерофитов. Относительно влажности, то в зависимости от нахождения лесса (на сарматских песках, известняках, элювии мергеля или средиземноморских отложениях), она всегда отличалась.

3. Процесс вымывания карбонатов кальция автор объясняет таким образом: органические остатки, отмершей степной флоры, окисляются углекислотой, наполняется атмосферная вода, происходит освобождение кальция из минеральных частиц. Вода богатая на  $\text{CO}_2$ , теряет  $\text{CaCO}_3$  и образует бикарбонат. Бикарбонат кальция освобождается от углекислоты, которая находится в глубоких слоях и преобразуется на нерастворимый

карбонат. Интенсивность этого процесса зависит от количества гумуса, что накапливается. Он является необходимым для образования чернозема и определяет окраску лесовых образований. Относительно вертикального строения профиля подольских черноземов, Л. Бубер определяет их по цвету, благодаря таким признакам, которые влияют друг на друга, что является определяющим для распознавания черноземных «пластов» (черноземов): темно-коричневая (черная) во влажном состоянии земля; желто-коричневый, темный лессовидный суглинок с черно-коричневыми продолговатыми вкраплениями и белесоватым пластовым нашарованием  $\text{CaCO}_3$ ; темно-желтый лессовидный суглинок с известковыми конкрециями.

Л. Бубер утверждает, что рациональным является группирование черноземов по их наиболее важному морфологическому признаку, а именно – цвету. Оттенки цвета почвы тесно связаны с содержанием органического вещества, и Л. Бубер выделяет следующие группы: очень богатые на гумус черноземы; черноземы, находящиеся на стадии разложения органических частиц, вследствие залеснения или современного окультуривания; серые или темно-коричневые почвы, на месте которых когда-то были леса, находящиеся на стадии, приближенной к процессу дегумификации.

Примером первой группы почв автор считает рифовые известковые образования, на которых непосредственно находятся черноземы. Поскольку материнская порода – лесс – тут отсутствует, исследователь допускает, что вторичное накопление чернозема происходило эоловым или гидрогенным путем. Как отмечает Л. Бубер, «черноземы и до сегодня сохранили свой безупречный характер, поскольку, вследствие поверхностного напластования на рифовой, известковой основе они остаются недоступными для залеснения или выращивания сельскохозяйственных культур. Такие остатки давних черноземов сохранились и до наших дней и являются очень редкостным явлением» [3, с. 103].

Безусловным является то, что богатые на гумус черноземы северных районов Подолья принадлежат ко второй группе. Приведенное автором содержание гумуса 5-6 %, имеет непосредственное отношение к этому ряду почв. Благодаря постепенному распространению леса, происходит разрушение органического вещества, которое приобретает более светлый, черно-коричневый цвет (районы Збаража и Скалата) [2, с. 23].

Почвы третьей группы встречаются вдоль Северного Подолья. Они имеют светло-коричневый цвет. Серые лесные почвы находятся вблизи Тернополя. Галицкие черноземы, как и все черноземы, имеют низкое содержание карбонатов кальция в верхних горизонтах. Бедные на карбонаты горизонты носят наиболее темную окраску. С увеличением содержания карбонатов горизонты окрашиваются в более светлый цвет. Л. Бубер приходит к выводу, что это важное морфологическое явление и констатирует, что содержание карбонатов кальция находится в обратном отношении к содержанию гумуса. Так автор оценивает роль карбонатов в процессе образования чернозема. Исключением из правил является расположение чернозема, находящегося над известковой, окаменелой породе и складывается впечатление, что это намытый или же навеянный чернозем (24) [2, с. 21].

Мелкозернистость лесса и черноземов тесно связаны с содержанием гумуса, то есть преобладание глины над песком обуславливает увеличение содержания гумуса. Черноземы восточного черноземного края, образовавшиеся на глинистой материнской породе, должны быть более мелкозернистые и более богатые гумусом, нежели лесовые подольские черноземы. Гранулометрический анализ показал, что подольские черноземы имеют высокое содержание пыли, чем легко объясняется причина слипания почвы. Микроскопические исследования почвенных частиц свидетельствуют о значительном содержании кварца и одновременно малом количестве слюды и полевого шпата.

По стандартному химическому анализу галицко-подольские черноземы можно сравнить с генетически родственными западноевропейскими почвами, и в то же время предполагать, что из-за большой нехватки питательных веществ, почвы требуют внесения

удобрений. Используя труд Ф. Вольтмана «Питательные вещества западно-немецких почв» (Бонн, 1901) и созданную им классификацию почв по содержанию питательных веществ, Л. Бубер проанализировал галицко-подольские черноземы, сопоставив климатические показатели Подолья, являющиеся сходными со Средней Германией. Также не могло остаться без внимания и поражающее сходство содержания питательных веществ черноземов Средней Германии и Подолья. Геологическое и климатическое сходство двух почвенных зон определяют гомологическое соотношение содержания питательных веществ. Автор считает, что разница в содержании известняка, магния и калия нижних горизонтов почвы зависит от глубины интенсивности окультуривания территории. На основе классификации Ф. Вольтмана Л. Бубер показал, что по содержанию питательных веществ черноземы Подолья характеризуются как очень хорошие для использования.

Содержание нитrogена в черноземе в среднем составляет 0,166% и зависит от количества органического вещества. Значительную часть среди полтораоксидов занимает  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , в большинстве почв за счет  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , в то же время как последний ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) накапливается в лесовой породе. Этот факт имеет большое значение для механической обработки чернозема. Значительное накопление  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgO}$  в нижних горизонтах чернозема является доказательством того, что процесс вымывания существенно обедняет верхние горизонты почвы. Заметным является незначительное количество  $\text{CaCO}_3$  в верхних пахотных горизонтах, однако это не касается всей территории Подолья. Черноземы вблизи Медобор одержат значительное количество  $\text{CaCO}_3$ , что прослеживается в выраженной крупно-зернистой форме. Недостаточное количество карбонатов обуславливает образование гуминовых кислот, количество которых незначительно при нормальных условиях, а их повышенное содержание является причиной токсичности почв.

Подольский чернозем, как и другие черноземы восточных и западных прилегающих районов, требуют значительного количества фосфорной кислоты. Эта особенность многих почв, дает основание обнаружить определенную закономерность. Лесс сам по себе беден фосфором (0,07 % кисло-солевого экстракта), в то же время, как унаследованная от материнской породы нехватка фосфорной кислоты, практически не имеет никакого отношения к органическим веществам и культурным растениям. Автор наблюдает увеличение количества фосфорной кислоты среди органически более богатых черноземов.

Л. Бубер рассматривает содержание питательных веществ подольского чернозема с антагонистической точки зрения, обнаруживая существование отличия в кисло-соляных экстрактах на первых стадиях образования черноземов. Автор выделяет три группы почв: неизмененные черноземы вторичного происхождения; недавно образованные культурные почвы; бедные на содержания гумуса почвы, на которых в доисторическое время доминировал лес.

Соответственно содержанию нитрогена, органически более богатая группа почв, естественно, занимает первое место в списке (неизмененные черноземы вторичного происхождения). Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в общем не оказывает на их существенное различие. Другой показатель – количество фосфорной кислоты. Здесь неизмененные черноземы также имеют превосходство за содержанием фосфорной кислоты. Несмотря на увеличение известковых, железистых и алюминиевых соединений в почве, исследователь не наблюдает одновременного увеличения количества фосфорной кислоты. Л. Бубер предполагает, что количество фосфорной кислоты богатых на гумус черноземов зависит от фосфатов известняка. Среди рассматриваемых выше групп почв наблюдается снижение содержания  $\text{CaCO}_3$ , в то же время как на других культурных почвах происходит обратный процесс. Безусловным доказательством является то, что состояние веществ нижних горизонтов почвы обусловлено развитием в доисторическое время на этих землях лесов, которые питались веществами с этих горизонтов [1, с. 105].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, большого значения Л. Бубер придавал морфологическим особенностям. Ученый сгруппировал черноземы за их окраской, тесно связывая ее с содержанием органического вещества. Установлено, что галицкие черноземы имеют низкое содержание карбонатов кальция в верхних горизонтах. Бедные на карбонаты горизонты имеют наиболее темную окраску. С увеличением содержания карбонатов, горизонты становятся более светлыми. Это важное морфологическое явление показывает, что содержание карбонатов кальция находится в обратном отношении к содержанию гумуса. Исследования Л. Бубера свидетельствуют о том, что лесс сам по себе не мог быть причиной образования черноземов. Однако, содержание в нем карбонатов обусловили интенсивное разложение органических остатков и закрепления органического вещества. Благодаря физическому улучшению смешанного с гумусом лесового материала, увеличивается образование органического вещества к определенному пределу. Галицко-подольские черноземы сохранили безупречный характер, поскольку вследствие напластования на рифовой основе они остались недоступными для залеснения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Позняк С.П., Мазник Л.В. (2011). Генеза, властивості та використання черноземів Галичини і Поділля (до 100- річчя праці Леопольда Бубера «Галицько-подільські чорноземи. Історія української географії: Всеукраїнський науково-теоретичний часопис. Тернопіль, Вип. 22, 101-108.
2. Позняк С.П., Мазник Л.В. (2012). Історичний аналіз дослідження чорноземів Галичини та Поділля. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Тернопіль: СМП Тайп. Серія: Географія. №2 (32). 19-24.
3. Buber L. (1910). Die galizisch-podolische Schwarzerde, ihre Entstehung und natürliche Beschaffenheit unb die gegenwärtigen landwirtschaftlichen Betriebsverhältnisse des Nordostens dieser Bodenzone Galiziens. Leopold Buber. Berlin. 205 p.

# ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

Алина РЕВТЬЕ-УВАРОВА, Александр ДОЦЕНКО, Вячеслав НИКОНЕНКО,

Людмила ВИННИЧЕНКО, Валентина КОБЗАРЬ, Вера МИХЕЕВА

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени

А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024

e-mail: alina\_rev@meta.ua

*Abstract. In a long field stationary experiment on typical black soil of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the effect of the fertilizer system on agrochemical indicators was studied. The quantitative parameters of the qualitative changes of these indicators are determined for the mineral, organo-mineral and organic fertilizer systems. It was found that the parameters of agrochemical indicators change to a greater extent in time than from the implemented fertilizer system. For a 28-year period of research, sharp fluctuations in the exchange acidity have not been established, although there is a tendency to a decrease in pH<sub>KCl</sub> with an increase in the rate of mineral fertilizers. The degree of saturation of the bases remains at a very high level - 94.5–98.3%, where exchangeable calcium prevails in the structure of absorbed bases – more than 325.4 mg/kg of soil. The systematic application of fertilizers contributes to a significant increase in the content of metabolic potassium to 8.7 mg/kg of soil, the content of mobile phosphorus to 292.8 mg/kg of soil and mobile potassium to 263.5 mg/kg of soil with an organomineral fertilizer system.*

**Key words:** soil acidity, exchange cations, mobile phosphorus and potassium, fertilizer system, typical chernozem.

## ВСТУПЛЕНИЕ

Одним из ключевых компонентов, составляющих мощный природно-ресурсный потенциал Украины, и как следствие, обеспечивающий статус аграрной страны, является разнообразный почвенный покров, в структуре которого чернозёмные почвы занимают 21,7 млн га, что составляет 66,5 % площади пахотных земель (Національна доповідь..., 2010).

На современном этапе почвогенеза чернозёмы агроценозов постоянно находятся в условиях антропогенного прессинга, что существенно корректирует параметры генетически обусловленных показателей (Носко, 2008; Тихоненко, 2010). Под воздействием хозяйственной деятельности человека формируются принципиально отличительные параметры почвенных свойств по сравнению с их целинными аналогами, особенно в верхнем слое (Мирошниченко, 2010), который подвергается максимальной нагрузке. Вступают в ход такие элементарные почвенные процессы как агротурбация, образования пахотного и подпахотного слоя, плужной подошвы, искусственно аккумулятивные процессы при внесении органических и минеральных удобрений, агротехническая дефляция почв (Тихоненко, 2012). В данной цепи антропогенных факторов длительноесистематическое применение удобрений ведет к трансформации агрохимических свойств черноземов, параметризация которых дает возможность диагностировать последствия их внесения, спрогнозировать возможные сценарии развития почвенного покрова агроландшафтов и разработать пути егорационального использования.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Результаты исследований получены в стационарном полевом опыте «Агроэкологический мониторинг», который территориально находится близь сел. Опытное Чугуевского района Харьковской области (Украина). До 1988 года земельный участок был в индивидуальном пользовании селян с низкой агротехникой без

применения удобрений. В 1989 году проведено уравнительный посев ячменя, а в 1990 году заложен остационарный опыт, почвенный покров которого представлен черноземом типичным среднегумусным легкоглинистым, сформированном на лесовых породах.

Опыт размещается на трех полях, которые последовательно входят в севооборот – каждый год одним полем. Площадь одного поля – 3,5 га, площадь одного фона (блока) в пределах поля составляет 1,04 га. Размер элементарной опытной делянки – 120 м<sup>2</sup>, повторность вариантов четырехкратная.

Для параметризации изменений агрохимических показателей почвы, в пределах опыта выбраны следующие варианты:

– на минеральной системе удобрения (поле 1, фон 1): 1. без удобрений (000), 2. внесение одинарной (111) нормы, 3. внесение двойной (222) нормы;

– на органоминеральной системе удобрения (поле 1, фон 2): 4. внесение навоза (000), объем которого составляет 270 т/га за период с 1991 по 2018 гг., 5. внесение на фоне навоза одинарной (111), 6. двойной (222) норм минеральных удобрений, которые дифференцированы по культурам зернопаро-пропашного севооборота. К примеру, под пшеницу озимую после вики-овса одинарная норма составляет N<sub>45</sub>P<sub>50</sub>K<sub>45</sub>, двойная – N<sub>90</sub>P<sub>100</sub>K<sub>90</sub>, под подсолнечник – N<sub>45</sub>P<sub>55</sub>K<sub>45</sub> и N<sub>45</sub>P<sub>110</sub>K<sub>45</sub>, под кукурузу на силос – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> и N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> соответственно. Суммарное количество питательных элементов, внесенных с минеральными удобрениями за период 1990–2018 гг. с одинарной нормой составляет N<sub>1395</sub>P<sub>1340</sub>K<sub>1170</sub>, с двойной – N<sub>2790</sub>P<sub>2680</sub>K<sub>2340</sub>. Навоз вносили под подсолнечник, свеклу сахарную и кукурузу на силос (суммарно 100 т/га за ротацию), с 2008 г. – под подсолнечник и кукурузу на силос (суммарно 70 т/га за ротацию).

Почвенные образцы отобраны с пахотного 0–30 см слоя почвы на поле 1 перед закладкой опыта в 1990 году, в конце первой ротации после многолетних трав (люцерна) в 2001 году, в конце второй ротации после сои в 2011 году и средине третьей ротации после пшеницы в 2018 году.

Содержание подвижных соединений фосфора и калия определяли методом Чирикова по ГСТУ 4115-2002, обменную кислотность (рН<sub>KCl</sub>) по ГСТУ 7910:2015, содержание обменных кальция, магния, натрия и калия по Шолленбергеру в соответствии с ГСТУ 7861:2015.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из факторов повышения продуктивности агроценозов являются удобрения, которые, как любой экзогенный фактор, могут вызывать изменения параметров почвенных показателей. Изучению вопроса эволюции черноземных почв Украины после распашки целинных и залежных земель при различной интенсивности сельскохозяйственного использования посвящены исследования академика Носко Б. С. (2006). Также, активно обобщаются результаты географической сети опытов с удобрениями (Сычев, 2014), которые выступают уникальным инструментом для ретроспективной комплексной оценки влияния систем применения удобрений на свойства почв.

В Лесостепи Украины к зональному подтипу почв относится чернозем типичный, площадь которого в структуре с/х угодий Украины составляет 7,3 млн га (Національна довідка..., 2010). Соответственно, в условиях интенсификации земледелия, на них, как на наиболее потенциально плодородные почвы региона, приходится максимальная антропогенная нагрузка.

На примере экспериментального полигона нами совершена попытка проследить качественные и количественные изменения агрохимических показателей чернозема типичного в зависимости от внедренной системы удобрения.

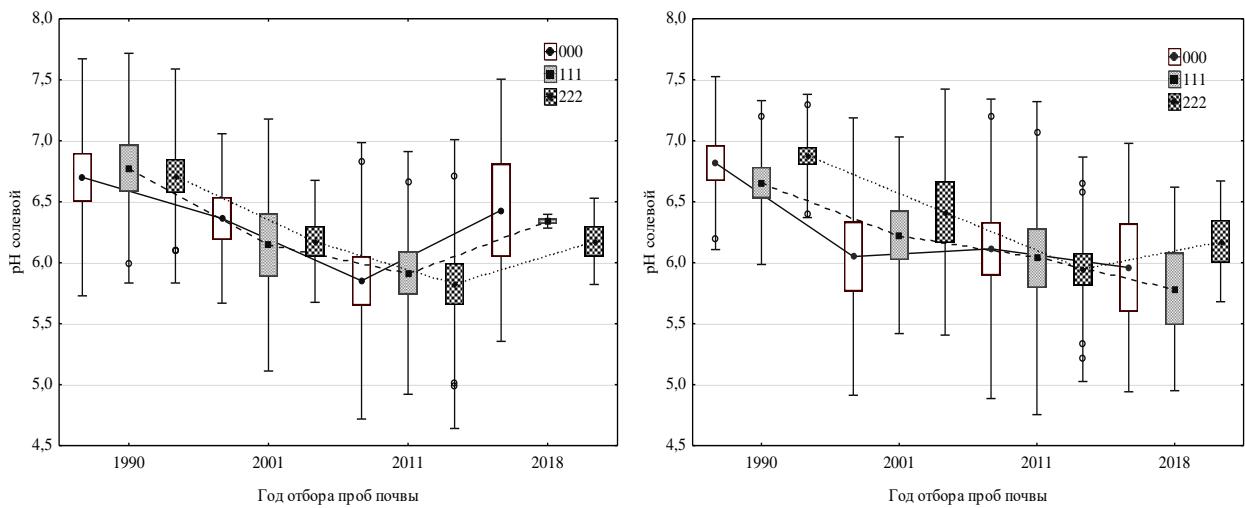
До закладки опыта чернозем типичный характеризовался нейтральным уровнем обменной кислотности (рН<sub>KCl</sub>). На будущем минеральном фоне среднее значение рН<sub>KCl</sub> было 6,6, на органо-минеральном – 6,8, при этом размах вариации значений по вариантам

в пределах одного фона составлял 0,8 единицы. Гидролитическая кислотность также соответствовала нейтральному уровню и не превышала 20,0 мг/кг почвы. Степень насыщенности основами, которая колебалась от 96,0 % до 97,2 %, характеризовалась как очень высокая. Сумма поглощенных основ составляла 464,7 мг/кг почвы на фоне 1 и 488 мг/кг почвы – на фоне 2, из которых на долю обменного кальция приходилось 90 %.

Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора ( $P_2O_5$ ) была на среднем уровне (по ГСТУ 4362). В частности, содержание  $P_2O_5$  на фоне 1 составляло 71,8 мг/кг почвы, на фоне 2 – 69,1 мг/кг почвы, при этом разница между максимальным и минимальным значением по выборке не превышала 13,0 мг/кг почвы. Содержание подвижного калия, которое соответствовало повышенной обеспеченности, на фоне 1 было 75,3 мг/кг почвы, на фоне 2 – 80,0 мг/кг почвы с изменчивостью показателя  $\pm 22,0$  мг/кг почвы.

Таким образом, при параметризации исходных почвенных показателей, подтверждено наличие латеральной неоднородности, которая заключается в закономерных изменениях свойств почвенного покрова в горизонтальном направлении в пределах небольших пространств – элементарного почвенного ареала (Медведев, 2010). В частности, в исследуемой выборке, состоящей из 76 смешанных почвенных образцов, отобранных с 76 элементарных делянок каждого фона, низкая вариация параметров характерна для подвижного фосфора, обменного кальция и обменного калия. По содержанию подвижного калия, обменного магния, обменного натрия и гидролитической кислотности коэффициент вариации данных превышает 10 %, что свидетельствует о наличии средней неоднородности исследуемых параметров.

За 28 лет систематического применения удобрений обменная кислотность чернозема типичного колебалась в пределах нейтрального и близкого к нейтральному уровнях (рисунок 1), не опускаясь ниже значений  $pH_{KCl}$  5,8. Также, учитывая природную пространственную неоднородность параметра, отмечена его временная динамика в 0,5–0,8 единицы, которая, по всей видимости, связана, кроме эдафических процессов, с гидротермическими условиями года, выращиваемой культурой и технологическими операциями ее возделывания, т.е. зависит от ряда естественных и антропогенных факторов. На фоне этого, учитывая принцип единственного отличия в исследованиях, применение удобрений не вызывало кардинальных изменений почвенной кислотности – в разрезе года определения, разница значений  $pH_{KCl}$  по вариантам опыта не превышала стандартную ошибку. Хотя, на фоне временной динамики, и можно проследить тенденцию к снижению  $pH_{KCl}$  при увеличении норм минеральных удобрений, тогда как внесение гноя способствует относительной стабилизации  $pH_{KCl}$  на уровне 6,0–6,1, а его комбинация с минеральными удобрениями не приводит к существенному снижению кислотности почвы. Гидролитическая кислотность характеризуется схожей динамикой с максимальным значением 22 мг/кг почвы. Таким образом, кислотность чернозема типичного характеризуется значительной временной динамикой с отсутствием резких изменений, которые зависят от внедренной системы удобрения.



A.

B.

Рисунок 1. Динамика обменной кислотности чернозема типичного при минеральной (А) и органоминеральной (В) системах удобрения

По состоянию на 2018 г. чернозем типичный характеризовался очень высоким содержанием обменных основов, суммакоторых колебалась от 375,4 до 422,0 мг/кг почвы, но при этом уменьшилась по сравнению с 1990 г.на 9,7–15,9 % соответственно на неудобренных делянках и при внесении двойной нормы минеральных удобрений. Степень насыщенности основами также была очень высокой – 94,5–98,3 %, хотя и произошли количественные изменения их состава. В частности уменьшилось на 8,2–24,8 % содержание обменного кальция, в среднем на 11,6 % содержание обменного магния. При этом существенно увеличилось содержание обменного калия, которое составляло 6,6–7,1 мг/кг почвы при внесении минеральных удобрений, 8,7 мг/кг почвы – при внесении гноя и 7,9–8,1 мг/кг почвы при совместном внесении гноя и минеральных удобрений (рисунок 2). Изменения содержания обменного натрия были наименьшими.

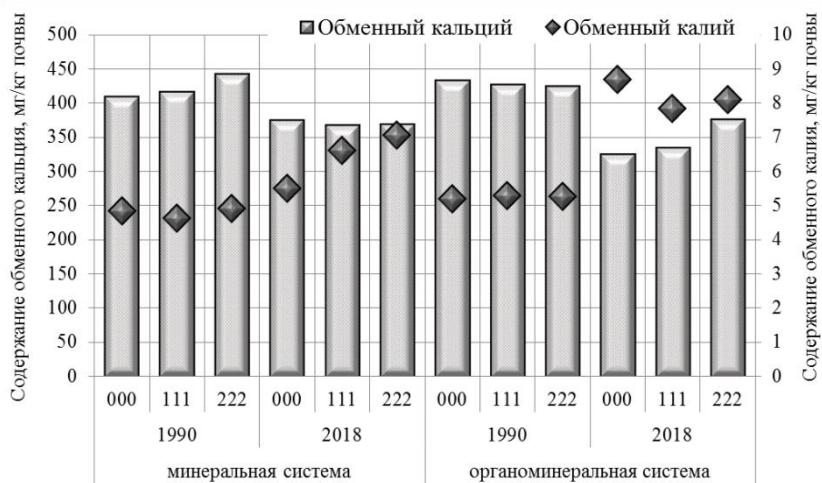


Рисунок 2. Динамика содержания обменного кальция и калия при разных системах удобрения

Длительное систематическое применение удобрений существенно корректирует питательный режим почвы. По мнению А. Христенко (2018) это единственный фактор, способный регулировать природный уровень элементов питания в такой открытой термодинамической системе как почва.

В исследованиях на черноземе типичном, на фоне некоторых годичных колебаний, установлено существенное увеличение содержания подвижного фосфора и калия, которое

фиксируется после 20-летнего внесения удобрений (рисунок 2). Так, содержание подвижных форм фосфора увеличивается при минеральной системе удобрения до 206,5 мг/кг почвы, органической – до 159,7 мг/кг почвы и органоминеральной – до 292,8 мг/кг почвы. Содержание подвижного калия возрастает при минеральной системе удобрения до 180,8 мг/кг почвы, органической – до 216,9 мг/кг почвы и органоминеральной – до 263,5 мг/кг почвы. Наведённые параметры соответствуют очень высоким уровням обеспеченности почвы подвижным фосфором и подвижным калием, что свидетельствует о формировании высоких агрофонов при длительном внесении удобрений.

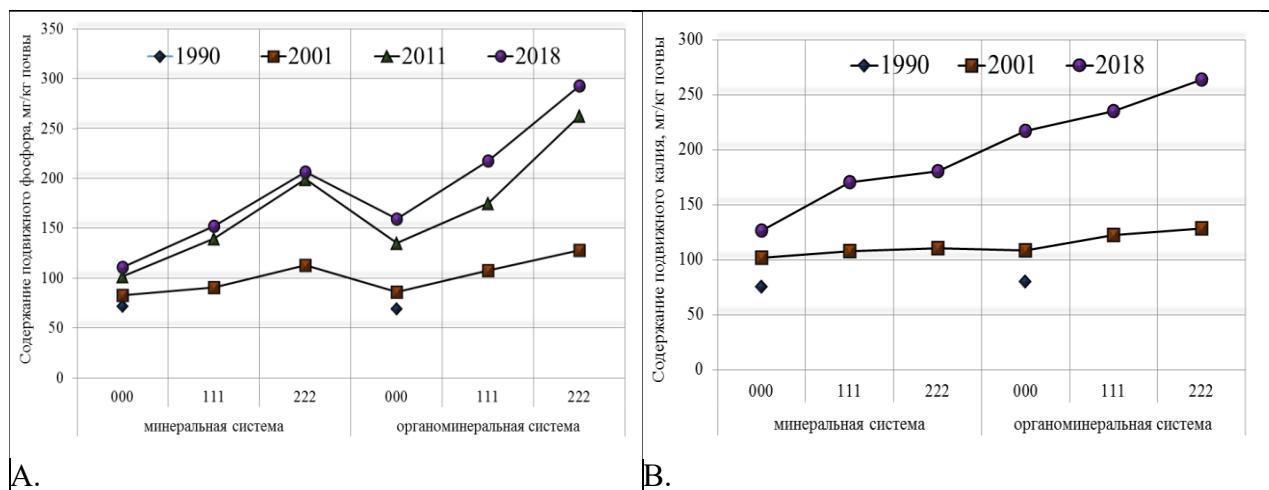


Рисунок 2. Динамика содержания подвижных форм фосфора (А) и калия (Б) в черноземе типичном при разных системах удобрения

## ВЫВОДЫ

Почва как открытая термодинамическая поликомпонентная полидисперсная гетерогенная система поддается воздействию природных и антропогенных факторов. За 28-летний период исследований выявлено, что параметры агрохимических показателей чернозёма типичного в большей степени изменяются во времени, чем от внедренной системы удобрения. В частности, не установлено резких колебаний обменной кислотности, хотя и наблюдается тенденция к снижению  $pH_{KCl}$  при увеличении норм минеральных удобрений. Степень насыщенности основами сохраняется на очень высоком уровне – 94,5–98,3%, где в структуре поглощенных основ преобладает обменный кальций – больше 325,4 мг/кг почвы, который обеспечивает высокую кислотно-основную буферность почвы.

При систематическом внесении удобрений существенно изменяется содержание обменного калия, которое повышается на 20,0–28,2 % при минеральной, 58,2 % – при органической и 42,7–47,3 % при органоминеральной системах удобрения. Увеличивается содержание подвижного фосфора до 292,8 мг/кг почвы и подвижного калия до 263,5 мг/кг почвы при органоминеральной системе удобрения, что соответствует очень высоким уровням обеспеченности. Это дает основание утверждать о формировании высоких агрофонов при длительном внесении органических и минеральных удобрений, а, соответственно, и о возможности корректировать их нормы при разработке системы удобрения.

## БІБЛІОГРАФІЯ

- ДСТУ 4362:2004. (2005).** Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Чинний з 2006-01-01. Київ: Держспоживстандарт України. 20 с.
- Мірошниченко М. М., Панасенко О. В., Соловей В. Б., Білівець І. І. (2010).** Антропогенна та природна неоднорідність агрохімічних властивостей ґрунту. В: Вісник ХНАУ. № 4, 102–106.
- Медведев В. В. (2010).** Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова. В: Грунтознавство. Т. 11, № 1–2, 6–15.
- Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. (2010)** За ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, О. Г. Тарапіко та ін. Київ. 112 с.
- Носко Б.С. (2006).** Антропогенна еволюція чорноземів. Харків: «13 типографія». 239 с.
- Носко Б.С. (2008).** Особливості антропогенної еволюції поживного режиму чорноземів. В: Вісник ХНАУ. № 1, 79–84.
- Сычев В. Г., Романенков В. А., Шевцова Л. К., Рухович О. В. (2014).** Современные направления исследований и результаты длительных полевых опытов Геосети. В: Плодородие. № 5, 2–5.
- Тихоненко Д. Г. (2010).** Агрогенне ґрунтоутворення і класифікація ґрунтів. В: Вісник ХНАУ. № 5, 5–10.
- Тихоненко Д. Г. (2012).** Еволюція і класифікація агрогенних ґрунтів України. Біологічні системи. Т. 4, Вип. 1, 96–99.
- Христенко А. А. (2019)** Теоретические и практические аспекты оценки состояния и динамики азотных, фосфатных и калийных систем почв. Харьков: ФЛП Бровин А. В. 180 с.

# INTERACTIVE EFFECTS OF RHIZOBACTERIA AND PHOSPHORUS, AND MANURE ON PHOSPHATES AVAILABILITY OF CARBONATED CHERNOZIOM UNDER LOW SOIL MOISTURE

Vladimir ROTARU

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection  
20 Padurii str., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2002, e-mail: rotaruvlad@yahoo.com

**Abstract.** Rhizosphere microorganisms play a vital role in the transformation of unavailable forms of phosphorus (P) into available forms which could be a biotechnological opportunity to attenuate P deficiency in plants. A pot experiment was conducted to determine the effects of rhizobacteria (*Bradyrhizobium japonicum*, *Pseudomonas putida*) alone and with phosphorus or cattle manure on availability of phosphates in carbonated chernoziom in rhizosphere soil of soybean plants subjected to water deficit. Surface sterilized seeds of soybean (cv Horboveanca) were sown in plastic pots containing 11 kg of carbonated chernoziom soil. Findings from the present study demonstrate that combined application of rhizobacteria strains had better potential to improve P availability under normal soil moisture. However, the concentration of mobile phosphates decreased after combined application of *B. japonicum* and *P. putida* of soybean grown on P-deficit soil and temporary drought. The integrated use of mineral fertilizer and rhizobacteria also increased available phosphates contents irrespective of soil moisture conditions. The application of these strains in conjunction with manure fertilization did not significantly affect this agrochemistry parameter in rhizosphere soil of soybean.

**Key words:** carbonated chernoziom, drought, available phosphorus, rhizobacteria, soybean.

## INTRODUCTION

Phosphorus is one of the most important macronutrients required by plants for its optimum growth and yield. Soil phosphorous (P) is found mainly in the form of insoluble phosphates (Vance et al., 2003). It is now well-established that phosphates availability in soils is a major factor limiting agricultural production in many regions. Likewise, soil P deficiency of carbonated chernoziom is considered a major constraint of crop production in the Republic of Moldova (Andries, 2011). Plants can only use small amount of P since 75–90% of added P with chemical fertilizers is precipitated by metal–cation complexes and rapidly becomes unavailable for plants. This process is pronounced particularly in carbonated soils. This nutrient plays an important role in virtually all major metabolic processes in plants including photosynthesis, energy transfer, signal transduction, macromolecular biosynthesis, nitrogen assimilation (Kang et al., 2010) and nitrogen fixation in legumes (Unkovich and Pate, 2000). Low plant-available P in field conditions has significantly reduced seedling vigor, plant height, and yield exhibits a delay in flowering (Leiser et al., 2012).

Therefore, it is necessary to improve soil available P status and to study the mechanism of soil P solubilization in relation to environmental constraints. In this regard, microorganisms have been seen as feasible eco-friendly means for P nutrition of crops. A huge number of soil microorganisms in association with crops roots participate in different processes that affect the transformation of soil P and play an essential role in solubilization of hardly soluble P-complexes into solution, making it available for its uptake by plants (Vessey, 2003; Rodriguez and Fraga, 1999). The microbial activity in soil is dependent on abiotic factors in particular soil moisture. Soil moisture is the abiotic factor, which has a key impact on growth and development of plants roots. The drought severely reduces crop yield and is a frequent occurrence in the Republic of Moldova. Several studies in arid and semi-arid regions have shown that improved phosphorus nutrition increases productivity and tolerance of crops under water-stressed conditions. In general, it has been concluded by several researchers that use of more than a single PGPR could be the better choice over a single bacterium to bring synergistic effect of nutrient mobilization, enhanced efficacy and stability when applied to crops (Wani et al., 2007).

The microsymbiont *Bradyrhizobium japonicum* is the highly efficient N fixer forming symbiotic association with soybean (Unkovich and Pate, 2000). The strain *Pseudomonas putida* is gram negative and displayed multiple plant growth promoting activities like auxin production, phosphate solubilization and tolerance to drought and salt stresses (Srivastava et al., 2012). Usually, the effects of these strains were examined on physiological and morphological changes of crops. Although, it was demonstrated that beneficial bacteria colonized the rhizosphere soil of plants, many investigations put a little attention on the agrochemical properties of soil in relation to rhizobacteria application and soil moisture. Actually, the information concerning the determination of the effects of rhizobacteria *B. japonicum* and *P. putida* alone or in conjunction with mineral fertilizer or with manure on soil P availability of carbonated chernoziom in the Republic of Moldova is missing. Therefore, to partially complete this gap, a pot experiment with the aim to assess the interactive effects of rhizobacteria (*B. japonicum* and *P. putida*) and P fertilizer or manure on contents of mobile phosphates in rhizosphere of soybean cultivated on carbonated chernoziom under temporary drought was carried out.

## MATERIALS AND METHODS

In controlled soil moisture conditions, a pot culture experiment with soybean (*Glycine max* L. cv. Horboveanca) plants were inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* (denoted as Rh) alone as reference treatment and another set of plants was inoculated with *B. japonicum* in combination with soil applied *Pseudomonas putida* (denoted as PP). The soil used in this study was a carbonated chernoziom with low P availability (1.8mg/100 g soil) and mixed with sand in order to create P insufficiency condition. These rhizobacteria treatments were tested in conjunction with plant fertilization: without P fertilization (P0), fertilized with 100 mg P/kg soil (P100) and application of cattle manure (M) at rate 20 g/kg of soil. Before inoculation, soybean seeds were surface-sterilized in 70% ethanol and then rinsed five times with sterile distilled water. Four replicate pots were used per treatment (n=4). Two levels of soil moisture were installed as normal 70% WHC (water holding capacity) and drought (35% WHC) imposed at flowering stage for 12 days. Water-stressed plants and their corresponding non-stressed controls were harvested on the 12<sup>th</sup> day of exposure to drought. After harvest, roots, nodules and leaves were weighed separately to determine fresh weight, and then placed in an oven to dry at 60°C until a constant dry weight was obtained. Mobile phosphates in rhizosphere soil were estimated using the Machigin' method (Mineev, 1989). Data were subjected to varying means of analysis and categorized using the "least significant difference" test in the Statistic program 7 at 0.05 probability level. Statistics values were presented as means ± SE of three replicates.

## RESULTS AND DISCUSSION

Beneficial bacteria of colonized roots and rhizosphere soil with multiple plant growth promoting activities could be one of the viable alternatives to chemical fertilizers, play an important role for enhancing availability and uptake of plant nutrients, and have significant role in the biofertilization of field crops (Sharma et al., 2013). In the presented study, we have selected two rhizobacteria strains namely *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas putida* based on their multiple plant growth promoting attributes and stress ameliorating abilities in host crops. The application of rhizobacteria alone or in conjunction with P and manure had different impacts on phosphates regime in rhizosphere soil. The concentrations of mobile phosphates in rhizosphere soil under rhizobacteria treatments alone or in conjunction with P supplementation or manure fertilization are shown in Figure 1A, B, C. This agrochemistry trait of rhizosphere soil was significantly higher in treatment with combined application of *B. japonicum* and *P. putida* in P-deficient soil under well-watered conditions of soybean as compared to the control (uninoculated plants).

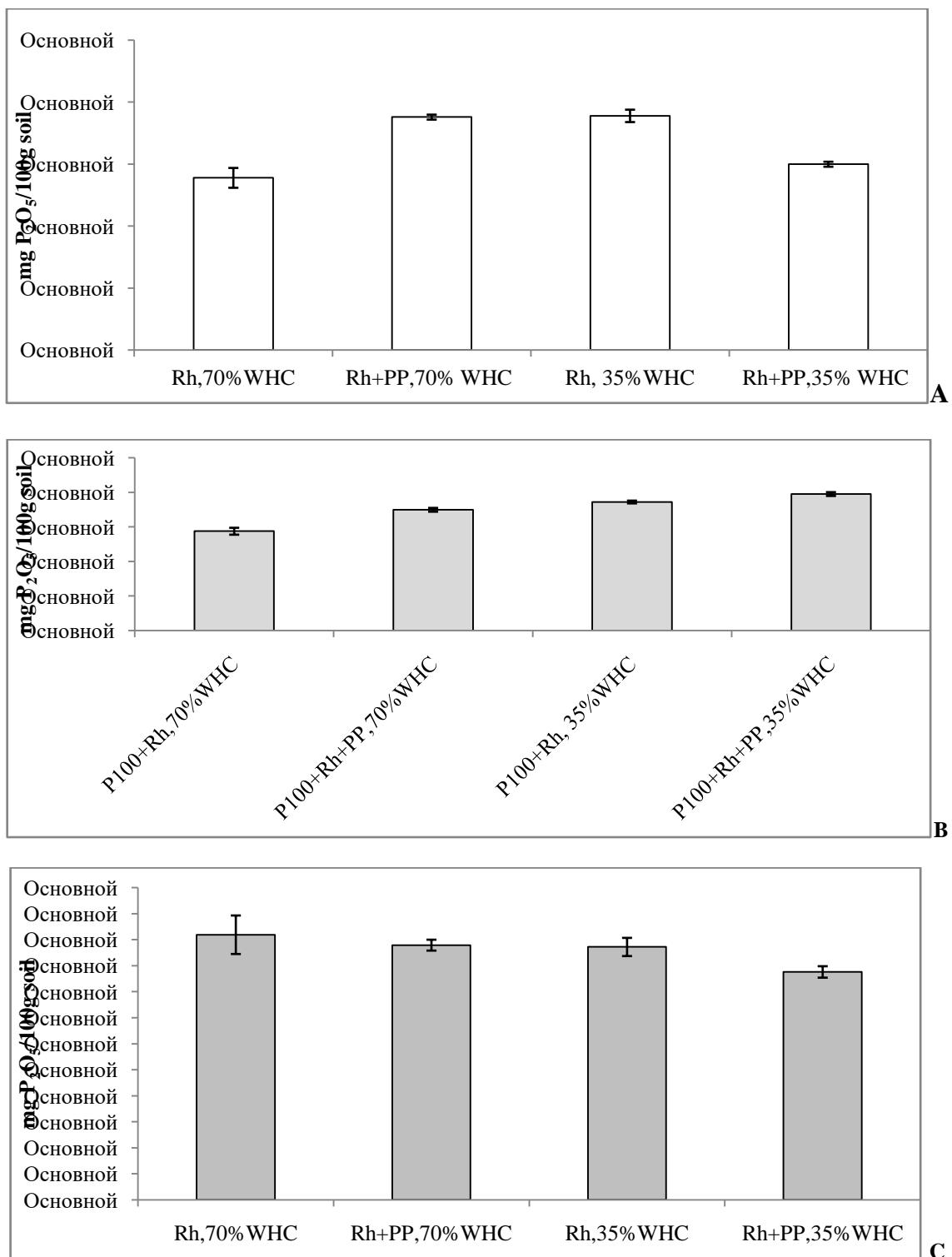


Figure 1A,B,C. Effect of *B. japonicum* (Rh) and *P. putida* (PP) on available P content in rhizosphere of unfertilized soil (A), fertilized with P (B) and manure (C) under water deficit conditions. Values are given as means  $\pm$  SE for triplicate samples. WHC - water holding capacity.

It was probably that the increase in soil available P might have resulted due to increase the microbial activities in response to inoculation with tested rhizobacteria strains which dissolved the fixed forms of soil inorganic phosphorus as well as mineralization of organic phosphorus (Naseem and Bano, 2014). In this study, the application of bacteria strains increased the phosphatases activity in rhizosphere soil (data not shown). Meanwhile, it was registered an enhancement of the available phosphates by 35,2% in soil under normal water conditions. However, experimental results revealed that the application of rhizobacteria *B. japonicum* in

combination with *P. putida* to unfertilized plants reduced the content of mobile phosphates by 26% under temporary drought. Probably, that result could be explained by higher uptake of this nutrient by plants which correlated with better development of soybean. In this experiment it was observed that combined inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas* spp was the most effective in increasing plant total N and plant P as compared to the control (data are not shown). Similarly, it was found out that phosphorus solubilization bacteria inoculation with mineral P increased the efficiency of P fertilizer and would decrease about 25% of the required P to plants (Attia et al., 2009). An increased P bioavailability in soil was also observed after the application of a *Bacillus* strain irrespectively of P supply (Ramesh et al., 2011). Likewise, the increased P mobilization by bacterial strains can occur in conjunction with decreased pH levels as found by other research (Ruelas et al., 2018).

The increase in soil available P might have resulted from the increase in microbial activities in response to inoculation with tested rhizobacteria strains which dissolved the fixed forms of soil inorganic phosphorus as well as mineralized the organic phosphorus (Naseem and Bano, 2014). In this study, the application of bacteria strains increased the phosphatases activity in rhizosphere soil (data not shown). Meanwhile, an enhancement of the available phosphates by 35,2% was registered in soil under normal water conditions. However, experimental results revealed that the application of rhizobacteria *B. japonicum* in combination with *P. putida* to unfertilized plants reduced the content of mobile phosphates by 26% under temporary drought. Probably, that result could be explained by a higher uptake of this nutrient by plants, which correlated with the better development of soybean. In this experiment it was observed that combined inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas* spp was the most effective in increasing plant total N and plant P as compared to the control (data are not shown). Similarly, it was noticed that phosphorus solubilization bacteria with mineral P increased the efficiency of P fertilizer and would decrease about 25% of the required P to plants (Attia et al., 2009). An increased P bioavailability in soil was also observed after the application of a *Bacillus* strain irrespective of P supply (Ramesh et al., 2011). Likewise, the increased P mobilization by bacterial strains can occur in conjunction with decreased pH levels as found by other research (Ruelas et al., 2018).

As we expected, the mineral P supplementation (100mg P/kg soil) provided the best soil phosphates regime. This trend was observed under both soil moisture levels (Figure 1B) compared to control treatment. Hence, these results clearly confirmed the fact that the carbonated chernoziom used in our experiment has low P content. It is necessary to note that combined administration of these rhizobacteria strains in conjunction with chemical fertilizer (Figure 1B) increased the concentration of mobile phosphates in rhizosphere soil of soybean by 21,6% under normal soil moisture (70% WHC) compared to treatment with *B. japonicum* alone. Also, the synergistic effect of mineral phosphorus and rhizobacteria on phosphate regime was observed under temporary drought. This fact might indicate its potential to mobilize P from less available organic and inorganic P compounds even under water deficit conditions.

The analyses of experimental data of organic fertilization treatments revealed an increase of soil P availability during the whole investigation period compared to unfertilized soil (Figure 1C). Therefore, the manure application had the strongest impact and increased the available P concentration in the soil compared to the control (unfertilized soil, Figure 1A). However, results of this study established that use of rhizobacteria in conjunction with organic fertilizer diminished the contents of mobile phosphates by 10,9% under water deficit conditions compared to treatment with manure alone. Nevertheless, there were not any changes in phosphates availability due to their application to plants grown under not water-stress conditions. Yu et al. (2011) also reported similar findings after inoculating *Pseudomonas chlororaphis* and *Bacillus megaterium*. It is necessary to mention that the combined use of these strains resulted in higher soil acid phosphatase activities as compared to uninoculated control under normal and drought conditions (data are not presented). Results of our experiment showed that applying mineral phosphorous or inoculating plants with a consortium of both bacteria strains had positive and

significant effects in raising yield of soybean compared with the control. Compared to individual strains, consortium inoculation has higher efficiency as compared to uninoculated control and with treatment of *B. japonicum* alone of soybean cultivated on carbonated chernoziom. Therefore, in the development and implementation of sustainable agriculture, the integrated use of rhizobacteria and fertilizers could play an important role in improving soil fertility and in alleviating environmental pollution. Furthermore, field evaluation is necessary to confirm available phosphates status on other kinds of chernoziom soils and their potential to increase P uptake by soybean plants.

## CONCLUSIONS

This research demonstrates the beneficial effects of integrated use of rhizobacteria *Bradyrhizobium japonicum* and *Pseudomonas putida* alone or in conjunction with mineral phosphoric fertilizer on soil fertility, maintaining available phosphates at a better level and partially attenuate P deficiency in carbonated chernoziom. The experimental results are expected to popularize the synergistic use of rhizobacteria and mineral and organic fertilizers, especially in the agricultural areas suffering from long-term P deficiency.

## REFERENCES

- Andries S. (2011).** Regimul fosforului în solurile Moldovei și eficacitatea îngrășămintelor cu fosfor. Materialele conferinței științifice internaționale “Creșterea impactului cercetării și dezvoltării capacitatii de inovare”. Conferință științifică cu participare internațională consacrată aniversării a 65-a USM. Chisinau USM, 21-22 septembrie 2011, V. 1, 193-196.
- Attia M., Ahmed M.A., EL-Sonbaty M.R. (2009).** Use of biotechnologies to increase growth, productivity and fruit of Maghrabi Banana under different rates of phosphorus. W.J.Agric. Sci., 5(2), 211-220.
- Naseem H., Bano A. (2014).** Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their exopolysaccharide in drought tolerance of maize. J. Plant Interact. 9, 689-701.
- Kang B.G., Kim W.T., Yun H.S., Chang S.C. (2010).** Use of plant growth-promoting rhizobacteria to control stress responses of plant roots. Plant Biotechnology Reports, 4(3), 179-183.
- Leiser W.L. et al., (2012).** Selection strategy for sorghum targeting phosphorus-limited environments in West Africa: Analysis of multi-environment experiments. Crop Sci. 52, 2517–2527.
- Mineev V.G. (1989).** Handbook of Agrochemistry. M., 320p.
- Ramesh A., Sushil K., Sharma O., Joshi P., Khan I. R. (2011).** Phytase, phosphatase activity and P-nutrition of soybean as influenced by inoculation of *Bacillus*. Indian J. Microbiol., 2011, 51(1), 94–99.
- Rodríguez H., Fraga R. (1999).** Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol Adv. 17, 31–339.
- Ruelas, J.D.R.I., Á.R. Olivas, F. Núñez-Ramírez, J.F. Velázquez and F.V. Guerrero, 2018.** Effect of phosphorus rates and *Bacillus subtilis* on growth, dry matter production and yield of common bean in Sinaloa, Mexico. Int. J. Agric. Biol., 20, 1818–1824.
- Sharma S.B., Sayyed R.Z., Trivedi M.H., Gobit T.A. (2013).** Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorous deficiency in soils. Springerplus, 2, 587–601.
- Srivastava S., Chaudhry V., Mishra A., Chauhan P.S., Rehman A., Yadav A., Tuteja N., Stajkovic O., D. Delic, D. Josic, D. Kuzmanovic, N. Rasulic K.J. Vukcevic (2011).** Improvement of common bean growth by coinoculation with Rhizobium and plant growth-promoting bacteria. Rom. Biotechnol. Lett., 16, 5919–5926.
- Unkovich M.J., Pate J.S. (2000).** An Appraisal of Recent Field Measurements of Symbiotic N<sub>2</sub> Fixation by Annual Legumes. Field Crop Res., 65, 211-228.
- Vance C.P., Uhde-Stone C., Allan D.L. (2003).** Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist, 157, 423–447.
- Vessey J.K. (2003).** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255, 133-141.
- Wani P.A., Khan M.S., Zaidi A. (2007).** Co-inoculation of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria to promote growth, yield and nutrient uptake in chickpea. Acta Agron. Hung., 55, 315–323.
- Yu X., Ai C., Xin L., Zhou G. (2011).** The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on fusarium wilt and promotes the growth of pepper. Eur. J. Soil Biol., 47, 138-145.

# **REZULTATELE EXPERIMENTĂRII UNOR PROCEDEE ACCESIBILE DE VALORIZARE A PAIELOR CA ÎNGRĂŞAMÂNT PE SOL CERNOZIOMIC**

**Alexandru RUSU, Ludmila BULAT**

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”  
str. Ialoveni 100, Chișinău, Republica Moldova, MD-2070.  
E-mail: [rusuap@gmail.com](mailto:rusuap@gmail.com); [bulatludmila@mail.ru](mailto:bulatludmila@mail.ru)

**Abstract.** The article demonstrates the possibility of applying straws on chernozemuc soils without filling them with nitrogen. Applied in this way, 4 t/ha iua straw reduced the mineralization of the soil humus by about 350 kg/t and provided a specific production increase of 65 to 131 kg/t cereal units. When combining straws with nitrogen-containing fertilizers, the yield increased by 5 - 12 times, and the profit - by 7 - 20 times. A synergy phenomenon has been established since the combined incorporation of straws with chemical fertilizers manifested by the spectacular growth of the crops.

**Keywords:** common chernozem, straw, nitrogen, synergism, harvest

## **INTRODUCERE**

De la reforma agrară începută în anii "90 ai secolului trecut, în Republica Moldova se observă în timp un proces de separare tot mai distanțat între principalele componente ale agriculturii – fitotehnie și zootehnie. Și dacă din punct de vedere tehnologic acest fenomen pare convenabil. Dat fiind că, producerea devine mai specializată, mai comodă și mai simplă de organizat. Dar aceste forme de producere ignoră și afectează circuitul normal al materiei și elementelor din natură. Astfel, agricultura este cu atât mai durabilă cu cât deviază mai puțin ciclul biogeochimic existent al elementelor.

Separarea dintre fitotehnie și zootehnie afectează grav circuitul biologic prin excluderea din acesta a unor enorme mase de carbon și elemente biofile, care sunt acumulate continuu sub formă de deșeuri greu de reciclat. Gospodăriile cu ambele profiluri de producere sunt mai adaptate, imită mai perfect circuitul biologic existent în natură. Aici se acumulează mai puține deșeuri, dat fiind că, materialele reziduale dintr-un domeniu se folosesc în celălalt ca materie primă sau sursă de intensificare a producției. În gospodăriile specializate doar în creșterea plantelor, paiele, producția nevandabilă rămâne ca deșeu ce trebuie lichidat. Iar în cele unde există și sector de creștere a animalelor, paiele se vor utiliza ca furaj și așternut. În plus, gunoiul de grăjd acumulat în zootehnie se va folosi la regenerarea fertilității solurilor din fitotehnie. Ambele domenii formează, ca și cum, o simbioză, o unire strânsă reciproc avantajoasă.

Or, când fitotehnia este separată de zootehnie, suferă ambele domenii, dar în primul rând fitotehnia, prin diminuarea treptată a fertilității solului și, respectiv, a producției vegetale. În acest caz, elementele extrase de plante din sol nu se reîntorc integral. Cea mai mare parte din aceste elemente sunt îngrămadite în deșeuri, provocând un impact poluant asupra mediului. În această situație, când și producția vegetală secundară ca unic mijloc de îmbunătățire a fertilității nu se folosește, s-a testat posibilitatea folosirii în acest sens a surplusurilor de paie. Se știe că printre agricultori și cercetătorii din domeniu deseori se expune părerea că paiele spicoaselor au un efect fertilizator minor. Pe acest motiv adesea și în multe din sole se nimicesc prin ardere. Ne-am propus să revizuim această opinie și să cercetăm mai detaliat influența fertilizatoare a paiei. Mai cu seamă că în gospodăriile fitotehnice, în afară de resturi vegetale și producție secundară, alte surse de completare a fertilității solurilor nu există.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Experiența de câmp a fost fondată în anul 2009 la Stațiunea Experimentală pentru Combaterea Eroziunii Solului din satul Ursoaia raionul Cahul a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”. Cercetarea s-a realizat pe o solă cu culturi de

câmp amplasată pe cernoziom obişnuit slab erodat luto-argilos. Rotația culturilor: porumb boabe,- orz de toamnă,- floarea-soarelui sau mazăre – grâu sau orz de toamnă. În experiență s-au testat paie de la culturi spicoase aplicate o dată la patru ani separat (fără alte îngășăminte), cu îngășăminte chimice, cu îngășăminte verzi și cu gunoi de ovine (tab. 1). Paiele netocate și îngășămintele raportate la suprafața parcelelor de 120 m<sup>2</sup>, se cântăreau și se distribuiau manual o dată pentru patru ani, încorporându-se în stratul superior de sol prin trei treceri cu grapa cu discuri. S-au realizat trei suprapuneri de paie și îngășăminte, în anii 2009, 2013 și 2017.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Ca și în toate solurile arate, în perioada de experimentare s-a confirmat foarte evident fenomenul de pierdere în timp a humusului. În nouă ani în stratul arat al variantei Martor concentrația carbonului organic s-a redus de la 1,71 % în anul 2009 la 1,56 % în anul 2018 (tab.1). Diferența dintre aceste două caracteristici constituie 0,15% C de la masa solului, ceea ce în mărime fizică corespunde valorii de 3758 kg C/ha. Rezultă că anual în condițiile menționate s-a mineralizat câte 418 kg/ha de carbon humificat (3758 kg/9 ani). Acest parametru corespunde, în linii generale, calculelor publicate (Programul complex..., 2004; Ghinea et al., 2007).

Tabelul 1. Conținutul și bilanțul materiei organice în stratul 0-20 cm de sol, anii 2010-2018

Varianta experienței	Conținutul de materie organică în sol, % carbon		Kg/ha carbon		Din materia încorporată s-a humificat în 10 ani, %	
	în anul 2009	în anul 2018	S-a Incorporat cu îngășămintele	Bilanțul materiei humificate		
			în 9 ani	în medie pe an		
1. Martor	1,71	1,56	0	-3758	-418	0
2. Paie 4 t/ha	1,62	1,56	4804	-1253	-139	0
3. Paie 4 t/ha + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	1,56	1,64	4804	1949	217	70
4. Paie 8 t/ha + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	1,52	1,59	9608	1670	186	30
5. Paie 8 t/ha	1,54	1,59	9608	1114	124	20
6. N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	1,54	1,53	0	-278	-31	0
7. N <sub>170</sub> P <sub>180</sub>	1,49	1,10	0	1369	152	0
8. Paie 4 t/ha + N <sub>143</sub> P <sub>171</sub>	1,48	1,60	4804	2923	325	100
9. Paie 4 t/ha + gunoi ovine 17 t/ha	1,53	1,64	10463	2645	294	44
10. Gunoi ovine 20 t/ha	1,59	1,56	6820	1764	196	44
DL 0,5%	0,02	0,03	–	418	46	–
Sx, %	2,24	1,72	–	1,72	1,72	–

În solul variantei nr. 2, tratată în trei cicluri cu câte 4 t/ha paie, conținutul de humus s-a redus față de cel inițial, numai că într-o măsură de 2,5 ori mai redusă decât la Martor [(1,71-1,56)/(1,62-1,56)]. Exprimate în mărimi fizice, în nouă ani la varianta de referință s-a mineralizat 3758 kg/ha carbon humificat din stratul de sol 0-20 cm, iar la varianta nr. 2, Paie 4 t/ha, – 1253 kg/ha. Prin urmare, diferența de 2505 kg/ha carbon (3758-1253) este cantitatea de humus formată din paie sau, poate mai bine zis, protejată de pierderi prin intermediul pailor aplicate. O tonă paie a păstrat de la mineralizare 208 kg carbon (2505/12).

Mai mult ca atât, în solul variantei nr. 5, fertilizat cu 8 t/ha paie, conținutul de materie organică humificată s-a majorat cu circa 1114 kg/ha în perioada de raportare. și dacă urmăram aceeași logică de calcul, apoi la acest spor de carbon humificat trebuie adăugat și cel mineralizat la Martor. Deci, la varianta tratată cu 8 t/ha paie s-a sechestrat și menținut în circuitul biologic în total 4872 kg/ha carbon (1114+3758). Prin urmare, o tonă de paie aplicată aici a contribuit la

păstrarea de la mineralizare și sporirea rezervei de materie humificată cu 203 kg carbon (4872/24).

Prin rezultatele expuse se demonstrează fenomenul că, paiele nefermentate încorporate singure, fără alte îngrășăminte, au contribuit la generarea humusului sau, cel puțin, la protejarea de pierderi a celui existent în sol. Economisirea și protejarea humusului din sol la variantele tratate cu paie se petrece, probabil, prin faptul că microflora de aici mai ușor folosește paiele ca sursă nutritivă și energetică, decât humusul din sol. Parametrii de generare anuală a humusului de la 1 tonă paie aplicată separat a fost de 62 kg/an [(648 kg - 216 kg)/12t\*1,724] la varianta nr. 2 și de 33 kg/an humus la varianta nr. 5 [(648 - 192) / 24 t \* 1,724].

În experiență s-a confirmat fenomenul de intensificare a humificării pailor la combinarea lor cu îngrășăminte chimice sau organice. La varianta Paie 4 t/ha + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub> sporul mediu anual de materie organică humificată, comparativ cu conținutul inițial din anul 2009, a constituit 336 kg C/ha. În solul variantei Paie 8 t/ha + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub> creșterea humusului a fost mai modestă - de 288 kg C/ha. Aici paie s-au încorporat mai multe, dar gradul lor de humificare s-a manifestat mai slab. Posibil pe motivul că pentru enorma masă de paie nu a fost suficient azot. Dat fiindcă, la varianta nr. 8, Paie 4 t + N<sub>143</sub>P<sub>171</sub> sporul mediu anual al materiei humificate a fost de 504 kg C/ha. Deci, s-a atestat o legătură corelativă pozitivă între sporul de materie humificată din paie și doza de îngrășăminte chimice alăturată. La varianta nr. 8, Paie 4 t + N<sub>143</sub>P<sub>171</sub>, sporul anual de humus a fost cu 290 kg mai mare [(504-336)\*1,724], decât la varianta nr. 2, Paie 4 t/ha + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>. Deci, pentru o deplină și intensă humificare a pailor ele trebuie completate cu suficient azot.

Întrucât, sporul de humus se putea forma numai din materia organică încorporată în sol, s-a calculat cota humificării ei în perioada experimentată. Aici ne-a surprins ponderea foarte mare a materiei organice humificate. Din literatură se știe că în condiții naturale, obișnuite din materia organică ajunsă în sol se poate humifica cel mult 30 la sută (Загорча, 1983; Жуков, Попов, 1988; Кравченко, Куприченков, 2012). Dar sunt surse, de nivelul manualelor și indicațiilor metodice, care afirmă că coeficientul de humificare a pailor poate lua valori de 60-67% (Методические..., 1986; Lixandru et al., 1990). Așadar, când paiele încorporate în sol sunt asigurate armonios cu azot și celelalte elemente biofile cota de humificare a substanțelor organice din paie poate fi foarte mare.

Este cunoscut că roada, producția vegetală este nu numai scopul final al activităților agricole, dar servește și ca indicator integrant al fertilității solului. Fenomenele descrise despre influența benefică a pailor, dar mai cu seamă a aplicării lor asociate cu alte îngrășăminte asupra humusului și altor proprietăți din solul cernoziomic, s-au reflectat similar și asupra recoltelor de plante cultivate. Din măsurările și calculele efectuate pe parcursul anilor de experimentare, s-a stabilit că paiele aplicate separat atât în doza de 4 t/ha, cât și în doza de 8 t/ha n-au influențat negativ recoltele plantelor cultivate, după cum se menționează de mulți autori (Васильев, Филиппова, 1988; Lixandru et al., 1990; Ștefanic, Săndoiu, Gheorghita, 2006).

În experiența noastră fenomenul a decurs invers. Într-o măsură statistic nesemnificativă, dar paiele aplicate separat au avut o acțiune de sporire a producției vegetale. Sporul de producție rentabilă la varianta nr. 2, Paie 4 t/ha, a fost de 783 kg, iar la varianta nr. 5, Paie 8 t/ha, - de 3141 kg/ha unități cereale (tab. 2). La varianta nr. 2 o tonă de paie s-a recuperat cu 65 kg unități cereale (783 kg/12 t) iar la varianta nr. 5 acest normativ a constituit 131 kg unități cereale de la 1 tonă paie (3141 kg/24t).

Totodată menționăm că, pe parcursul tuturor anilor de experimentare la variantele indicate s-a confirmat o tendință statistic neasigurată de reducere a conținutului de azot mineral în stratul 0-20 cm de sol. După valorile concentrației azotului mineral în solul acestor variante s-a observat o legătură invers proporțională între acesta și dozele de paie aplicate. La varianta tratată cu 4 t/ha paie reducerea medie anuală a azotului mineral, față de varianta de referință, în stratul 0-20 cm sol a fost de 3,6 kg/ha, iar la varianta cu 8 t/ha paie reducerea a fost de 5,0 kg N/ha. Normativul mediu anual specific de diminuare a azotului mineral din stratul 0-20 cm sol de la 1 tonă paie a constituit 0,45 kg N/t paie în cazul aplicării a 4 t/ha paie și de 0,31 kg N/t paie în cazul încorporării acestora în doza de 8 t/ha.

În acest context se cere menționat și faptul că la varianta nr. 6, N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>, unde acestea s-au aplicat o dată la patru ani, s-a format un spor total pe nouă ani de 2250 kg/ha unități cereale, la fel fără siguranță statistică. La compararea acestei mărimi, cu cele de la variantele unde îngrășămintele chimice au fost aplicate împreună cu paie, s-a constatat că în combinare ele formează sporuri sinergice de producție. Adică, sporuri de producție formate nu din masa, doza, îngrășămintelor dar din asocierea și interacțiunea lor. Sporurile sinergice la obiectivele urmărite sunt întotdeauna binevenite, prin ridicarea rentabilității procedeelor aplicate și nesolicitarea de cheltuieli adăugătoare. La varianta nr. 3, Paie 4 t + N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>, sporul total a constituit 3672 kg/ha unități cereale. Iar de la variantele nr. 2 și nr. 6, unde aceste două tipuri de îngrășăminte s-au aplicat separat, sporul însumat a alcătuit 3033 kg/ha unități cereale (783+2250), sau cu 639 kg mai puțin, decât de la folosirea combinată a îngrășămintelor. Deci, sporul sinergic al variantei nr. 3 a constituit 639 kg/ha unități cereale, sau 17 la sută din sporul total obținut (639\*100/3672).

Tabelul 2. Influența diverselor procedee de fertilizare cu paie asupra productivității plantelor de câmp pe nouă ani, 2010-2018, kg/ha unități cereale

Varianta experienței	Producție vandabilă	Spor de producție	Spor sinergic de producție	Spor specific, kg unități cereale	
				pe 1 tonă îngrășământ organic	pe 1 kg îngrășământ chimic
1. Martor	32139	—	—	—	—
2. Paie 4 t/ha	32922	783	—	65	—
3. Paie 4 t/ha + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	35811	3672	17	306	31
4. Paie 8 t/ha + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	38061	5922	10	247	49
5. Paie 8 t/ha	35280	3141	—	131	—
6. N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	34389	2250	—	—	19
7. N <sub>170</sub> P <sub>180</sub>	36126	3987	—	—	4
8. Paie 4 t/ha + N <sub>143</sub> P <sub>171</sub>	40446	8307	63	692	9
9. Paie 4 t + gunoi ovine 16 t/ha	41517	9378	—	156	—
10. Gunoi ovine 20 t/ha	41067	8928	—	149	—
DL <sub>05</sub> , kg	3546	3546	—	—	—
Sx, %	10,9	10,9	—	—	—

La varianta nr. 5, Paie 8 t/ha, s-a format un adaos total de producție de 3141 kg, la varianta nr. 6, N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>, - de 2250 kg și la varianta nr. 4, unde aceste două îngrășăminte s-au îmbinat, sporul a constituit 5992 kg/ha unități cereale. Suma sporurilor de la variantele nr. 5 și nr. 6, unde îngrășămintele s-au încorporat separat, a alcătuit 5391 kg/ha (3141+2250). Deci, sporul sinergic de la influența reciprocă a 8 t/ha paie cu N<sub>20</sub>P<sub>20</sub> a constituit 601 kg/ha unități cereale (5992-5391), sau 10 la sută din sporul total format la această variantă (601\*100:5992).

Sporul sinergic de recoltă adunat și la combinarea pailor cu doze înalte de îngrășăminte chimice. La varianta nr. 8, Paie 4 t/ha + N<sub>140</sub>P<sub>175</sub>, s-a format un spor total de 8307 kg/ha unități cereale. La variantele nr. 2 și nr. 7, cu aplicarea separată a acestor îngrășăminte, sporurile adunate au constituit 783 kg și, respectiv, 2250 kg/ha unități cereale. Sporul sinergic de recoltă la varianta Paie 4 t/ha + N<sub>140</sub>P<sub>175</sub> a alcătuit 5274 kg/ha unități cereale (8307-783-2250), ori 63 la sută de la cel total (5274\*100/8307). Aceasta a fost și cel mai mare spor sinergic de producție din experiență. Prin acest rezultat se demonstrează fără ezitare că nu doar pailor au nevoie de

îngrășăminte chimice pentru obținerea unui randament maximal, dar și îngrășămintele chimice au nevoie de paie în realizarea acestui obiectiv.

În cadrul studiului s-au examinat și alți indicatori esențiali ai fertilității solului, pe care îi vom analiza doar din punct de vedere a eficacității economice și a normativelor de modificare a acestora sub acțiunea diverselor procedee de aplicare a paiei (tab 3). Paiele au acționat solubilizator asupra fosforului și potasiului din sol și îngrășămintele aplicate, majorând conținutul de fosfor cu 15 kg, iar cel de potasiu cu 24 kg/ha. Aceste creșteri, se pare că, n-au fost atât de mari. Dar, luând în calcul că merge vorba despre elemente primare, care sunt cele mai deficitare în agricultură, fenomenul trebuie apreciat pozitiv. Mai cu seamă că în valoare bănească aceste creșteri se apreciază la 300 lei și, respectiv, 192 lei/ha.

Paiele au contribuit la structurarea solului și la așezarea lui mai afânată. Față de martor, s-a majorat conținutul elementelor structurale hidrostabile în medie cu 4 la sută. Iar coeficientul de structurare al elementelor hidrostabile s-a majorat de la 0,72 la varianta Martor până la 0,78 - 0,84 la variantele amendate cu paie. Densitatea aparentă s-a redus cu 0,03 – 0,04 g/cm<sup>3</sup>. Prin alte cuvinte, fiecare metru cub de sol tratat cu paie a devenit mai ușor cu 30 – 40 kg. La rândul lor, modificările descrise au majorat infiltrarea și înmagazinarea apei în sol.

Tabelul 3. Eficacitatea totală pe nouă ani (2010-2018) a valorificării surplusurilor de paie ca îngrășământ și amendament la nivelul prețurilor anului 2018

Specificarea indicatorilor totali raportați la 1 hectar	Paie 4 t/ha, fără alte îngrășă minte	Paie 4 t/ha + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	Paie 4 t/ha + gunoi ovine 16 t/ha	Paie 4 t/ha + îngrășă minte verzi 14-20 t/ha
1. Sporul de humus în stratul 0-20 cm, kg	240	1200	3600	3600
2. Valoarea bănească a sporului de humus (r.1 x 3,5 lei/kg humus), lei	840	4200	12600	12600
3. Sporul fosforului accesibil în stratul 0-20 cm de la acțiunea paiei, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	15	48	17
4. Valoarea bănească a sporului de fosfor (r.3 x 20 lei/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), lei	60	300	960	340
5. Sporul de potasiu accesibil din stratul 0-20 cm de la acțiunea paiei, kg K <sub>2</sub> O	11	24	137	48
6. Valoarea bănească a sporului de potasiu (r.5 x 8 lei/kg K <sub>2</sub> O), lei	88	192	1096	384
7. Reducerea consumului mediu anual de apă din sol, litri/kg producție principală	94	180	180	240
8. Volumul total de apă economisită (r.7*9 ani), m <sup>3</sup> /ha	662	5949	15192	21384
9. Valoarea bănească a apei economisite (r.8 x 3 lei/m <sup>3</sup> ), lei	1986	17847	45576	64152
10. Sporul total de recoltă, kg unități cereale	783	3672	9378	9900
11. Valoarea bănească a sporului de recoltă (r.10 x 3 lei/kg), lei	2349	11016	28134	29700
12. Valoarea bănească însumată (r.2 + r.4 + r.6 + r.9 + r.11), lei	5323	33555	88366	107176
13. Cheltuieli totale pentru aplicarea procedeelor, lei	840	3240	16800	17800
14. Venitul net (r.11 - r.12), lei	4483	30315	71566	89376
15. Recuperarea unui leu cheltuit (r.14 / r.13), lei	5,34	9,36	4,26	5,02
15. Rentabilitatea cheltuielilor (r.13 / r.14 x 100), %	534	936	426	502

La variantele amendate cu paie s-a redus cu circa 20 la sută coeficientul de valorificare a apei. Or, această reducere demonstrează creșterea randamentului de folosire a apei la formarea unității de producție vegetală. Astfel, majorându-se rezistența plantelor la secetă. În comparație cu varianta Martor, la varianta tratată exclusiv cu 4 t/ha paie consumul de apă pentru sinteza unui kilogram de producție principală s-a redus cu 94 litri. Chiar dacă n-ar fi alte avantaje de la încorporarea pailor ca amendament, numai pentru reducerea consumului de apă la formarea recoltelor face de folosit paiele pentru îmbunătățirea solului. Prin acest procedeu simplu de fertilizare doar cu paie, la nivelul unor recolte medii de 3000 kg/ha grâu convențional se va putea economisi circa 280 m<sup>3</sup>/ha apă din rezervele solului (94\*3000). La varianta unde paiele s-au completat cu N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>, consumul de apă de către plante s-a micșorat cu 180 litri/kg unități cereale. Ca și la îmbunătățirea indicatorilor agrochimici, la ameliorarea celor agrofizici o influență agronomic mai evidentă și economic mai avantajoasă au manifestat procedeele unde paiele s-au combinat cu îngrășăminte chimice sau organice.

## CONCLUZII

1. În experiență s-a confirmat posibilitatea aplicării pailor pe soluri cernoziomice fără completarea lor cu azot. S-a demonstrat că paiele încorporează separat, fără alte îngrășăminte, au redus mineralizarea humusului din sol cu circa 350 kg/t și au asigurat un spor specific de producție vandabilă de 65 – 131 kg/t unități cereale.

2. Comparativ cu aplicarea separată a pailor ca amendament și îngrășământ, la combinarea lor cu alte îngrășăminte ce conțin azot, sporul de recoltă a crescut de 5 – 12 ori, iar profitul – de 7 – 20 ori. S-a demonstrat sugestiv că nu doar paiele au nevoie de îngrășăminte chimice pentru obținerea unui randament maximal, dar și îngrășămintele chimice au nevoie de paie în realizarea acestui obiectiv. În plus, s-a stabilit un fenomen de sinergism de la încorporarea combinată a pailor cu îngrășăminte chimice manifestat prin creșterea spectaculoasă a recoltelor.

## REFERINȚE

GHEMEA, Lucian et al. (2007). *Cercetări în domeniul chimiei și biologiei solului*. În: An. I.N.C.D.A. Fundulea, vol. LXXV, volum jubiliar, p. 405-415. [accesat 2019-08-15]. Disponibil: <http://www.incda-fundulea.ro/anale/75/75.22.pdf>

LIXANDRU, Gh. et al. *Agrochimie*. București: Editura didactică și pedagogică, 1990, pp. 324, 279.

*Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor*. Partea a doua. (2004). Chișinău: IPAPS Dimo, p. 9. ISBN 9975-927-97-1.

ЖУКОВ, А.И., ПОПОВ, П.Д. (1988). Регулирование баланса гумуса в почве. Москва: Росагропромиздат, с. 13. ISBN 5-260-00226-1. [accesat 2019-08-15]. Disponibil: <http://worm-faq.ru/index.php/2011-01-18-05-06-29/8-2011-03-09-12-42-07>

ЗАГОРЧА, К.Л. Роль системы удобрений в регулирование органического вещества и азота в почве и в повышении продуктивности карбонатного чернозёма. В: Система удобрений и продуктивность сельскохозяйственных культур. Сборник научных трудов. Кишинёв: КСХИ Фрунзе, 1983, с. 6-11.

КРАВЧЕНКО, Р.В., КУПРИЧЕНКОВ, М.Т. (2012). *Растительные остатки и плодородие почв*. В: Научный журнал КубГАУ, № 79(05). [accesat 2019-08-15]. Disponibil: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/45.pdf> 9

ȘTEFANIC, Gh., SĂNDOIU, D., GHEORGHIȚĂ, Niculina. *Biologia solurilor agricole*. București: Evlisavoros, 2006, p. 84. ISBN 973-8400-26-0.

БАСИЛЬЕВ, В.А., ФИЛИППОВА, Н.В. *Справочник по органическим удобрениям*. Второе издание. Москва: Росагропромиздат, 1988. с. 244. ISBN 5-260-00453-1.

*Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 1.* (1986). Москва: ВИУА, с. 98.

# INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND MULCH ON THE SOIL, MAIZE AND SOYBEAN PRODUCTION

Teodor RUSU\*, Ileana BOGDAN, Paula Ioana MORARU, Adrian Ioan POP

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania.

\*Corresponding author, e-mail: trusu@usamvcluj.ro

**Abstract.** Drought affects each year increasing surfaces of agricultural crops, with serious effects in the case of row crops. A conservative soil tillage system must target especially the growth of resistance to drought by: maximizing the soil volume used for the crop, increasing the capacity of retaining water in the soil, sustained by optimizing the content of organic matter, accumulating rainfall during the cold season, minimizing losses by evaporation before and during vegetation. In order to fulfill these objectives, the reduced work of the soil and maintaining vegetal debris at the soil surface (with a mulch role) are decisive. To know the impact the soil tillage system and graduation of quantity of vegetal debris have upon the characteristics of soil (especially humidity and bulk density) as well as upon the production of soy crop. The experience was placed on a chernozem, during 2015-2018, trifactor type. Results presented in the paper were obtained in the agricultural year 2017-2018, in the soy crop. Experimental factors established were: Factor A-Crop:  $a_1$ -soybean;  $a_2$ -wheat;  $a_3$ -maize; Factor B-Soil tillage system:  $b_1$ -conventional system: reverse plough + disk 2x + sowed + fertilized (witness);  $b_2$ -conservative system with minimum tillage: chisel + rotary harrow + sowed + fertilized;  $b_3$ -conservative system with direct sowing (sowed- fertilized-herbicides); Factor C-Vegetal debris:  $c_1$ - 60% (3 t/ha);  $c_2$ - 80% (4 t/ha);  $c_3$ -100% (5 t/ha). The soil moisture is influenced significantly by the quantity of vegetal debris from the soil surface, and to a less extent by the soil tillage system. In exchange, bulk density is influenced especially by the soil tillage system, with lower values (1.18-1.25 g/cm<sup>3</sup>) in the case of the conventional system with plough, respectively higher values (1.22-1.38 g/cm<sup>3</sup>) in the case of direct sowing. The bulk density differences were higher at the crop harvest, in the first 20 cm of the soil. The soy production ranged between 2582-2898 kg/ha, being more related with the soil moisture and less related with the tillage system. Under the conditions of climate variations recorded during the last years, the measures to adapt conservative agricultural technologies, especially the soil tillage system and the percentage of vegetal debris, are decisive for the soil moisture and the productions obtained.

**Keywords:** conservative agriculture, increasing resilience to drought, soybean production.

## INTRODUCTION

Today, climate change is considered inevitable. Therefore, we must develop strategies and actions to adapt to the impacts of climate change. Particularly urgent are the adaptation measures among the farmers for securing agricultural products, which have the lowest financial and technical capacity to adapt (Cara et al., 2008; Cociu and Alionte, 2011; Jigau and Tofan, 2015). Extreme climatic events, including heat waves, droughts and floods are expected to become more frequent and intense. Plant production varies year by year, being significantly influenced by fluctuations in climatic conditions and especially by the production of extreme weather events (Rusu, 2013; Andrzej et al., 2014; Boincean et al., 2015; Moraru et al., 2015; Ghaley et al., 2018). In Central and Eastern Europe, climate change scenarios show a clear decrease in precipitation, especially in the summer season, so a rainfall deficit that will affect all spring crops. The water deficit in the summer season, which coincides with the period of maximum water requirements, causing significant decreases in production. It is necessary to adapt the agricultural technologies to the water resource, to conserve the soil water by choosing a system of minimum tillage, the use of the vegetal residues with the role of mulch representing a new tendency of reorientation of the requirements regarding the quality and the conservation soil and water resources (Reicosky and Archer, 2007; Rochette, 2008; Deelstra et al., 2011).

During the last years, climate changes have raised new challenges in choosing applied agrotechnics and have imposed specific adapting measures. The conservative agricultural practices must be integrated in an adequate agricultural management, including the biological

factor. Thus, the adapting measures resulted from our researches recommend the following (Moraru and Rusu, 2013): i) using a biological material which is resistant to hydric and thermal stress; ii) using agrotechnical measures favorable for the accumulation, preserve and efficient recovery of the water coming from rainfall; iii) using a conservative agricultural system based on soil protection and avoiding desertification.

The aims of this paper is to know the impact the soil tillage system and graduation of quantity of vegetal debris have upon the soil moisture and temperature as well as upon the production of maize and soybean crop. Research and proposition of technological to ensure water preservation in soil and stable production (measures of adaptation to climate change).

## MATERIALS AND METHODS

The research was made in the experimental field organized at the Agricultural Research and Development Station Turda (ARDS Turda). The experience was placed on a chernozem, during 2015-2018, trifactor type. The rotation is soy-wheat-maize, the results presented in the paper were obtained in the agricultural year 2015-2016, in the maize crop, and 2017-2018 in the soybean crop.

The experimental factors established were:

Factor A – Crop:

a<sub>1</sub>– soybean;

a<sub>2</sub>– wheat;

a<sub>3</sub>– maize;

Factor B – Soil tillage system:

b<sub>1</sub>– conventional system: reverse plough + disk 2x + sowed + fertilized (witness);

b<sub>2</sub>– conservative system with minimum tillage: chisel + rotary harrow + sowed + fertilized;

b<sub>3</sub>– conservative system with direct sowing (sowed – fertilized – herbicides);

Factor C – Vegetal debris:

c<sub>1</sub>– 60% (2 t/ha) (witness);

c<sub>2</sub>– 80% (3 t/ha);

c<sub>3</sub>– 100% (4 t/ha);

SCDA Turda where the experimental field was installed is geographically part of the Transylvanian Basin, namely the Transylvanian Plain. The area has an average multiannual temperature of 9.1 °C (table 1), the multiannual precipitation average being 531 mm (table 2).

Table 1. Temperatures recorded in SCDA Turda, 2015-2018, Source: SCDA Turda weather station

Temperature, monthly average	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual average (°C)
2015	-0.7	0.0	5.5	9.6	15.8	19.4	22.3	21.9	17.3	9.7	6.1	0.7	10.6
2016	-2.8	4.6	5.9	12.4	14.3	19.8	20.5	19.6	17.1	8.3	2.9	-2.7	10.0
2017	-6.7	1.5	8.4	9.9	15.7	20.7	20.3	22.3	15.8	11.6	4.9	1.0	10.5
2018	0.2	-0.3	3.3	15.3	18.7	19.4	20.4	22.3	16.7	12.7	6	-0.9	11.2
Average 60 years	-3.4	-0.9	4.7	9.9	15.0	17.9	19.7	19.3	15.1	9.5	3.9	-1.4	9.1

Table 2. Rainfall recorded in SCDA Turda, 2015-2018, Source: SCDA Turda weather station

Rainfall, monthly amount	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual amount (mm)
2015	12.3	20.9	12.8	32.2	66.0	115.7	52.2	72.2	172.6	45.4	32.0	6.9	641.2
2016	25.0	23.8	47.0	62.2	90.4	123.2	124.9	91.0	24.6	152.2	45.3	7.2	816.8
2017	2.6	19.2	46.1	65.2	65.4	30.6	110.2	36.1	56.2	49.2	30.8	20.7	532.3
2018	16.7	33.4	40.9	26.2	56.8	98.3	85.7	38.2	29.8	26.8	29.6	58.3	540.7
Average 60 years	21.8	18.8	23.6	45.9	68.7	84.8	77.1	56.5	42.5	35.6	28.5	27.1	531.0

Research equipment (fig.1 and fig.2): humidity was established by measuring soil dielectric characteristics; these, strongly influenced by water content, generate an electric signal commensurate with it; the Decagon Devices EC-5 sensor has been used (10 and 20 cm); measuring soil temperature has been accomplished through the implementation of temperature sensors, made of the junction of two metals with different properties- nickel thermocouple-constantan; the HOBO Smart Temp S-TMB-M002 Sensor has been used (10 and 20 cm). Humidity and temperature have been processed with HOBOware Pro Software Version 3.7.2.



Fig. 1. Installing research equipment on soybean culture



Fig. 2. Installing research equipment on maize culture

## RESULTS AND DISCUSSIONS

In the Transylvanian Plain, the multiannual climate conditions show that May-June-July (and sometimes August) record the highest amounts of rainfall, but at the same time the highest temperatures, the evapotranspiration being maximum. Under these conditions, in order to accumulate the water present in the soil, both the soil ability to take over and infiltrate the rainfall received is important, but also, to subsequently reduce their evapotranspiration.

The soil tillage system has modified the soil agrophysics, its permeability, but in relation to the vegetal debris, the effects recorded are much more significant. Thus, one can notice, overall, during the entire period monitored in the maize crop (fig. 3), the reduction of amplitudes, both in the temperature and in the soil moisture. One can observe the water content for direct sowing, at 20 cm, with a constant higher value, which maintains high up to the maize harvest. The average values recorded during the entire monitoring period were with higher differences at 20 cm for the soy crop (fig. 4 and fig. 5), both in temperature ( $20.0^{\circ}\text{C}$  conventional;  $19.81^{\circ}\text{C}$  at minimum tillage,  $19.80^{\circ}\text{C}$  at direct sowing) and in soil moisture ( $0.372 \text{ m}^3/\text{m}^3$  at conventional;  $0.374 \text{ m}^3/\text{m}^3$  at minimum tillage,  $0.384 \text{ m}^3/\text{m}^3$  at direct sowing). In the maize crop, the average values recorded during the entire monitoring period was, at 20 cm, of  $19.87^{\circ}\text{C}$  at conventional and  $20.10^{\circ}\text{C}$  at minimum tillage (fig. 6), respectively  $0.362 \text{ m}^3/\text{m}^3$  at conventional and  $0.37$  at minimum tillage (fig. 7).

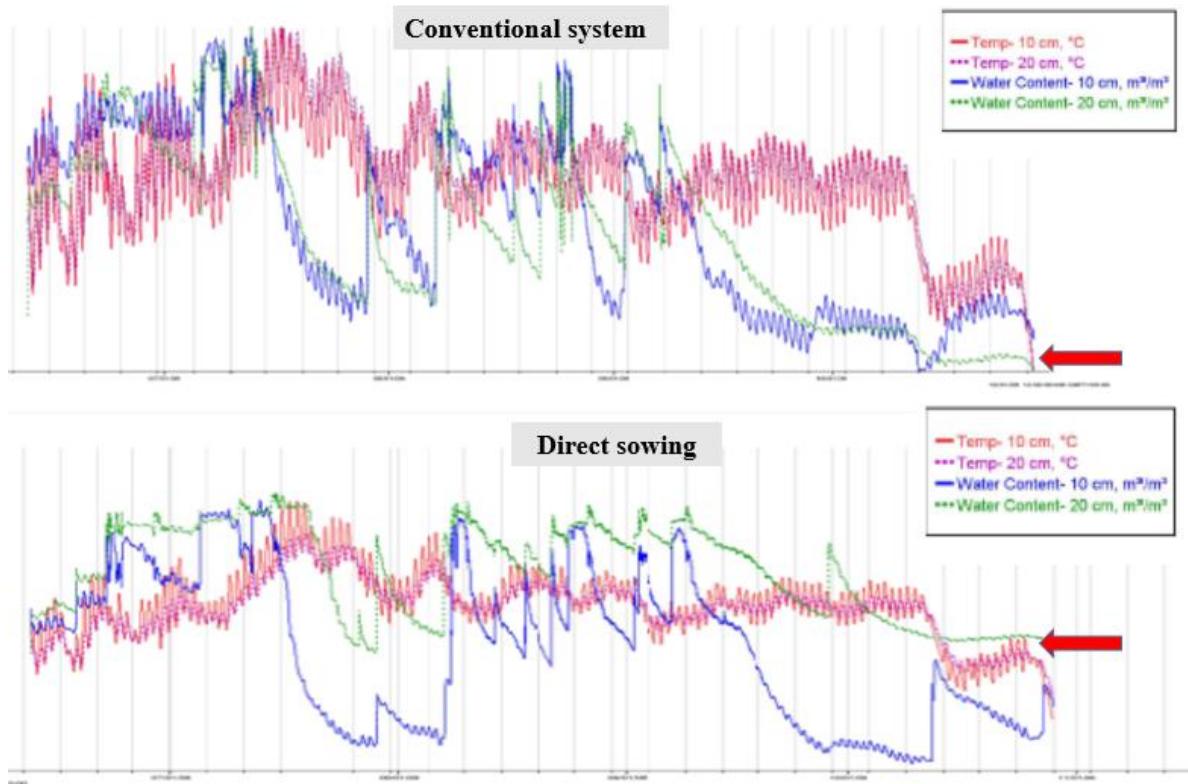
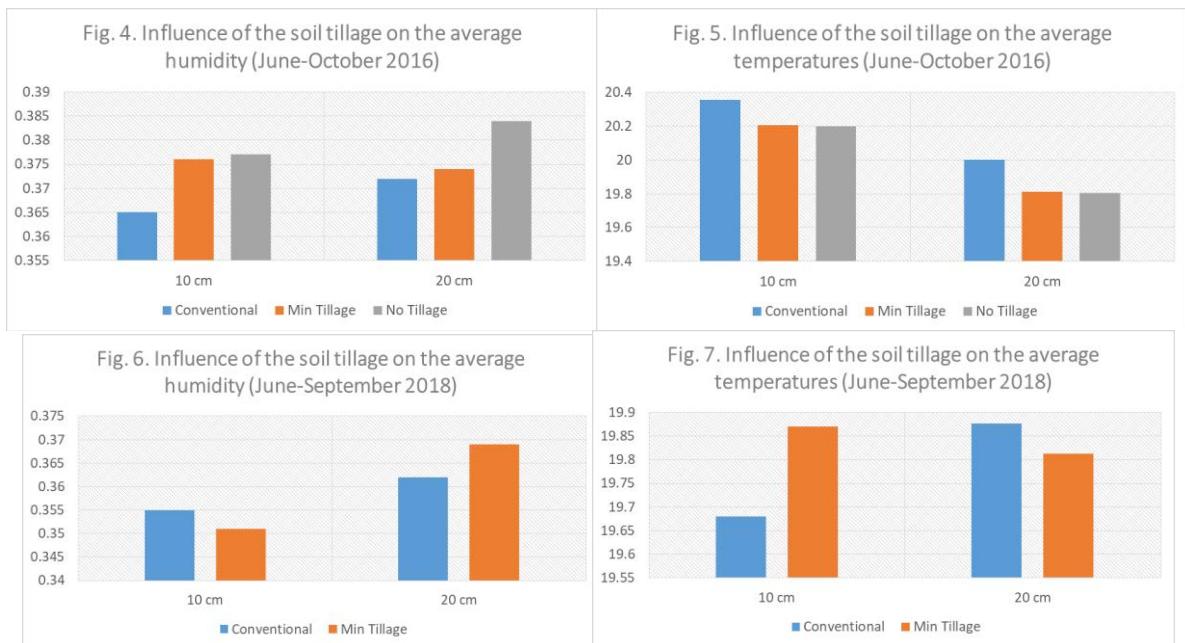


Fig. 3. Fluctuation of humidity and soil temperature during vegetation for maize culture in conventional tillage and direct sowing from May to October 2016



The productions obtained are influenced by the soil tillage system, both in the case of maize (table 3) and of soy (table 5), the productions were 2.4-5.5% lower at minimum tillage and direct sowing, compared to the conventional system. The quantity of vegetal debris has a positive influence on productions, in the case of maize crop keeping 5 t/ha of vegetal debris increases production by 4.1% compared to 3 t/ha of vegetal debris (table 4).

Table 3. Influence of the soil tillage systems on the production of maize, 2016

Tillage system	Yield, kg/ha	%	Differences	Significance
Conventional system (witness)	8604.89	100.0	0.00	Mt.
Minimum tillage	8394.78	97.6	-210.11	0
Direct sowing	8127.78	94.5	-477.11	00

DL (p5%) = 132.83 kg/ha; DL (p1%) = 219.80 kg/ha; DL (p 0.1) = 479.40 kg/ha

Table 4. Influence of the vegetal debris on the production of maize, 2016

Tillage system	Yield, kg/ha	%	Differences	Significance
60% (3 t/ha) (witness)	8213.89	100.0	0.00	Mt.
80% (4 t/ha)	8363.00	101.8	149.11	*
100% (5 t/ha)	8550.56	104.1	336.67	***

DL (p5%) = 108.72 kg/ha; DL (p1%) = 152.61 kg/ha; DL (p 0.1) = 215.45 kg/ha

Table 5. Influence of the tillage system on the yield of soybean, 2018

Tillage system	Yield, kg/ha	%	Differences	Significance
Conventional system (witness)	2599	100.0	0.00	Mt.
Minimum tillage	2513	96.69	-86.00	00

DL (p5%) = 19.38 kg/ha; DL (p1%) = 49.08 kg/ha; DL (p 0.1) = 140.20 kg/ha

## CONCLUSION

The soil temperature was influenced a little by the soil tillage system, but the influence is significant in the case of vegetal debris. The moisture results show significant differences, ensured statistically in the case of direct sowing, as the quantity of vegetal debris increases. The soil moisture was higher when the crops were sowed and during the first phases of vegetation, then the differences decreased in time. The vegetal debris quantity detains a positive importance within any soil tillage system. The direct sowing tillage system stands no chance of success in

absence of a great quantity of vegetal debris at soil surface. Maize and Soybean reacted better to soil loosening, mobilizing the soil fertility and mineralization of nutritive substances, ensuring a higher production in the conventional tillage system. The aim of applying conservative agricultural practices is to accumulate, preserve and value efficiently the water coming from rainfall in order to protect the soil and to avoid desertification.

**Acknowledgments:** This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI-UEFISCDI, project number PN-III-P1-1.2-PCCDI2017-0301, contract no. 28PCCDI/2018: *Integrated management system of the agroecosystem resistance against pests in order to promote sustainable agriculture under the conditions of climate change*, within PNCDI III.

## REFERENCES

- Andrzej W., Boguslaw M., Anna S.(2014).** Effect of tillage system and previous crop on grain yield grain quality and weed infestation of durum wheat. Rom. Agri. Res., 31, 129-137.
- Boincean B., Bulat L., Rusnac G., Ilusca M., Pasat D., Cuzeac V. (2015).** Soil tillage in the context of sustainable intensification of agriculture and global warming. ProEnvironment, vol. 8, no. 22, 126-135.
- Cara M., Jitareanu G., Filipov F., Coroi I., Topa D.(2008).** Effect of soil tillage systems on pedomorphological and physical soil indicators. Scientific Papers, Agronomy, 51, 279-284.
- Cociu A.I., Alionte E.(2011).** Yield and some quality traits of winter wheat, maize and soybean, grown in different tillage and loosening system aimed soil conservation. Rom. Agri. Res., 28, 109-120.
- Deelstra J., Kelman I., Øygarden L., Blankenberg A.G.B., Olav Eggestad H.(2011).** Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. International Journal of Climate Change Strategies & Management 3: 345–360. DOI: 10.1108/17568691111175641.
- Ghaley B.B., Rusu T., Sandén T., Spiegel H., Menta C., Visioli G., O'Sullivan L., Gattin I.T., Delgado A., Liebig M.A., Vrebos D., Szegi T., Michéli E., Cacovean H., Henriksen C.B.(2018).** Assessment of benefits of conservation agriculture on soil functions in arable production systems in Europe. Sustainability, 10(3), 794; doi:10.3390/su10030794.
- Jigau Gh., Tofan E. (2015).** Elements of agrogen evolution of soil climate. Technological solution. ProEnvironment, vol. 8, no. 22, 355-364.
- Moraru P.I., Rusu T. (2013).** Effect of different tillage systems on soil properties and production on wheat, maize and soybean crop. World Academy of Science, Engineering and Technology, Paris, France, 83, 162-165.
- Moraru P.I., Rusu T., Gus P., Bogdan I., Pop A.I.(2015).** The role of minimum tillage in protecting environmental resources of the Transylvanian plain, Romania. Romanian Agric. Res. 2015, 32, 127–135.
- Reicosky D.C., Archer D.W.(2007).** Moldboard plow tillage and short-term carbon dioxide release. Soil & Till. Res., 94, 109-121.
- Rochette P.(2008).** No-till increases N<sub>2</sub>O emissions in poorly aerated soils. Soil & Till. Res., 101, 97-100.
- Rusu T. (2013).** Energy efficiency and soil conservation in conventional minimum tillage and no-tillage. International Soil and Water Conservation Research, 2(4), 42-49.

# **DETERMINATION OF THE OPTIMAL CONCENTRATION OF HYDROCHLORIC ACID AT THE CHEMICAL RECLAMATION OF SALINE-ALKALINE SOILS WITH APPLICATION OF LOW FREQUENCY MECHANICAL OSCILLATIONS AND WITHOUT THEM**

**Samvel SAHAKYAN**

Scientific Center of Soils Science, Agrochemistry and Amelioration after Hrant Petrossyan, Branch of the Armenian National Agrarian University, 0082, Admiral Isakov st. 24, Yerevan, Republic of Armenia  
e-mail: [ssahakyan@yandex.ru](mailto:ssahakyan@yandex.ru)

**Abstract.** For improvement of ameliorative situation and the increase of soil fertility of saline-alkaline soils the hydrochloric acid may be applied as an ameliorant. The ameliorative effects of solutions with different concentrations of hydrochloric acid at the chemical reclamation of saline-alkaline soils are studied. It was shown that in case of the use of low concentration of hydrochloric acid solution (0.125-0.25%), the loss of ameliorant is 10-15%, in the case of applying the 1.25% of acid solution it makes 22%, and the loss of the ameliorant makes 47% in case of applying of the concentrated hydrochloric acid (33%). It was confirmed, that the increase of the concentration of the ameliorant in the process of acidification of saline-alkaline soils, in one hand, promotes to reduction of leaching duration and the leaching norms and, on the other hand, increasing of the loss of the ameliorant takes place, which reduces the economic efficiency of soil's reclamation. It has been shown that the optimal concentration of hydrochloric acid makes 0.5%, allowing reduction of the chemical ameliorant and the leaching water norms by 30%, as well as, the leaching period. The effectiveness of the use of concentrated hydrochloric acid in the sphere of low frequency mechanical oscillations is studied and determined. This technology enables chemical reclamation to be carried out without the use of cisterns and dosimeters, significantly simplifying the technology of chemical reclamation, by 50%, reducing the norms of leaching water and the duration of leaching period, as well as, the chemical ameliorant norm with 30% in comparison with the case of without application of low frequency mechanical oscillations.

**Key words:** saline-alkaline soils, chemical reclamation, hydrochloric acid, optimal concentration, low frequency mechanical oscillations

## **INTRODUCTION**

The processes of salt accumulation and alkalization in the Ararat Plain are caused by a number of historically shaped natural, social economical and technological factors. The infiltrated water from tremendous catchment area of various vertical bioclimatic belts, the salinity of which increases on its way beginning with the area of formation up to the zone of discharge, which takes place in the Ararat Plain. The water circulating through the andesite-basalt rocks of bicarbonate-sodium composition, gets enriched in these salts and achieves an alkaline character of salinity. Under conditions of shallow ground water, an impeded ground water outflow and exudation water regime, the capillary rise of salts and evaporation result in salinization of soils and formation of solonchaks. In the aeration zone, sodium bicarbonate transforms into sodium carbonate, and the soil is enriched with sulfates and chlorides, acquiring the character of soda salinity with a high content of exchangeable sodium and pH 9-11 (Petrossyan, 1976). Heavy mechanical composition, high soda and high alkalinity and exchangeable ion content are the reasons of poor water-physical properties of saline-alkaline soils, which lend themselves to reclamation only if chemical ameliorants are applied.

Positive results were obtained with application of wastes of sulfuric acid and iron sulfate as ameliorants for reclamation of saline-alkaline soils in Armenia (Aghababyan 1972; Petrossyan, et al., 1983). While interacting the soil-exchangeable complex, the sodium is replaced by active ions of Ca and Mg, which also result in the formation of secondary sodium sulfate. The coagulation of hydrophilic colloids sharply reduces the soil disparity, thus the filtration capacity and the water permeability of soils are increased. Previously, the sulfuric acid was used in large volumes for chemical reclamation of Saline-Alkaline soils of the Ararat plain,

but the hydrochloric acid can also be used for reclamation of these soils. However, there is a need to identify the effectiveness of the chemical effects on the Saline-Alkaline soils, depending on the use of different concentrations of hydrochloric acid with and without application of low frequency mechanical oscillations (Sahakyan, Eritsyan, 2006). As it's known, the application of 1% of sulfuric acid on the soil surface, forms a hard-dissolving gypsum, the concentration of Ca ions does not exceed 25 dmol(equiv)/l, which is the reason for increasing the norm of leaching water and its duration. In the case of use of 1% of hydrochloric acid solution in the soil, the chlorides Ca and Mg are formed, and their total concentration in the soil solution is 250-300 dmol (equiv)/l.

In this case, it is possible significantly to reduce the norm of leaching water and the duration of leaching, but the loss of ameliorant associated with the leaching of Ca and Mg ions with the leaching water or the formation of sediment in the soil corresponding to the carbonate form is increased.

The aim of this study is to reveal the optimal concentration of hydrochloric acid with and without application of low frequency mechanical oscillations to work out the technology of chemical reclamation, which gives ground to reduce the leaching water norms and duration of leaching, as well as norm of chemical ameliorant and financial need considerably.

## MATERIALS AND METHODS

In the experiment, soil columns with an area of 18 cm<sup>2</sup> and a height of 100 cm were used, which are filled with Saline-Alkaline soils of Ararat plain, the chemical analyses of which are given in table 1. Soils are placed in columns according to the sequence of selected layers in nature. The one meter layer of soil contains 0.997-2.387 % of water-soluble salts, which have sodium-chloride character of salinity.

Table 1. Results of chemical analysis of water extraction of Saline-Alkaline soils

Depth, cm	pH	Total salts, %	Cmol(equiv)/kg of soils							
			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> (solub.)	Na <sup>+</sup> (exch.)
0-25	10,2	2.387	5,43	6,28	33,4	4,16	0,2	0,08	43,45	21,19
25-50	10	2.077	4,56	4,97	27,6	5,01	0,2	0,08	37,15	21,71
50-75	9,9	1.511	2,07	2,67	19,7	4,25	0,2	0,24	26,1	11,15
75-100	9,6	0.997	1,36	2,12	13,32	2,50	0,2	0,24	17,4	11,67

The content of hydrocarbons makes 1.36-6.28 and the chlorides 13.32 - 33.4 cmol(equiv)/kg of soil. The content of water-soluble ions Na<sup>+</sup> has a high prevalence (17.4-43.5 cmol(equiv)/kg) over to Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> ions (0.08-0.25 cmol(equiv)/kg). The reaction of soil solution of pH is highly alkalized and ranges from 9.6-10.2. The ratio of the content of cations in the soil-exchangeable complex [SEC] is shown in table 2.

Discussing the indicators on the table 2, it can be noted that the soils of 0-100 cm layer are strongly alkalized, where the relative content of exchangeable Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> is 60.52-82,72% of the capacity of the exchangeable soil complex. The relative content of exchangeable cations Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> is respectively 12,79-25,05 and 3,37-15,04% of the capacity of the exchangeable soil complex.

Table 2. The contents of the cation in the SEC

Depth, cm	cmol (equiv)/kg of soils					%			
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
0-25	3,8	0,92	21,19	1,41	27,32	13,91	3,37	77,56	5,16
25-50	3,75	2,42	21,71	1,43	29,31	12,79	8,26	74,07	4,88
50-75	4,8	1,76	11,15	1,45	19,16	25,05	9,19	58,19	7,57
75-100	5,3	3,26	11,67	1,45	21,68	24,45	15,04	53,83	6,69

The content of the carbonates of soil, is significantly higher, and in the layer of 0-100 cm, the total content varies in the range of 13-14%, where the content of carbonates of calcium makes 11.5-11.9% and it significantly dominates the carbonates of magnesium 0.5-2.1%.

The experiments were carried out in 8 variants in 3 repetitions

- I. Chemical reclamation with 0.125% of solution of hydrochloric acid, and leaching,
- II. Chemical reclamation with 0.25% of solution of hydrochloric acid, and leaching;
- III. Chemical reclamation with 1.25% of solution of hydrochloric acid, and leaching,
- IV. Chemical reclamation with concentrated (33%) of hydrochloric acid, and leaching

The V, VI, VII and VIII variants are the same, the only difference is in the process of chemical reclamation which is accompanied by use of mechanical vibrations (Sahakyan, 1990). Under laboratory conditions the laboratory vibrator is used for conducting the mechanical oscillations.

Each soil column was given a solution with a total volume of 11 liters, during the process of the I variant 9.2 liter of 0.125% solution of hydrochloric acid and 2 liters of water were given. In the case of the II variant- 4.6 liters of 0.25% of solution of hydrochloric acid and 7 liters of water were given. In the case of the III variant 1 liter of 1.25% of solution of hydrochloric acid and 10 liters of water were used. The IV variant includes 40 ml of concentrated hydrochloric acid and 11 liters of water. After completion of chemical reclamation and leaching, chemical analyses of soils were carried out.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Discussing the data given in the table 3, we come to conclusion that in I, II, variants of experiment, where 0,125 and 0,25% solutions of hydrochloric acid were used, the soil was desalinized and dealkalized. The total content of salts is 0,094-0,117%, the soda is completely neutralized, the pH indicator varies between 7,8-8,2.

The exchangeable Na content is within the permissible limits of 3,28-4,40 cmol(equiv)/kg. The situation is different when during the use of hydrochloric acid solution the concentration is higher than 1,25%. In the case of using 1,25% solution, the total content of salts in the 0-25 cm layer of soil is still high and makes 0,376%. In this layer of soil, the content of exchangeable Na is also high (permitted 4 cmol(equiv)/kg) and it makes 5,12 cmol(equiv)/kg.

In 75-100 cm layer of soil, the soda is not neutralized, and due to it a high level of alkaline reaction is maintained and pH is 8,6. In this layer of soil the content of exchangeable Na is high and it makes 5,0 cmol(equiv)/kg.

Table 3. Some chemical characteristics of Saline-Alkaline soils after the chemical reclamation and leaching in the sphere of low frequency mechanical oscillations [LFO] and without them

The Variants	Depth, cm	$p^H$	Total salts, %	Na+ (exchang.) cmol(equiv)/kg	$p^H$	Total salts, %	Na+ (exchang) cmol(equiv)/kg
		Without application of LFO			With application of LFO		
I 0,125% HCl	0-25	7,8	0,107	4,35	9,3	0,605	8,15
	25-50	7,8	0,094	4,25	9,0	0,560	7,67
	50-75	8,1	0,110	4,11	8,9	0,457	9,19
	75-100	8,0	0,091	3,48	8,5	0,326	10,7
II 0,25% HCl	0-25	7,8	0,117	4,40	9,2	0,488	7,15
	25-50	8,2	0,112	3,28	9,0	0,386	8,67
	50-75	8,2	0,112	4,11	8,9	0,359	11,19
	75-100	8,0	0,106	3,81	8,6	0,182	11,70

Table 3, continued

III 1,25% HCl	0-25	7,8	0,376	5,12	7,7	0,163	2,10
IV 33,00% HCl	25-50	7,7	0,12	3,96	7,7	0,173	2,40
	50-75	7,7	0,074	3,48	7,8	0,162	2,54
	75-100	8,6	0,183	5,00	8,2	0,170	3,10
	0-25	9,2	0,654	6,81	7,6	0,117	2,75
IV 33,00% HCl	25-50	8,9	0,127	3,92	7,8	0,075	2,74
	50-75	9,0	0,198	10,88	7,9	0,092	2,39
	75-100	9,1	0,414	16,53	8,1	0,057	2,53

The situation is more complicated by the using the 33.00 % of hydrochloric acid. The content of salts in the 0-100 cm layer of soil varies 0,127-0,654%. In the profile of the soil normal soda is preserved, due to which the pH value is also high and it makes 8,9-9,2. In this variant of experiment, the content of exchangeable Na in 0-100 cm layer of soil, is too high, which ranges from 3,92 to 16,53 cmol(equiv) / kg, the average content in 1 m of soil makes 9,05 cmol(equiv)/kg. Thus, the chemical effect of concentrated hydrochloric acid is too low.

To determine the efficiency of different concentrations of hydrochloric acid solutions, the concentrations of Ca and Mg ions removed from the soil were studied during the chemical reclamation and leaching of saline-alkaline soils. Discussing the data, we come to conclusion that in case of applying 0,125 and 0,25% solution for reclamation of Saline-Alkaline soils, the loss of the ameliorant makes 10-15%. In case of application of 1,25% of hydrochloric acid, the loss of it is 22%. In the case of applying concentrated hydrochloric acid, the loss of the chemical ameliorant is considerably high and it makes up to 47%.

For revealing the optimal concentrations of the ameliorant, the dependence of the norms of chemical ameliorant and the leaching norms on the concentration of applied hydrochloric acid is brought on the figure.

Observing the dependence of actually spent norms of chemical ameliorant on the concentration of given acidic solution (figure) we conclude that in case of applying 0,125% of acid concentration, only the 50% of calculated quantity of ameliorant is spent, with increase of the acid concentrations of solution, the norms of ameliorant increases and in the concentration of 1,25% they make the 88% of them.

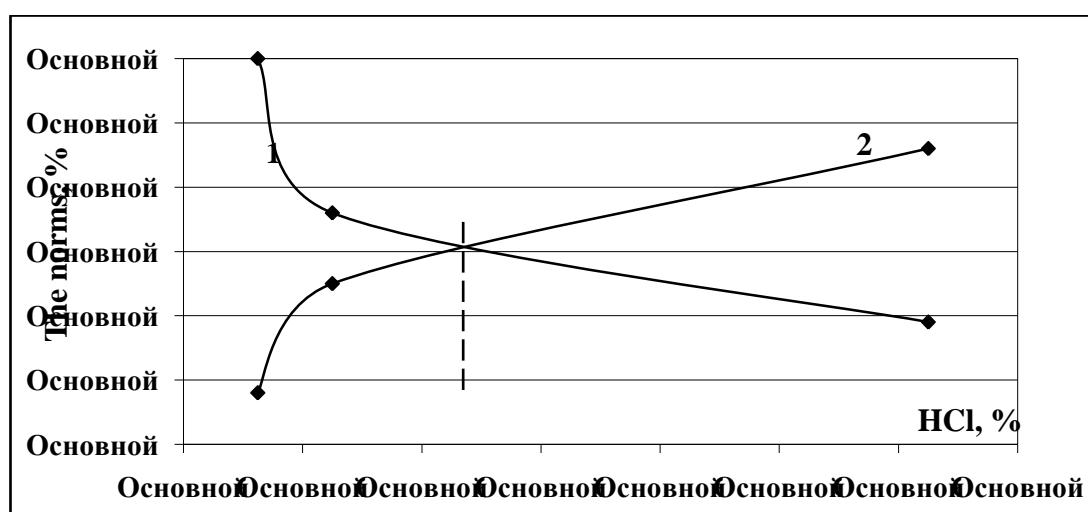


Figure: The dependence of the relative quantity of chemical ameliorants and leaching norms on the concentrations of the applied hydrochloric acid solutions. 1- leaching norms, 2- norms of chemical ameliorant.

There is a reverse comparative dependence between the actual leaching norms and the concentrations of the given acidic solutions. In the case of using 0,125% of concentration, the actual and the calculated norms are the same (100%), with the increase of concentrations, the actual norms are reduced, and in case of using the 1,25% of acid solution the leaching norms make 60%. The cross-section of these two curves is the concentration of the acid solution, in which the leaching norms of water and chemical ameliorant are optimal. Using 0.5% solution of hydrochloric acid for chemical reclamation, the actual leaching and chemical ameliorant norms are reduced by 30%.

Thus, for reclamation of saline-alkaline of Ararat Plain are suitable to apply 0,5% solution of hydrochloric acid as an ameliorant.

Mechanical oscillations were conducted during the given each partition of solution, the amount of which is proportional to the volume of each soil porosity.

Summarizing the results brought in the table 3., we come to conclusion that in the case of I and II variants of the experiment, when the ameliorant is given in the form of 0,125 and 0,25% hydrochloric acid solution, the filtration rate under the influence of mechanical oscillations practically stops, and the amount of the given chemical ameliorant makes 30-40 % from the norm. The total content of soluble salts is high and it varies from 0,182 to 0,605%. In the above mentioned variants (I,II) the soil remains as a highly alkalized reaction (pH 8.6-9.3). The exchangeable sodium content in 1 m layer of soil varied in the range of 7,15-11,70 cmol(equiv)/kg, which makes the 35-60% of the exchangeable complex.

Thus, the use of mechanical oscillations in the sphere of application the low concentration of hydrochloric acid is not effective.

The situation is different when we use a higher concentration of hydrochloric acid solutions (variants III and IV). The total content of salts in the soil profile is within the permissible limits (0,057-0,173%). In these variants, the whole profile of the soil soda is completely neutralized and the soil reaction is completely neutralized, as well. or the reaction is close to neutral (7,6 to 8,2). Exchangeable sodium content varies within 1 m layer of soil in the range of 2,10-3,10 cmol(equiv)/kg. The application of concentrated hydrochloric acid under field conditions allows to carry out the chemical reclamation without the using the cisterns and dosimeters, significantly simplifying the chemical reclamation technology, by 50%, reducing the leaching water norms and the duration of leaching, as well as, reducing the chemical ameliorant norm by 30%.

## CONCLUSIONS

1. The effects of solutions with different concentrations of hydrochloric acid during chemical reclamation and leaching process of saline-alkaline soils were studied. It is shown that in case of application of low concentration of hydrochloric acid solution (0,125-0,25%), the loss of ameliorant makes 10-15%, in the case of using 1,25%, the loss makes 22%, and in case of application of concentrated acid, the loss of the ameliorant makes 47%.
2. It is confirmed, that the increase of the concentration of ameliorant in the process of acidification of saline-alkaline soils, in one hand, promote to reduction of leaching duration and leaching norms and, on the other hand, increase of the loss of the ameliorant is taking place, which reduces the economic efficiency of reclamation. It is shown, that the optimal condition of hydrochloric acid solution is 0,5%, which allows reduction of the chemical ameliorant and leaching water norms by 30%, as well as, the leaching period.
3. The effects of mechanical oscillations, during the chemical reclamation and leaching processes of saline-alkaline soils in case of application of different concentrations of hydrochloric acid solutions are studied. When a low concentration (0,125-0,25%) of acid solutions is used, the mechanical oscillations bring to compaction of soil's particles, and

in the result of it, the filtration rate stops. In case of using high concentrations of hydrochloric acid solutions (1,25% and concentrated), the acceleration of desalinization and alkalization processes is watched, and at the same time, sufficient soil physical conditions are maintained.

4. The application of concentrated hydrochloric acid under field conditions, allows to carry out the chemical reclamation without using cisterns and dosimeters, significantly simplifying the chemical reclamation technology, by 50%, reducing the leaching water norms and the duration of leaching, as well as, reducing the chemical ameliorant norm by 30%.

#### REFERENCES

- Aghababyan V.G. (1972).** Soda Salinization soils of Ararat plain and application of sulfuric acid for their reclamation: Thesis of dr.dis.on Agric. Sci.-Yerevan, -60 p (in Russian).
- Petrossyan G.P. (1976).** An original redistribution and accumulation of salts in soils of Ararat plain. In works of Scientific Research Institute of Soil Sci. and Agrochemistry of Armenia, 85-100. (in Russian).
- Petrossyan G.P., Khtryan N.K., Sahakyan S.V. (1983).** About reclamation of Soda Solonetz-Solonchak Soils with application of Sulfate iron. -Soil Science, N 2, 71- 77. (in Russian)
- Sahakyan S.V. (1990).** A way of desalting of soils. Author's certificate of USSR N 1583432.
- Sahakyan S.V., Yeritsyan M.D. (2006).** The influence of low frequencies mechanical oscillations on the acceleration of the process of desalinization of saline soils. Biological journal of Armenia, v. 58, N 3-4, 264-268 (in Armenian).

# УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

<sup>1,2</sup>САПАРОВ А.С., <sup>1</sup>ДЖАЛАНКУЗОВ Т.Д., <sup>1</sup>ШАРЫПОВА Т.М., <sup>1,2</sup>САПАРОВ Г.А.

<sup>1</sup>ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова», пр.аль-Фараби 75 «В» г.Алматы, Республика Казахстан,

e-mail: [ab.saparov@mail.ru](mailto:ab.saparov@mail.ru)

<sup>2</sup>ТОО «Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии

(Алматы). пр.аль-Фараби 75 «В» г.[Алматы, Республики Казахстан](#),

e-mail: [ab.saparov@mail.ru](mailto:ab.saparov@mail.ru)

**Abstract.** The material on monitoring soil fertility in Northern Kazakhstan is presented. The data on the characteristics of chernozems and dark chestnut soils of Northern Kazakhstan are presented.

**Key words:** soil cover, degradation, humus, soil studies, monitoring.

Казахстан находясь между двумя континентами имеет огромную территорию и по площади земель и разнообразию природно-ресурсного потенциала занимает девятое место, и входит в число крупнейших государств мира. Вместе с тем, почвенный покров Казахстана, развиваясь в аридных и экстремальных условиях, отличается от почв других стран своей легкой ранимостью, низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, подвержен процессам деградации и опустынивания.

Многообразие почвенного покрова обусловлено различными климатическими и геологическими условиями. Важной особенностью почвенного покрова является неоднородность, большая комплексность, связанная с засушливостью климата, рельефом и почвообразующими породами, которая проявляется повсеместно на всей территории республики и разделена на девять почвенных зон. При этом распределение почв подчинено законам горизонтальной и вертикальной почвенной зональности. Равнинная территория Республики Казахстан в направлении с севера на юг представлена четырьмя почвенными зонами: умеренно-влажная лесостепная зона серых лесных почв, черноземов выщелоченных и лугово-черноземных почв; умеренно-засушливая степная зона черноземов обыкновенных и южных; сухостепная и пустынно-степная зона каштановых почв и пустынная зона бурых и серо-бурых почв. Более 85% пахотных земель республики размещено в лесостепной, степной и сухостепной зонах, в районах пустынной и полупустынной зон пашня составляет менее 1%. В категории земель сельскохозяйственного назначения (на 1 ноября 2017 года) имеется 86 % всех черноземов, 76% темно-каштановых и 58% каштановых почв, наиболее ценных в сельскохозяйственном отношении [1].

Анализ проведенной зональной характеристики почв показывает, что почвенный покров по природным зонам республики имеет значительные различия, вследствие чего влияет на состав и использование земельных угодий. Основные площади сельскохозяйственных угодий 85,6 млн га или 39,7 % находятся в сухостепной и полупустынной зонах каштановых почв, в том числе темно-каштановых – 33,7 млн га, каштановых – 20,7 млн га и светло-каштановых почв – 31,2 млн га. Общая площадь черноземов всех подтипов составляет 21,1 млн га или 9,8 % от сельскохозяйственных угодий, из них выщелоченных - 0,5 млн га, обыкновенных – 9,2 млн га, южных – 11,4 млн га. Бурых и серо-бурых почв числится 66,4 млн га или 28,5 % от сельскохозяйственных угодий. Основной почвенный фон предгорных и горных территорий составляют сероземы - 11,4 млн га, предгорные и горные каштановые - 11,0 млн га, предгорные и горные черноземы - 3,9 млн га.

Рассматриваемый нами регион - Северный Казахстан является крупнейшим регионом в Республике, который располагает большими потенциальными возможностями

для развития сельского хозяйства, максимальная протяженность региона с севера на юг составляет 750 км, а с запада на восток – более чем на 1300 км. Общая площадь около 44 млн. га (без Прииртышской равнины), где распространены наиболее плодородные почвы – черноземы и темно-каштановые почвы. Их распространение подчинено строгой широтной зональности, обусловленной биоклиматическими факторами, изменяющимися с севера на юг. Эти изменения, связанные с постепенным усилением по территории засушливости были детально изучены, что позволило разделить данную территорию на почвенные зоны и подзоны. Так, черноземы подразделяются на три подтипа: выщелоченные черноземы занимают самую южную часть, умеренно влажную лесостепную зону, подзона обыкновенных черноземов расположена в умеренно засушливой степи и подзона – южные черноземы засушливой степи [2].

Пахотные почвы Северного Казахстана представлены в основном черноземами, на которых производится более 70% зерна. Темно-каштановые почвы, залегающие в зоне сухих степей, занимают подзону умеренно сухих степей непосредственно граничающую с юга с черноземами южными.

В северных областях Казахстана обследование земель, в начальный период освоения целинных и залежных земель (1954-1960 гг), проводилось специалистами прибывшими из России, Беларуссии, Украине, Республики Прибалтики и Закавказья, в том числе из почвенного института им. В.В. Докучаева, МГУ им. М.В. Ломоносова, Тимирязевской и Украинской сельскохозяйственной академий и многих вузов страны. При освоении целинных и залежных земель Казахстана стали внедряться принятые в других республиках приемы агротехники и способы земледелия: вспашка, сроки сева, методы борьбы с сорняками и др. Широко применялись глубокая отвальная вспашка почвы, многократнообработанные черные пары, ранние сроки сева, а также почворазрушающая техника: дисковые лущильники, жатки, плуги, сеялки и др. что в последствии имело тяжелые экологические последствия (развитие эрозии, затяжня уборка и потеря урожая). После освоения и длительного использования целинных и залежных земель, черноземные и темно-каштановые почвы заметно снизили свое плодородие. Отсутствие севооборотов и монокультура зерновых спровоцировали массовое распространение сорняков, урожай зерновых стали снижаться, усилились пыльные бури и ветровая эрозия, которые в определенной степени оказали отрицательные влияния на продуктивность пашни и культур.

Все это потребовало разработки и внедрения мероприятий по повышению плодородия почв с учетом поиска рационального использования почвенного покрова, изучения динамики почвенных процессов под влиянием обработки почвы и возделывания культур.

Площади земель подверженных ветровой эрозии в северных регионах республики составляют 17,8 млн га, в том числе 2,6 млн га страдают от сильной ветровой эрозии. Благодаря разработкам и применению почвозащитной системы земледелия, разработанной Казахским НИИ зернового хозяйства им. А.И. Бараева (ранее Всесоюзный институт зернового хозяйства) эти процессы сведены к минимуму. Почвозащитная система земледелия, разработанная в 1960-х годах, замедлила процессы эрозии почвы и повысила урожайность зерновых культур. Зернопаровые севообороты и разноглубинная плоскорезная обработка почвы являлись её базовыми компонентами. Многолетнее применение этой системы земледелия показало, что ее слабым звеном является поле чистого пара, в котором происходит ускоренная деградация почвы из-за эрозии, потеря органического вещества и вторичного засоления почвы. Это установлено трудами ученых Канады, США и Казахстана.

Ученые подсчитали, что пашня теряет гумуса эрозионным путем до 50% и более. В период освоения целины распаханные с оборотом пласта почвы легкого механического состава привели не только к потере гумуса и ухудшению физического состояния почв, но и к потере посевов. Этому способствовали и природные факторы: наличие открытых

пространств, частая повторяемость засух, повышенная ветровая деятельность, слабая противоэррозионная устойчивость легких почв и др. [2].

Одной из глобальных задач человечества, на протяжении всей истории его существования, всегда была задача обеспечения людей продуктами питания. Ведь в этом плане плодородие почв является главным фактором. Поэтому на протяжении всей истории развития аграрной науки не ослабевает интерес к проблеме плодородия почвы. Так, по данным В.Г. Минеева (2008), до 90% продуктов питания население планеты получает благодаря плодородию почвы. А. Л. Иванов (2013) определяет главные условия развития сельскохозяйственного производства – качество почв и их сохранность, а В.И. Кирюшин (2015) указывает на необходимость перехода к научноемкому земледелию, которое бы предотвращало истощение почв. В.Г. Сычёв, М.И. Лунёв, А.В. Кузнецов и др., (2010), рассматривая современную динамику свойств пахотных почв, обнаруживают ее сложный, неоднозначный и во многом противоречивый характер. В.А. Ковда (1981) рассматривая теоретические и практические вопросы плодородия подчеркивал, что расширенное воспроизведение плодородия почв должно быть важнейшим принципом интенсивного земледелия и что практическое решение этой задачи должно основываться, прежде всего, на возврате и возмещении использованной их части, а также на растущем обеспечении агроэкосистем дополнительной энергией и улучшении условий для повышения продуктивности фотосинтеза. Недооценка изменчивости свойств почв, как считает В.Н. Слюсарев (2008), обостряет проблему их деградации. Поэтому при использовании почвы для производства продуктов земледелия, происходят изменения природных свойств почв и их естественного состояния. Главное изменение выражается в снижении почвенного плодородия – основного свойства почв. Снижение почвенного плодородия обусловлено изменением всех свойств почв: биологических, химических, физических, водных, воздушных и др. В разных ситуациях изменения свойств почв проявляются в разных формах, и с неодинаковой степенью выраженности. Для этого важно знать особенности происходящих в почвах не только суммарных изменений, но и изменений каждого свойства почв в отдельности.

В этой связи становится очевидной актуальность мониторинговых исследований и управление плодородием почв. На основе рационального использования почвенных и земельных ресурсов и оптимизации их параметров и управляя ими получения высокой продуктивности пашни является весьма актуальной.

Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им.У.У.Успанова (ранее Институт почвоведения), начиная с 1955 года проводит комплексные стационарные исследования режимов почвенных процессов черноземов и темно-каштановых почв на фоне их земледельческого использования. Полученные данные обобщены в работах Л.И. Пачикиной, П.И. Тимошина [3], И.И. Емельянова [4], И.В. Матыщуга, П.И. Тимошина, Ш.А. Чулакова [5], в них подробно рассматривается изменение свойств и плодородие целинных почв при различных способах обработки, дается микробиологическая характеристика почв. Многолетние исследования почв Северного Казахстана проводил А.М.Дурасов. В своих работах он дал подробное описание черноземов и темно-каштановых почв [6]. В шестидесятые и последующие годы публикуется ряд работ по черноземам и темно-каштановым почвам Северного Казахстана [7]. В этих работах рассматриваются особенности генезиса, химические и физико-химические свойства почв, вопросы их классификации и систематики, изменения морфогенетических показателей, свойств и режимов в процессе обработки, вопросы ветровой эрозии и др.

С.Д. Абыхалыков в результате многолетних исследования и обобщения материалов предшествующих исследований собрал информацию о географо-генетических особенностях темнокаштановых почв, углубленных данных по их морфогенетическим показателям, химическим и физическим свойствам свойствам [8]. А.А. Науменко провел многолетние исследования изменения водно-физических свойств освоенных темно-каштановых карбонатных почв. Им были разработаны «уровни физического состояния

почв», которые могут применяться в исследованиях агроценоза почв и построения моделей плодородия [9].

Начиная с конца 60-х годов прошлого столетия под руководством члена-корреспондента АН КазССР У.У. Успанова были организованы комплексные исследования почв Северного Казахстана, то есть были охвачены черноземы южных территорий землепользования Костанайской сельскохозяйственной опытной станции, и черноземы обычновенные на территории землепользования Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции. В работах принимали участие Б.А. Акмурзин, Т.Д. Джаланкузов, В.Н. Деев, А.А. Науменко, Н.А. Панферова, В.В. Редков и другие. Исследованиями были охвачены все параметры плодородия: водно-физические свойства, динамика питательного, водного, воздушного и температурного режимов в шести и четырех польных севооборотах, дополнительно изучались микробиологические, процессы, морфо-генетические особенности, макро-и микроагрегатные составы и другие параметры, научное руководство работами осуществлялось доктором сельскохозяйственных наук М.М. Рубинштейном. Далее, исследования продолжаются под руководством доктора биологических наук Т.Д. Джаланкузова [10]. Особое внимание Т.Д. Джаланкузов уделяется изучению изменения природных свойств черноземов Северного Казахстана при сельскохозяйственном использовании и поиску путей решения проблем снижения плодородия почв черноземов. По его данным рациональное использование черноземов и каштановых почв районов освоения целинных и залежных земель Северного Казахстана приводит к определенным качественным изменениям физико-химических и воднофизических свойств почв, обеспечивает повышение биологической продуктивности и эффективного плодородия. Вместе с тем при длительном освоении черноземов происходят следующие изменения в количественном составе гумуса: уменьшается содержание фульвокислот и нерастворимого остатка. Возрастает количество гуминовых кислот вследствие мобилизации труднорастворимых форм гумусовых веществ. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот в слое 0-15 см увеличивается с 1,15 до 1,38.

За более 60 лет использования эти почвы потеряли до 30 и более процентов естественного содержания гумуса. Восстановить количество гумуса в почвах до уровня целинного уже практически невозможно. Поэтому, ученые по сей день проводят многочисленные исследования по изучению всех параметров и показателей почвы с целью сохранения, повышения и воспроизводства плодородия почв.

Опыт отечественного и зарубежного сельского хозяйства показывает, что эффективность земледелия определяется уровнем интенсификации его отраслей и рациональным использованием природных ресурсов. Главным средством решения этой задачи является применение малозатратных систем земледелия основанных на комбинированных способах обработки почв, которые с минимальными затратами труда и средств могут обеспечить воспроизведение почвенного плодородия и повышение сельскохозяйственного производства. Основная традиционная обработка, оставаясь наиболее энергоемким и продолжительным по сроку выполнения приемом в технологии возделывания зерновых культур, в недостаточной мере удовлетворяет требованиям максимального влагонакопления и влагосохранения, энергосбережения и не отвечает требованиям щадящего воздействия на почву и окружающую среду. Необходимость перехода на ресурсосберегающие обработки почвы является не только вынужденной мерой, вызванной кризисным состоянием экономики, но и прежде всего как стратегическое направление.

В то же время стало ясно, что механическое сокращение площади чистого пара, хотя и снимает угрозу деградации почвы, но не гарантирует успешного экономического эффекта. Для этого, прежде всего, необходимо решить проблему накопления влаги на стерне и защиту растений от сорняков.

Мировая тенденция в современном земледелии ориентирована на использование нулевых технологий возделывания сельскохозяйственных культур (No-Till). Например, в канадской провинции Саскачеван эта технология применяется на 70% пашни. Основным преимуществом No-Till является эффективное ресурсосбережение. Однако это не значит, что обработка почвы вообще исключается из практики земледелия. Науке предстоит решить вопрос об оптимальных вариантах системы обработки почвы для каждой почвенно-климатической зоны.

Одним из радикальных способов ухода от паровой системы земледелия может стать плодосмен, то есть чередование зерновых культур с масличными, зернобобовыми культурами и бобовыми травами. Научные разработки и практические результаты использования плодосменных севооборотов уже имеются в Канаде и Казахстане.

Основная традиционная обработка, оставаясь наиболее энергоемким и продолжительным по сроку выполнения приемом в технологии возделывания зерновых культур, в недостаточной мере удовлетворяет требованиям максимального влагонакопления и влагосохранения, энергосбережения и не отвечает требованиям щадящего воздействия на почву и окружающую среду. В связи с этим минимальная и нулевая обработка для почв черноземной зоны являются ключевым технологическим приемом щадящего земледелия и повсеместно проводится научно-исследовательские работы.

В этой связи Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им.У.У. Успанова проводил мониторинговые исследования на черноземах южных Северного Казахстана при минимальной, нулевой и традиционных обработках почвы. Результаты исследований показали, что наиболее оптимальная плотность складывается при нулевой обработке 1,20 г/см<sup>3</sup>, тогда как при минимальной – 1,32 г/см<sup>3</sup>, при традиционно – 1,38 г/см<sup>3</sup>. По содержанию влажности почвы лучшие показатели имеют вариант нулевой обработки, где в пахотном слое содержится 21,16% воды, традиционной - 20,03%. Наибольшим показателем порозности характеризуется вариант с нулевой обработкой почвы 56,7% и наименьшим вариантом с традиционной обработкой почвы 49,7%. Расчет продуктивной влаги по слоям почв показал явное преимущество нулевой обработки по сравнению с минимальной и традиционной обработкой. По запасам влаги в слое 0-50 см нулевая обработка имела 185 мм влаги, минимальная 117 мм и традиционная – 129 мм влаги. Средневзвешенные показатели водно-физических свойств показали преимущество нулевой обработки по влажности, плотности, скважности, полной влагоемкости, а также по запасам влаги в слое 0-50 см. При нулевой технологии внесение фосфорных и азотно-фосфорных удобрений дает существенную прибавку только на второй культуре после пара. Наилучшая урожайность зерновых получена при нулевой обработке – 48,2 ц/га, при минимальной – 44,9 ц/га, традиционной – 39,3 ц/га. Наибольшая эффективность нулевой обработки почвы проявляется в засушливые годы.

Таким образом, для сохранения плодородия почв Северного Казахстана и управления ими, необходимо оптимизация всех показателей плодородия почв на основе рационального использования почвенных ресурсов иземель сельскохозяйственного назначения с минимальными затратами труда и средств, обеспечивающих воспроизводство почвенного плодородия и повышение сельскохозяйственного производства.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Земельные ресурсы (2017). Национальный доклад о состоянии окружающей среды РК и об использовании природных ресурсов. 462 с.
2. Абдыхалыков С.Д., Джалаңкузов Т.Д., Редков В.В. (2012). Черноземы и темно-каштановые почвы северного казахстана Алматы. 194 с.
3. Матышук И.В., Тимошин И.П., Чулаков Ш.А. (1960). Изменение свойств целинной почвы под влияние обработки и корневой системы яровой пшеницы. Тр.Института почвоведения АН КазССР.Т.11.С.60-91.
4. Емельянов И.И. (1953) К вопросу о географических закономерностях гумусообразования в почвах Казахстана. Почвоведение. М. №9, С.40-48.
5. Матышук И.В., Тимошин И.П., Чулаков Ш.А. (1959). Плодородие целинных почв при различных способах обработки и корневой системы яровой пшеницы. Изв.Ан.КазССР, сер.бот. №1, С.87-102.
6. Дурасов А.М.(1953). Почвы Северо-Казахстанской области. Тр.Ин-та почвоведения АН КазССР. Т.2
7. Боровский В.М., Успанов У.У., Шувалов С.А. (1964). Основные черты почвенного покрова и земельные ресурсы Казахстана. В сб.: «Почвенные исследования в Казахстане». Алма-Ата. С.11-55.
8. Абдыхалыков С.Д.(1991). Темно-Каштановые почвы Центрального Казахстана // Алма-Ата. КазГосИНТИ (Деп.5.04.91г., №3359-Ка-91). 222 с.
9. Науменко А.А. (1975). Структурный состав и некоторые вопросы водного режима темно-каштановых почв Костанайской области в связи с длительностью их освоения // Изв. АН КазССР, сер.биол.№3, С.45-49.
10. Джалаңкузов Т.Д., Абдыхалыков С.Д., Редков В.В., Рубинштейн М.И., Сулейменов Б.У. (2004). Основные результаты многолетнего мониторинга почв Северного Казахстана. В сб.: «Актуальные проблемы почвоведения» (к 50-летию освоения целинных и залежных земель). Алматы. Об-во «Тетис».С.45-56.

# TESTING OF WINERY WASTES AS ORGANIC FERTILIZERS IN VINEYARD ON CAMBIC CHERNOZEM

Andrei SIURIS, Tatiana CIOLACU

Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo"  
100 Ialoveni str., Chisinau, the Republic of Moldova, MD-2070  
e-mail: [siurisandrei@mail.ru](mailto:siurisandrei@mail.ru); [ciolacutatiana5@gmail.com](mailto:ciolacutatiana5@gmail.com)

**Abstract.** The paper presents the results of testing of winery wastes (wine yeast and vinasse) as fertilizer on cambic chernozem in vineyards. The research established that a ton of solid wine yeast contains 48 kg of NPK. The wine yeasts applied as fertilizer provided an increase of grapes of 88-100 kg per one ton of fertilizer, and the vinasse – 2-3 kg per one cubic meter of fertilizer. In addition, wine yeasts and vinasse used as fertilizer have a beneficial effect on soil fertility, its physical and physico-chemical properties.

**Key words:** cambic chernozem, wine yeasts, humus, agrochemical indices, vinasse.

## INTRODUCTION

A genial idea that gave birth to a new science – pedology, was the concept of V. Dokuchaev proposed in 1883 emphasizing that soil is a natural body formed during a long period of time under the influence of natural-pedogenetic factors (rock, relief, climate, vegetation, time) [1, 2, 3].

Today the ecological state of the environment is deplorable in most natural and anthropogenic ecosystems. Environmental pollution is a major danger to the humankind, as well as for other living organisms from the Terra. The main natural wealth of the Republic of Moldova are soils, which require permanent attention of the State, the research institutions and of each person apart. According to the Moldavian ecologist Vladimir Garaba, our country risks becoming rubbish dump. There are no toxic waste processing/recycling companies in the Republic of Moldova. But there is a number of wastes that cannot be thrown chaotic, as, for example, winery wastes, which are produced in thousands of tons and represents a great source of environment pollution [4].

In this regard, our paper is dedicated to the reuse of winery wastes, namely their use as fertilizer in the vineyards planted on cambic chernozem. The main purpose of the research was to assess the chemical composition and the fertilizing potential of winery wastes in order to use them as organic fertilizers. Basing on the results of our research, several waste application technologies have been developed [5, 6, 7].

## MATERIALS AND METHODS

The research was carried out in the period 2011-2018 within the technological-experimental station "Codru" in collaboration with the Scientific-Practical Institute of Horticulture and Food Technologies. The experience is located in the central part of the Republic of Moldova and, according to the pedo-geographical regionalization, is located in the Codri area, the district of the cambic, typical chernozems and gray forest soils of South-Eastern Codri Hills. The territory is a part of the Isnovat river basin. The territory of the district presents a series of interfluvial fragments, and it does not constitute a geomorphological unit. The relief of Codru commune (Chisinau municipality), is represented by low hills, fragmented by a network of valleys, the main factor of their formation was the geological activity of the fluvial and pluvial waters.

The field is located on a northeastern slope with an inclination of 3-5°. Before the vineyard, here was located a peach orchard which was cleared in the autumn of 1996. After that, the field was used as a bare fallow. When the vineyard was founded in 1998, the field was ploughed at a depth of 60 cm with the incorporation of 50-100 t/ha of manure. For vineyard

foundation was used the Sauvignon variety planted on the Riparia x Rupertris 101-14 rootstock. Diagram of the location of the seedlings was 1.5 x 2.3 m.

The object of study was cambic chernozem with a very deep humus profile (about 114 cm), loamy-clayey on clay loam, which is characterized by the next type of soil profile: Ahp1-Ahp2-Ah-Bh1-Bhk2-BC-BCk-Ck. The profile is located 110 m south-west from the gas station and 233 m south-west from the water tower. Effervescence occurs from 108 cm. At the depth of 137-150 cm is the horizon of maximum accumulation of carbonates, represented in the form of nodules and concretions. The main nutritive elements incorporated in the soil with the winery wastes are presented in the table 1.

Table 1. Scheme of experience and main nutritive elements incorporated into the soil with winery wastes

Variant of fertilization	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg/ha		
1. Unfertilized control	-	-	-
2. Wine yeasts (N <sub>100</sub> ), 13 t/ha	100	16	300
3. Wine yeasts (N <sub>200</sub> ), 26 t/ha	200	32	600
4. Vinassee, (K <sub>450</sub> ) 300 m <sup>3</sup> /ha	21	18	450
5. Vinassee, (K <sub>900</sub> ) 600 m <sup>3</sup> /ha	42	36	900

Prior to the experience foundation initial soil samples were collected from each variant at depths of 0-30 cm and 30-60 cm for the analysis of the main indices (soil moisture, humus content, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) and ionic composition of water extract. In order to determine the changes in soil fertility soil samples were collected after grapes harvest, from each plot at the aforementioned depths in the autumn of the same year (04.10.2011). The same indices were analyzed in the collected samples. In order to assess the quality status of the soil cover of the experience, soil samples were collected from soil profile on genetic horizons for laboratory analyzes. The soil samples were analyzed for pH, carbonate content, humus content, determination of total nitrogen, available phosphorus and potassium, as well as the chemical composition of the water extract and the content of exchangeable cations. The laboratory analyzes of soil samples and of winery wastes were carried out using methods in accepted in the Republic of Moldova.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

*Characteristics of the investigated soil.* A neutral up to slightly alkaline reaction characterizes the soil of the experience. The pH values are 6.6-8.2 (table 2). Carbonates appear from 108 cm. At a depth of 137-150 cm is the horizon with maximum accumulation of carbonates, represented in the form of nodules and concretions. The distribution of humus content on the soil profile is specific for the type of soil and is characterized by a sharp decrease from the superficial horizon to the lower ones. The character of total nitrogen decrease is slower, with significant differences among the genetic horizons. By the amount of humus in the upper part of the soil profile, the investigated cambic chernozem is placed in the class of "humiferous". The value of the ratio C: N decreases from the surface in depth from 12.2 to 8.2. The level mobile phosphorus content is "medium" (3.42 mg/100 g soil), and "high" for exchangeable potassium (43 mg/100 g soil). Composition of the exchangeable cations in the adsorptive complex of the investigated soil is typical for cambic chernozems. Exchangeable capacity for cations varies from 28.4 me/100 g soil in the Ahp1 horizon, to 23.2 me/100 g soil in the Ck horizon. In the composition of the exchangeable cations, the cation of Ca predominates.

The anionic composition is dominated by HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (0.2-0.54 me/100 g soil), the cationic Ca<sup>2+</sup> (0.17-0.44 me/100 g soil) - table 3. The soil is not salinized. Thus, we find that the investigated cambic chernozem is characterized by excellent and good chemical and physico-chemical properties for the growth of crop plants, including vineyards.

Table 2. Physico-chemical indices of the cambic chernozem. Technological-experimental station "Codru".

Horizon and depth, cm	pH (H <sub>2</sub> O)	CaCO <sub>3</sub>	Humus content, %	N total	C:N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Suma
						mobile forms, mg/100 g soil		me/100 g soil		
Ap1 0-16	6,8	0	4,64	0,22	12,2	3,42	43	25,2	3,2	28,4
Ap2 16-43	6,6	0	3,97	0,20	11,5	1,76	16	24,8	4,0	28,8
A 43-80	6,6	0	3,55	0,18	11,4	1,23	15	24,4	4,8	29,2
B1 80-97	6,8	0	1,92	0,11	10,1	0,72	14	23,6	2,8	26,4
B2 97-114	7,6	4,7	1,41	0,08	10,2	0,6	14	24,0	4,0	28,0
BC 114-150	8,0	16,1	0,85	0,06	8,2	0,36	12	20,0	4,0	24,0
BCk 150-195	8,1	14,3	0,56	0	0	0,20	12	18,8	5,2	24,0
Ck 195-205	8,2	13,2	0,36	0	0	0	11	18,0	5,2	23,2

Table 3. Ionic composition of the water extract of the cambic chernozem. Technological-experimental station "Codru"

Horizon and depth, cm	Dry residue, %	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
		me/100 g soil						
Ap1 0-16	0,040	0,20	0,12	0,23	0,21	0,16	0,04	0,14
Ap2 16-43	0,025	0,15	0,09	0,13	0,17	0,12	0,01	0,07
A 43-80	0,026	0,17	0,08	0,13	0,17	0,12	0,01	0,08
B1 80-97	0,030	0,19	0,06	0,15	0,20	0,10	0,01	0,09
B2 97-114	0,038	0,54	0,04	0,11	0,43	0,17	0,01	0,08
BC 114-150	0,039	0,49	0,04	0,17	0,44	0,18	0,01	0,08
BCk 150-195	0,039	0,46	0,03	0,20	0,42	0,19	0,01	0,08
Ck 195-205	0,039	0,49	0,03	0,18	0,42	0,20	0,01	0,08

### Chemical characterization of wine wastes

Solid wine yeasts are characterized by an acidic reaction. The average pH value is 3.5 (table 4). Moisture ranges from 42.0 to 58.9%, with an average of 48.0%. The chemical composition demonstrates that solid yeasts are an important source of organic matter for soil and nutrients for agricultural plants. Calculated from the weight with natural moisture, the content of organic substances is on average 46.8%. The standard deviation of the average value is 9.5%, the coefficient of variation - 20.3%. From the primary elements, the total potassium predominates, making up an average of 2.5%, followed by the total nitrogen - 1.5% and the total phosphorus - 0.70%. Compared to conventional manure, solid wine yeasts contain 2.7 times more nitrogen, 1.6 times more phosphorus, 2.4 times more potassium and 2.7 times more organic matter. On average, one ton of solid wine yeast with natural moisture contains 47 kg NPK, with a ratio between these elements 1: 0.5: 1.7, which corresponds approximately to the nutritional needs of the main cultivated plants. So, we can see that solid wine yeasts are concentrated fertilizers that can economically justify their transport over long distances, over 10 km from wine factories.

Vinassee is characterized by an acidic reaction. The average pH value is 3.4 units (table 5). The dry residue ranges from 7.5 to 24.7 g/l, averaging 15.2 g/l. The content of organic matter makes up 13.3% on average, with a variation from 6.3% to 21.7%. Mineral compounds makes on averadge 1.9 g/l. Among the primary elements, the total potassium with the average value of 0.12% predominates in the composition of the vinassee. The total nitrogen and phosphorus content makes on average 0.02%. Of the total nitrogen content, the ammoniacal nitrogen makes about 34%. In the water extract, the monovalent cations of potassium (579 mg/l) and sodium (172 mg/l) predominate. The concentration of bivalent calcium and magnesium cations is on average 106 mg/l and 84 mg/l. Sulphates predominate among anions. Their concentration ranges from 79 mg/l to 280 mg/l with an average value of 155 mg/l. Chlorine content ranges from 69 to 122 mg/l, averaging 90 mg/l.

Table 4. Chemical composition of solid wine yeasts from wineries, reported to weight with natural moisture (2010-2018), n = 10

Index and measure unit	x	min	max	S	V, %	Sx	Sx, %	$\Delta x (+/-)$
pH	3,5	3,2	3,7	0,12	3,5	0,07	2,0	0,2
Moisture, %	48,0	42,0	58,9	9,6	20,0	5,5	11,6	18
Organic matter, g/l	46,8	38,3	50,3	9,5	20,3	5,5	11,7	17,6
Ash, %	5,3	2,8	8,8	3,1	55,0	1,7	32,0	5,1
Carbon, %	23,4	19,2	25,5	1,2	5,2	0,6	2,6	2,0
Total nitrogen, %	1,50	0,77	1,81	0,6	40,0	0,35	23,0	1,1
N-NO <sub>3</sub> , mg/100 g soil	1,60	0,71	2,80	0,68	42,5	0,30	0,02	0,99
N-NH <sub>4</sub> , mg/100 g soil	32,9	26,9	51,7	2,41	7,32	1,08	3,28	3,55
Total phosphorus, %	0,70	0,60	0,79	0,12	18,5	0,07	10,6	0,2
Total potassium, %	2,5	2,3	2,7	0,26	10,2	0,15	5,8	0,5

Table 5. Chemical composition of vinasse from wineries (2010-2018), n = 10

Index and measure unit	x	min	max	S	V, %	Sx	Sx, %	$\Delta x (+/-)$
pH	3,4	3,0	3,7	0,26	7,8	0,13	3,8	0,4
Dry residue, g/l	15,2	7,5	24,7	7,3	47,8	3,3	21,8	9,2
Fixed residue, g/l	1,9	1,2	2,9	1,2	65,0	0,5	28,7	1,3
Organic matter, g/l	13,3	6,3	21,7	10,7	80,3	4,9	36,6	12,7
Total nitrogen, %	0,02	0,007	0,05	0,02	82,5	0,01	48	0,02
Total phosphorus, %	0,02	0,006	0,039	0,02	82,5	0,01	48	0,02
Total potassium, %	0,12	0,048	0,157	0,04	37,0	0,02	15	0,05
N-NH <sub>4</sub> , mg/l	67	52	86	25,4	37,7	12,7	18,8	35,6
N-NO <sub>3</sub> , mg/l	9,3	0,31	23,8	6,4	68,6	3,2	34,4	9,0
Ca <sup>2+</sup> , mg/l	106	72	120	20	19	9,0	8,0	23
Mg <sup>2+</sup> , mg/l	84	49	146	36	43	16	19	42
Na <sup>+</sup> , mg/l	172	125	210	44	25	20	12	51
K <sup>+</sup> , mg/l	579	335	1127	333	61	161	28	418
Cl <sup>-</sup> , mg/l	90	69	122	24	26	11	12	28
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l	155	79	280	75	48	34	22	88

### The influence of winery wastes on the main indicators of soil fertility

*Organic matter content.* The average data for eight years revealed that soil fertilization with yeasts of wine in doses of 13 and 26 t/ha, equivalent to 100 and 200 kg N/ha annually, leads to a significant increase in the content of organic matter in the 0-30 cm layer of soil (table 6).

The increase of organic matter in average for eight years was 0.23 and 0.37% respectively or 6118 and 9842 kg/ha. The application of vinasse at the dose of 300 (K<sub>450</sub>) and 600 (K<sub>900</sub>) leads to statistically significant increases in the content of the organic matter in all eight years of experimentation (2011-2018). The average increase compared to the control was 0.18 and 0.27% or 4788 and 7182 kg/ha.

*Available phosphorus and potassium.* Data regarding the effects of fertilization with wastes from the wineries on the available phosphorus content in the plowed layer of cambic chernozem are presented in table 6. Our research has found that fertilization with wine yeasts at doses of 13 and 26 t/ha (equivalent to N<sub>100</sub> and N<sub>200</sub>) led to a statistically significant increase in the available phosphorus content. During the eight years the average value of the available phosphorus content, compared to the control, increased by 0.62-1.00 mg/100 g soil (16.4-27.0 kg/ha). The application of vinasse at doses of 300 (K<sub>450</sub>) and 600 (K<sub>900</sub>) led to statistically significant increases in the values of available phosphorus content during all eight years of experimentation (2011-2018). The phosphorus increase on average was 0.30 and 0.31 mg/100 g soil (8.1 and 8.4 kg/ha).

Table 6. The influence of the winery wastes on the main soil fertility indices in the 0-30 cm layer of cambic chernozem, % from soil mass. Technological-experimental station "Codru"

Variant of the experience	Organic matter			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	average content, %	increase		average content, mg/100 g sol	increase		average content, mg/100 g sol	increase	
		%	kg/ha		mg/100 g sol	kg/ha		mg/100 g sol	kg/ha
1. Unfertilized control	3,99	-	-	2,17	-	-	28	-	-
2. Wine yeasts (N <sub>100</sub> ), 13 t/ha	4,22	0,23	6118	2,79	0,62	16,4	36	8	183
3. Wine yeasts (N <sub>200</sub> ), 26 t/ha	4,36	0,37	9842	3,17	1,00	27,0	40	12	274
4. Vinassee, (K <sub>450</sub> ) 300 m <sup>3</sup> /ha	4,17	0,18	4788	2,47	0,30	8,1	38	10	229
5. Vinassee, (K <sub>900</sub> ) 600 m <sup>3</sup> /ha	4,26	0,27	7182	2,48	0,31	8,4	41	13	297
DL, 0,5%	0,17	-	-	0,15	-	-	6,7	-	-

Statistically significant increases of available potassium, in comparison to the control, were registered only at the application of vinassee in the doses of 300 and 600 m<sup>3</sup>/ha. In the variants fertilized with wine yeasts in the doses of 13 and 26 t/ha the differences in potassium content, in comparison with the control, were insignificant.

### Productivity of Sauvignon variety at the application of wine wastes

The results of our research on application of the winery wastes in vineyards revealed that they had a beneficial influence on the productivity of the grapes (table 7). The application of wine yeasts in the doses of 13 and 26 t/ha annually ensured a significant increase of grape harvest on an average for eight years of 1.3-2,3 t/ha or by 12-21% more compared to unfertilized control (10.8 t/ha). A significant influence on the grapes productivity had also vinassee incorporated in the doses of 300 and 600 m<sup>3</sup>/ha annually. The average harvest increase in eight years was 0.9-1.0 t/ha or 8-9% more compared to the control.

Table 7. The influence of winery wastes on the Sauvignon grape harvest  
(the average for eight years 2011-2018)

Variant	Harvest, t/ha	Increase	
		t	%
1. Unfertilized control	10,8	-	-
2. Wine yeasts (N <sub>100</sub> ), 13 t/ha	11,9	1,3	12
3. Wine yeasts (N <sub>200</sub> ), 26 t/ha	12,8	2,3	21
4. Vinassee, (K <sub>450</sub> ) 300 m <sup>3</sup> /ha	11,7	0,9	8
5. Vinassee, (K <sub>900</sub> ) 600 m <sup>3</sup> /ha	11,8	1,0	9

### CONCLUSIONS

The investigated soil was cambic chernozem, with a very deep humus profile, loamy-clayey on clay loam, which is characterized by the next type of soil profile: Ahp1-Ahp2-Ah-Bh1-Bhk2-BC-BCk-Ck. Up to the depth of 108 cm the soil profile is free of carbonates. By the amount of humus in the upper part of the soil profile, the investigated cambic chernozem is placed in the class of "humiferous". The level of mobile phosphorus content is "medium" (3.42 mg/100 g soil), and "high" for exchangeable potassium (43 mg/100 g soil). The sum of the exchange capacity for cations varies from 28 me/100 g soil in the Ahp1 horizon to 23 me/100 g soil in the Ck horizon. In general, the investigated cambic chernozem is characterized by excellent chemical and physico-chemical properties. Winery wastes (wine yeast and vinassee)

have a high content of various nutrients and organic matter and must be included in the agricultural circuit through their use as fertilizer.

Fertilization with winery wastes has led to a significant increase in the content of organic matter on all the investigated variants within the limits of 0.18-0.37% or 4788-9842 kg/ha. There was a significant increase in mobile phosphorus with 0.30-1.0 mg/100 g soil or 8.1-27.0 kg/ha. Statistically significant potassium increases were recorded only at the application of vinase at the dose of 300 and 600 m<sup>3</sup>/ha. Exchangeable potassium increased in these cases with 10-13 mg /100 g soil or 229-297 kg/ha, respectively.

The average yields per hectare in the variants treated with winery wastes were 11.7-12.8 t/ha, being definitely higher than the one obtained in the control variant (10.8 t/ha). Grape production in the fertilized variants increased by 0.9-2.3 t/ha or 8-21%.

#### REFERENCES

1. Soil Survey Division Staff. 1951. Soil survey manual USDA, handbook no.18, Washington, DC.
2. Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey manual, USDA, Washington, 437 p.
3. Soil Survey Division Staff. 1975. Soil Taxonomy, USDA Handbook, No.436, Washington, 754 p. (second edition in 1999).
4. Biblioteca. Regielive .ro/referate/ecologie/deseurile-din-industria-vinicola-185849.html
5. **Siuris A. 2017.** Tehnologiaprovizorie de valorificare a drojdiilor de vin solide ca îngrășământ la viața-de-vie pe rod. În: studia Universitatis. Ser. Științe agicolești ale naturii. nr. 6 (101). Chișinău. p. 82-89.
6. **Siuris A. 2017.** Provisional technology for the use of vinassee as fertilizer in vineyards. In: Lucr. Șt. ale Univ. de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Ser. Agrochimie, vol. 60. p. 93-98.
7. **Siuris A., Plămădeală V., Ciolacu Tatiana. 2016.** Research on agronomic and economic effectiveness of wastes from the wine industry used as fertilizer in the Republic of Moldova. Lucrări Științifice – vol. 59/2016, seria Agronomie. Universitatea de Științe Agricole și MedicinăVeterinară, Iași. Proceedings of the international scientific congress. CD-ROM.

# **REBUILDING ORGANIC MATTER IN UKRAINIAN CHERNOZEMS THROUGH THE USE OF ORGANIC AMENDMENTS**

**Ievgen SKRYLNYK, Viktoria HETMANENKO, Angela KUTOVA**

National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”, 4, Chaikovska str., Kharkiv, Ukraine, 61024  
e-mail: vg.issar@gmail.com

**Abstract.** Analysis of agricultural soils quality in different agro-climatic zones of Ukraine proofed the process of soil degradation in the country. From one hectare of agricultural land up to 0.5-0.6 ton of humus is lost annually. It means that restoration of soil organic matter should be the option number one for Ukraine. The data of humus content dynamics in terms of regions and soil-climatic zones of Ukraine for the period from 1882 to 2010 is summarized. The impact of different doses, application methods and joint use of organic and mineral fertilizers on soil organic matter is analyzed. The conceptual basis of the use of organic fertilizers to manage soil organic matter is given. A differentiated approach to organic fertilizers recipes depending on soil and climatic conditions of its application is proposed. Heightening of efficiency of organic fertilizers for optimization of soil humus can be achieved by increasing organic matter income into a soil, desirably chemically "mature", and creation of conditions for their fixing, through compliance with the recommended doses, methods and timing of application. It is calculated that the positive balance of humus in the soil of Ukraine is possible in terms of the involvement of all non-tradable crops and carbonaceous materials (manure, litter, peat, sapropel, etc.) as organic fertilizers. There is necessity to improve regulatory methodological basis and to strengthen control of organic fertilizers quality in Ukraine.

**Key words:** chernozems, soil organic matter, tillage, organic fertilizers, organic waste management.

## **INTRODUCTION**

Soil organic carbon management is a key element in solving such urgent global-scale challenges as overcoming degradation of soils and mitigating climate change (Major, 2010). Progress in improving the management of soil organic carbon (SOC) is provided by international initiatives such as "4 per 1000" (2015), "Global Soil Organic Carbon Map" (FAO 2017), Land Degradation Neutrality (UNCCD, 2015).

Soil organic carbon is a key component of organic matter and closely associated with many soil physical, chemical, and biological processes. Carbon accumulation rates as well as capacity of a soil to maintain SOC level depend on a variety of factors. Many studies have shown that application of organic fertilizers was positively related to soil carbon accumulations (Skrylnyk, 2016). Organic fertilizers add organic C to the soil in addition to nutrients such as N, P, and K. Application of organic fertilizer stimulates biological activity, improves soil structure, water retention and preserves soil fertility. Moreover, increase in SOC content associated with increased organic inputs would also lead to development of climate-resilient soils adaptable to climate change due to increase in soil water holding capacity and drought resistant (Jastrow et al, 2007).

Ukraine is well-known in the world as a country with soils rich for organic carbon. Approximately 46 % of soils in Ukraine are classified as Chernozem (IUSS Working Group, 2015) which are essentially important for food security. Meanwhile, the level of arable land in Ukraine historically was formed too high and now it had exceeded 80% of agricultural land in half of regions. Increasing of productivity of cropland in Ukraine requires solution of issue of soil organic matter preservation. The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine developed suggestions regarding the implementation of Ukrainian national tasks to achieve land degradation neutrality, including organic carbon content stabilization in arable soils. By 2030, achievement of stable organic carbon content and increasing trend is planned. There is still much

uncertainty about how SOC stocks might change through time and what management practices could be implemented to maintain soil C stocks (Skrylnyk et al, 2017). Development and implementation of practices for SOC sustainable management are extremely important for soil protection in Ukraine.

## MATERIAL AND METHODS

Meta-analyses showed significant decrease in SOC stocks following conversion of virgin lands into croplands. Since expedition of soil scientist V.V. Dokuchaev in 1882 organic carbon in soils of Ukraine have been decreased in 1.3 times. For last decades SOC loss in soils has been surveyed in Ukraine (Figure 1). An average annual loss of total organic carbon from 1961 to 2010 is about 0.01% per year.

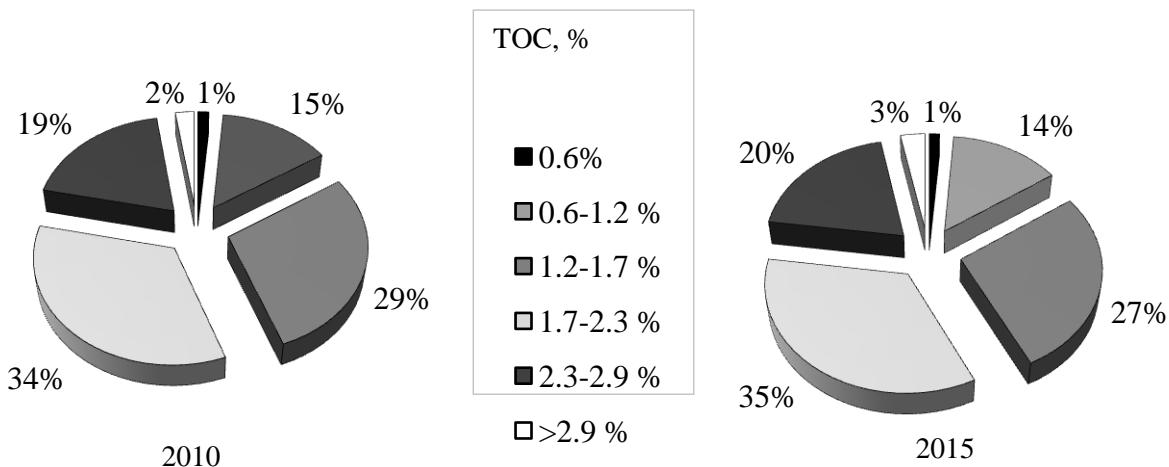


Figure 1. Percentage of croplands area in Ukraine with different TOC content in 2010 and 2015, % of total area of croplands

The main reason of the mentioned process is enormous lack of organic fertilizers connected with decreasing livestock production (in 3 times since 1992). Since 1985 there has been a decline of incorporation of organic fertilizers in 16 times in Ukraine. Only 1% of arable soils are treated with organic fertilizers.

Latitudinal geographic belts in Ukraine change from mixed forests on the north to steppes on the south of the country. This study suggests that long-term observation is needed to clarify soil organic matter transformation under the effect of organic fertilizer application.

Studies were conducted in long-term field experiments in Ukraine on Chernozem light loamy (established in 1912 The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, Kiev region), Chernozem heavy loamy (established in 1990 ISSAR State Enterprise "Experimental Farm "Grakivske", Kharkiv region), Chernozem medium loamy (established in 2001, Lugansk Institute of Agricultural Production, Lugansk region). Two types of fertilization regimes were compared: organic (manure) and chemical (NPK).

The territory of experimental fields is characterized by a temperate continental climate, sum of positive temperatures about 2400-2900°C. The average annual precipitation is 480-510 mm. Soil samples were collected from the 0-20 cm soil layer.

In field experiment total organic carbon (TOC) content in Chernozem heavy loamy under the effect of winter wheat straw application was studied on variants of combined and shallow tillage. 4.2 t of wheat straw was incorporated per hectare with addition of N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. Corn and sugar beet were cultivated.

Sampling and preparation for analysis was conducted by standard methods. Analytical research of organic fertilizer and soil samples was carried out in the certified laboratories of NSC ISSAR. Total organic carbon content was determined by Turin method. Different organic matter fractions were isolated: humic acid (HA), fulvic acid (FA), and humin. The statistical processing

of the data was performed by standard statistical methods (regression analysis, analysis of variance) using Statistica-10 software.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Continuous fertilization resulted in considerable changes of soil organic C in the topsoil (0-20 cm) (Figure 2). Significant increases in TOC concentrations were found after long-term organic fertilizer application and chemical (NPK) also. There was an exception for 100-years application of NPK on Chernozem light loamy- TOC content was by 3% less than without fertilization.

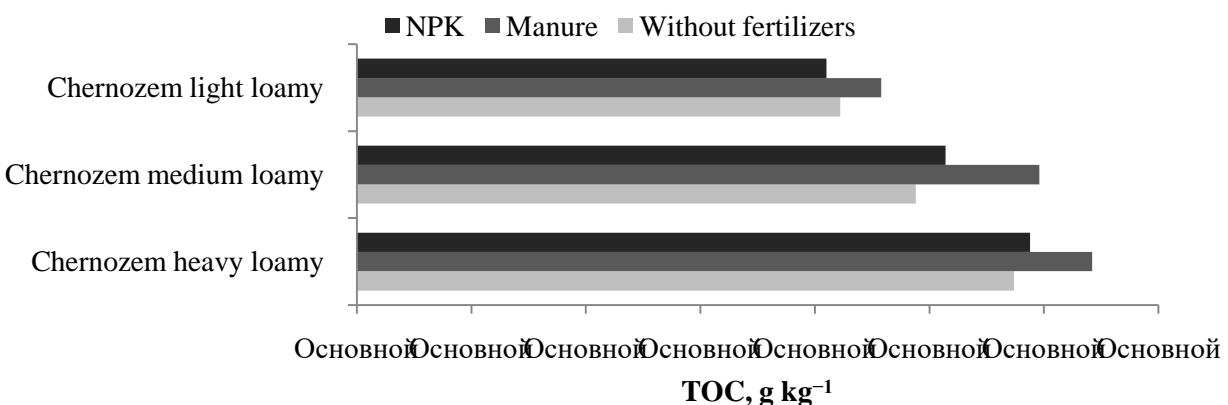


Figure 2. The effect of long-term fertilizer application on TOC content ( $\text{g kg}^{-1}$ ) in different Chernozem soils in Ukraine: Chernozem light loamy (100 years of fertilization), Chernozem heavy loamy (27 years of fertilization), Chernozem medium loamy (15 years of fertilization)

Adding organic matter to the soils, in the form of manure, resulted in increasing TOC content by 9-23 % compared with the control, where no fertilizer was applied. TOC content is associated with soil texture and fertilization system. The highest TOC ( $32,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) was observed under effect of regular manure incorporation into Chernozem with heavy loamy texture.

According to calculations, the change in TOC over sites and treatments were higher in Chernozem with medium loamy texture after manure application (by 23% more than no treatment). The rate of organic carbon over 100 years in Chernozem light loamy under the effect of manure application was by 9% more than no fertilization.

TOC concentrations were significantly higher on organic system of fertilization than the mineral system. Organic fertilizers affected soil C more than chemical fertilizers at least in 3 times. In 2019 livestock production system in Ukraine can provide manure application in a rate 2.7 tons per hectare. Due to manure application decreasing the role of alternative fertilizers is constantly increasing.

To assess the role of organic inputs as a source of SOC, not only, the data about total content of carbon, but also its organic matter composition is necessary. Organic substances applied into a soil is an important factor of mineralization, synthesis and resynthesis of humic compounds. It is proved that a complex mixture of organic compounds with different degree of stability entered in a soil with organic inputs (Table 1).

Table 1. Characteristic of organic materials as sources for soil organic matter

Sample	Dry matter, %	pH	Ctot, %	Pyrophosphate extraction			C/N
				Ctot, %	Cha, %	Cfa, %	
Cattle manure	88,2	7,9	30,1	6,9	4,2	2,7	13
Chicken manure	18,6	7,6	30,2	5,1	1,1	4,0	6
Pork manure (solid fraction)	18,6	6,4	44,1	7,7	3,1	4,6	19
Sapropel	25,1	7,0	34,8	4,7	2,1	2,6	0,8
Solid waste of gelatin production	84,4	6,7	18,9	10,9	3,6	7,3	0,5

General management practices which may benefit C accumulation in soils include the use of cover crops, the improvement of crop rotations, the addition of organic amendments to soils, the better management of soil tillage events, etc. Implementation of management practices for SOM restoration should be combined with the knowledge of how to adapt these practices to local conditions thus maximizing agronomic use efficiency and crop productivity.

The significance of recycling organic amendments has become even more pronounced considering the escalating prices of chemical fertilizers. One reason for the poor cycling of local materials in Ukraine is an insufficient availability of organic materials, except of crop residues.

Crop residues represent a large amount of biomass. An average, a straw contents 0.5% nitrogen, 0.2% phosphorus, 0.8-1% potassium, 35-40% total carbon, 0.15% magnesium and sulfur. Crop residues application is widely known to increase soil organic carbon. Winter wheat straw application in Chernozem with heavy loamy texture in case shallow tillage provided an increase in TOC content by 4% (Figure 3).

The study of processes of humification and mineralization using a kinetic model of transformation showed that increased norms of organic fertilizers application lead to sharp intensification of mineralization processes. Thus, the highest efficiency of organic fertilizers was observed in case of application in recommended norms. Increase of norms accompanied a significant decrease of profitability and environmental risks.

Significant impact on a degree of humification of organic amendments has a depth of incorporation (Figure 4). The humification coefficient is the fraction of amount organic matter input that is converted to humus material. In case of shallow applying (0-10 cm) of organic materials mineralization processes sharply increase. If depth of applying is 25-30 cm humification coefficients could be higher by 60% than the average. Application of the combination of crop residues and nitrogen fertilizer which provide the ratio of carbon to nitrogen 20 - 25 could increase humification coefficient in 3 times compared with crop residues application without adding nitrogen.

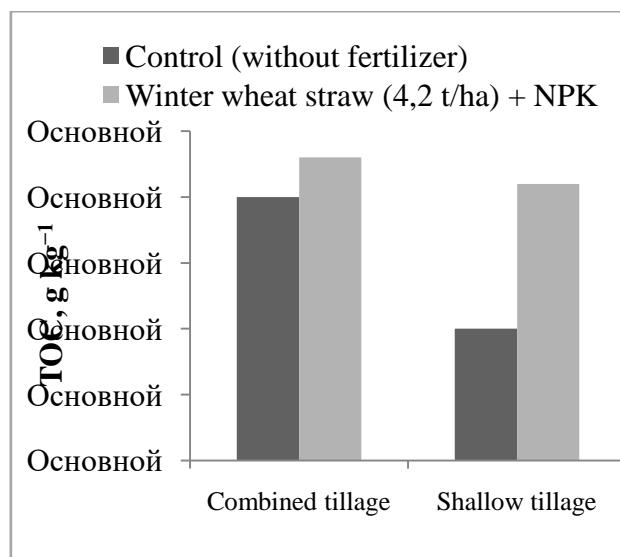


Figure 3. TOC content in Chernozem heavy loamy under the effect of winter wheat straw incorporation and combined and shallow tillage,  $\text{g kg}^{-1}$

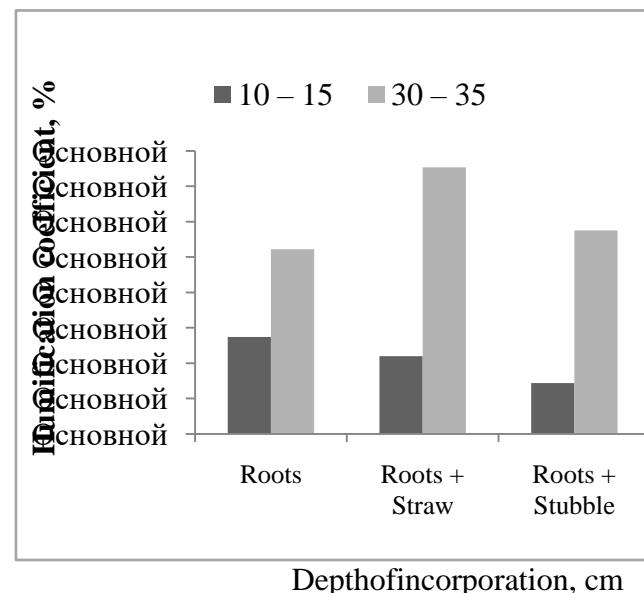


Figure 4. Humification coefficients of winter wheat residues (roots, straw and stubble) in dependence on depth of incorporation into Chernozem heavy loamy, %

Organic fertilizers application has significant potential for sequestering C in soils, but efficiency depends on decomposability/degradability of inputs. It was determined that composting of chicken manure causes formation of stable humic acids with aromatic structure. According to molecular distribution and electrophoretic mobility data it is concluded that more resistant to mineralization humic acids form in a soil under the effect of composts.

## CONCLUSION

Repeated measurements from 1882 to 2010 proofed the decrease of organic matter in soils of Ukraine. In 2015 the average total organic carbon content according to results of agrochemical land certification is  $18,3\text{ g kg}^{-1}$ . It shows a positive trend of SOC accumulation in comparison with 2010 data. This trend is associated with an increase of crop residues incorporation. Mean while the rate of organic fertilizers application during the past 10 years was about  $0.5 \text{ tha}^{-1}$  instead of recommended norms  $8\text{-}14 \text{ t ha}^{-1}$ .

Long-term fertilization (100, 28 and 17 years of manure application) promotes considerable changes of total organic carbon content in Chernozem with different texture. Chemical fertilization retarded the SOC decline compared with no fertilizers applied. Organic fertilizer application can increase TOC by 23% compared to the initial concentration.

In a concept of SOM reproduction an increasing of efficiency of manure and application of crop residues, especially straw of winter crops are declared.

It is noted, firstly, dependence of intensity of humification on a quality of organic inputs, secondly - a need for zonal approach to organic fertilizers production based on amphiphile properties of macromolecules.

Basics of SOC regulation in condition of intensification of agricultural production include implementation of measures which provide enhancing of organic matter income into a soil in the form of roots, crop residues and organic fertilizers and creating conditions for humification.

Involvement of local organic materials to fertilizer production, development of technologies to improve their ameliorative properties, compliance to recommended doses, methods and timing of incorporation organic fertilizer into a soil, optimum ratio between them and chemical fertilizers in particular crop rotation, soil and climatic conditions could increase the efficiency of organic fertilizers as a factor of SOC regulation.

## REFERENCES

- Jastrow J. D., Amonette J. E., Bailey V. L. (2007).** Mechanisms controlling soil carbon turnover and their potential application for enhancing carbon sequestration. *Climat. Change.* V. 80. Nr. 1-2. 5-23.
- Major J. (2010).** Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Glob. Chan. Boil.* V. 16, 1366-1379.
- Skrylnyk Ye. V. (2016).** The impact of different fertilization systems on content, composition, energy intensity of organic matter in chernozem soil. *Agricultural Science and Practice*, Nr. 2, 49–55.
- Skrylnyk Ye., Shevchenko M., Popirny M., Nikolov O. (2017).** Conformational restructures of superstructure of humic acids of chernozem typical in dependence by soil tillage [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus]. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi*, Nr. 63 (2), 209-221.

# КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА ЧЕРНОЗЁМОВ УКРАИНЫ

СОЛОВЕЙ В. Б.

«Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского»,  
ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024, E-mail:gruntpokrov@ukr.net

*Abstract. The issue of improving the diagnosis of chernozem soils based on the use of quantitative parameters of their properties is considered. The necessity of using relative diagnostic coefficients is shown, their gradations are proposed at various taxonomic levels.*

**Keywords:** chernozem, diagnostics, properties, coefficients, gradations.

## ВСТУПЛЕНИЕ

Получение точной и достоверной информации о современном состоянии чернозёмных почв невозможно без объективной диагностики их генетического статуса, особенно в аспекте оценки ресурсов их влагообеспечения. Чернозёмы как гидродефицитные почвы сформировались под травянистыми ценоземи с однотипным характером распространения вглубь корневой системы, что обуславливает близкий характер изменения содержания гумуса с глубиной и существенно препятствует объективной диагностике эколого-генетического статуса почв в аспекте увлажненности. Использование для их идентификации преимущественно морфологических критериев приводит к неизбежному субъективизму в исследованиях, препятствует оценке реальных ресурсов влагообеспеченности. За более чем 150-летний период научного изучения чернозёмных почв набор морфологических диагностических критериев в виде мощности их профиля и отдельных генетических горизонтов, глубины вскипания карбонатов кальция и появления белоглазки не претерпел особых изменений. Использование абсолютных параметров свойств, прежде всего содержания гумуса, также имеет длительную историю, однако без особого эффекта из-за зависимости от других показателей, в частности – гранулометрического состава. В результате идентификация эколого-генетических показателей не обеспечивает однозначности, что требует уточнения результатов с помощью количественных критериев.

В последние годы в Украине разработана эколого-генетическая субстантивная классификация почв на количественной основе [1,2], которая позволяет более точно определять эколого-генетические особенности почв с помощью относительных диагностических коэффициентов – коэффициента профильного накопления гумуса (КПНГ) и коэффициента относительной аккумуляции гумуса (КОАГ). Также разработан способ определения надтипового коэффициента регрессивности органопрофиля (КРО) [3].

Цель этой работы – разработать количественную диагностику чернозёмных почв Украины.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были чернозёмные почвы: чернозёмы оподзоленные, чернозёмы типичные, чернозёмы обыкновенные и чернозёмы южные, – распространённые в различных регионах Украины, сформированные преимущественно на лесах. Использовались экспериментальные материалы различных лет.

КРО рассчитывался как соотношение содержания гумуса в слоях 0-30 см и 30-100 см. КПНГ определялся как отношение содержания гумуса к физической глине в слое 0-100 см, а КОАГ – как отношение содержания гумуса к физической глине, умноженное на 10, в слое 0-30 см. Использовались преимущественно данные для пахотных почв.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодня вопрос классификации и количественной диагностики чернозёмных почв на более высоком, чем тип почвы, таксономическом уровне окончательно не решен, несмотря на наличие различных предложений. Причина состоит в отсутствии до последнего времени четких количественных критериев их выделения.

Было установлено, что почвам одного ряда почвообразования присущ близкий характер профильного распределения гумуса, обусловленный исходящим распространением корней травянистой растительности [3]. В связи с этим, для генетически близких почв существует определенная величина, почти константа, которая параметрически характеризует особенности снижения содержания гумуса с глубиной – коэффициент КРО. Для чернозёмов типичных, обыкновенных и южных его значения практически не различаются и составляют 1,3-1,6 (табл. 1).

Таблица 1. Параметры относительных диагностических коэффициентов чернозёмных почв

Почва	КРО	КПНГ	КОАГ
Чернозём оподзоленный	1,7-2,0	0,051-0,070	0,74-1,15
Чернозём типичный	1,4-1,6	0,075-0,100	0,96-1,35
Лугово-типичночернозёмная	1,4-1,6	0,090-0,125	1,20-1,65
Чернозём обыкновенный	1,3-1,5	0,055-0,065	0,68-0,95
Лугово-обыкновенночернозёмная	1,3-1,5	0,065-0,085	0,82-1,20
Чернозём южный	1,3-1,5	0,045-0,055	0,55-0,66
Лугово-южночернозёмная	1,3-1,5	0,055-0,065	0,68-0,81
Темно-каштановая	1,3-1,5	0,035-0,045	0,45-0,53
Каштановая солонцеватая	1,3-1,5	0,030-0,035	0,35-0,45

Близкие к чернозёмам параметры КРО имеют темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы, что свидетельствует об их генетической близости к чернозёмам и обуславливает их отнесение к одному ряду почвообразования – гумусо-аккумулятивному.

Чернозёмы оподзоленные, наоборот, отличаются более высокими значениями КРО – в пределах 1,7-2,0, что свидетельствует об их общности с почвами оподзоленного ряда.

С помощью коэффициента КПНГ чернозёмные почвы диагностируются на уровне типа в зональном аспекте. Несмотря на то, что параметры КПНГ в чернозёмах оподзоленных и обыкновенных близкие, нахождение этих почв в различных природно-климатических зонах позволяет использовать этот критерий. Особенно ценно использование параметров КПНГ для выделения полугидроморфных чернозёмных почв. Не всегда есть возможность глубокопрофильных исследований, поэтому увеличенные параметры КПНГ на 15-25 % по сравнению с автоморфными фоновыми зональными чернозёмами позволяют идентифицировать их полугидроморфные аналоги.

Значения КОАГ для чернозёмов оподзоленных, чернозёмов типичных и чернозёмов обыкновенных имеют довольно широкий диапазон, что связано с различиями в увлажнении, прежде всего в подзональном аспекте. Между КОАГ чернозёмов и гидротермическими условиями теплого периода через гидротермический коэффициент Селянинова за период май – сентябрь(ГТК<sub>v-ix</sub>) связь почти функциональная ( $R=0,98$ ), поэтому его можно использовать для диагностики увлажнённости в теплый период года. По этому признаку чернозёмы оподзоленные дифференцируются на 4 подтипа, чернозёмы типичные и обыкновенные – на 3 подтипа. Каждый из них имеет определенные параметры градаций

КОАГ и соответствующие ему значения ГТК<sub>V-IX</sub>. Это позволяет по свойствам чернозёмов надежно определять их влагообеспеченность.

Особое значение имеет показатель КОАГ в качестве критерия влагообеспеченности склоновых чернозёмов. Длительное время короткопрофильные их виды выделяли как различной степени смытые. Однако в большинстве случаев они ксероморфные, то есть засушливых местоположений. Выделяются по влагообеспеченности 5 видов чернозёмов на склонах – аналогичные плакорным, слабоксероморфные, среднексероморфные, сильноксероморфные, а также повышенного увлажнения. Для каждого вида склоновых чернозёмов, помимо морфологической, разработана количественная диагностика с использованием значений КОАГ [1]. Слабоксероморфные виды диагностируются по снижению КОАГ сравнительно с фоновыми чернозёмами плакоров на 10-25 %, среднексероморфные – на 25-35 %, сильноксероморфные – на 35-50 %. Повышено увлажненные виды, наоборот, диагностируются увеличением КОАГ на 5-15 % наряду с увеличением мощности почвенного профиля.

Применение относительных диагностических критериев позволяет более объективно идентифицировать эколого-генетический статус чернозёмных почв, повышать информативность почвенных данных.

## ВЫВОДЫ

Применений традиционной морфологической диагностики чернозёмных почв не позволяет объективно определить их эколого-генетический статус. При условии ее дополнения относительными диагностическими коэффициентами КРО, КПНГ и КОАГ повышается точность идентификации чернозёмов, возрастает информативность почвенных данных в аспекте влагообеспеченности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. (2005). Класифікація ґрунтів України / За ред. д.с.-г. наук, проф. М. І. Полупана. – К.: Аграрна наука. – 298 с.
2. Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А. (2005). Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України/ За ред. д.с.-г. наук, проф. М. І. Полупана. – Київ: Колобіг. – 303 с.
3. Соловей В.Б. (2015). Пат. 101351 Україна, МПК G 01 N 33/24. Спосіб кількісного визначення надтипового рівня грунтоутворення / Соловей В.Б.; заявник та патентовласник Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». – № u201501869; заявл. 03.03.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 17.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ДРОНА

Максим СОЛОХА

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»  
61024, ул.Чайковского, г.Харьков, Украина  
e-mail: solomax@ukr.net

*Abstract. Determining the winter wheat state regarding the necessary for nitrogen top dressing in the spring based on aerial photography from drones is an urgent issue in recent years. The emergence of new tools (aerial photography from the drone) gave impetus to constant monitoring of crops, including crops. Constant over flights give an idea of the crop state on the field, but this is not enough for a complete assessment, namely the need for doses of nitrogen fertilizers in the early stages of development and a preliminary assessment of yield. The procedure and results of experiments for developing a methodological approach to determining the standards of nitrogen fertilizers of winter wheat are disclosed.*

**Key words:** aerial photography, condition assessment, crops, drone, nitrogen fertilizers.

## ВВЕДЕНИЕ

Определение состояния и классов (видов) сельскохозяйственных культур на основе аэрофотосъемки является насущной проблемой при оценке будущего урожая, или необходимости своевременного внесения удобрений.

Но для оценки состояния сельскохозяйственной растительности с помощью аэрофотосъемки надо иметь фундаментальную базу на новом методическом уровне. Сорняки, или «сорная» растительность имеют схожие спектральные характеристики с сортами сельскохозяйственной растительности на первых этапах вегетации. Начиная с конца 40-50х годов 20 века некоторые исследователи (в частности, Е.Л. Кринов, 1947) пытались провести классификацию спектральных характеристик сельскохозяйственных растительности. Однако и сейчас на территории Украины нет полноценной базы данных по описанию этих характеристик. Полноценную базу спектральных характеристик сельскохозяйственных растительности не было сделано по ряду причин: начиная с конца 90-х беспорядок в экономике привел к запустению этого научного направления, был потерян прежде всего инструментарий (спутники), а затем научные кадры (а с ними и методологию исследований), зарубежные космические снимки не перекрывают потребности накопления необходимых статистических данных для создания такого рода данных на уровне хозяйства, методические подходы к оценке спектральных характеристик сельскохозяйственных растительности являются устаревшими, поскольку основаны на фактических данных еще советского периода (как аэрофотосъемка, так и космические снимки).

Спектральные характеристики сельскохозяйственных растительности уже традиционно рассчитывают на основе различных вегетационных индексов. Например, вегетационный индекс NDVI это эмпирическое (расчетное) значение, которое не имеет собственной измерительной единицы и рассчитывается как отношение разницы между инфракрасными и красным каналами съемки. При такой оценки уменьшается влияние оптической толщины атмосферы (водяной пыли, взвесей), так и других метеорологических и природных (в этом случае негативных) факторов. Самый распространенный в использовании индекс NDVI (справедливо и для других индексов) предназначен для измерения индекса биомассы, используется и для определения эколого-климатических характеристик растительности, но в то же время может показывать значительную корреляцию с некоторыми

параметрами в других областях, а именно: производительностью (при временных изменениях), биомассой, влажностью, испарением, объемом осадков, выпавших мощностью снежного покрова - [Казаков С., 2011 г.]. Более того зависимость между этими факторами не прямая и обусловлен не только климатическими, так и экологическими особенностями на опытной территории. При расчете NDVI существует также временной «сдвиг» соответствующей реакции и резкого изменения состояния растительности.

Уже существуют результаты практических исследований, доказывающие что спектральные характеристики растительности, в первую очередь сельскохозяйственной меняются (например, в яровой пшеницы резко увеличиваются) после выпадения осадков, но потом возвращаются к прежнему уровню через несколько суток. Вегетационный индекс не в состоянии правильно интерпретировать эти изменения (потому что нет необходимой частоты съемки).

Опытные пользователи, которые активно внедряют NDVI в оценки сельскохозяйственных культур уже используют его как промежуточный слой для оценки для более сложного типа анализа и для решения широкого круга научных задач [1, 3, 4, 5, 6].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились с помощью дрона с установленной камерой (модель Pentax W60) со следующими настройками 1 / 2,3 "CCD-матрица, затвор при съемке 1 / 5-1 / 320. ISO 50-1600 в режиме Digital SR (5 Mp), в режиме серийной съемки. Алгоритм исследований с помощью дрона состоял из полевого и камерального этапов.

Полевой этап исследований включал в себя подготовку дрона к взлету, непосредственно съемку во время полета и первичную обработку аэрофотоснимков.

Полет дрона проводился с покрытием объекта исследования аэрофотосъемкой путем облета всей территории исследования. Высота полета дрона над тестовыми площадками (объектами) была в диапазоне от 80 м до 100 м, съемка проводилась при различных условиях освещения и облачности. Для решения задач по определению почвенных контуров и анализа состояния растительности маршруты дрона выглядели визуально «улиткой», в случае когда использовалась камера (сенсор) с системой GPS, или подобной, маршрут выглядел как параллельные маршруты вдоль объекта с перекрытием снимков. Если был нужен быстрый результат съемки, тогда использовался маршрут в виде нескольких серий спиралей сначала снизу вверх, потом сверху вниз над тестовыми полями, что позволяло исключить ошибки при определении контуров, различных углов наклона солнца и существенно сократить время съемки (до 10 мин. на 100 га). За один тур съемки дрона делал более 120-200 снимков одного поля. Камеральный этап включал в себя обработку и анализ полученных снимков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки влияния азотных удобрений на состояние сельскохозяйственных культур (пшеницы, ячменя, кукурузы) было заложено несколько однолетних опытов на хозяйстве «Граковское» с 2012 по 2013 годы.

Посевы озимой пшеницы в 2012 года из-за неблагоприятных агрометеорологических условий (резкое повышение температуры воздуха в период весеннего возобновления вегетации) не смогли создать хорошо сформированную вторичную корневую систему, растения были слабо развитыми. Поэтому существенной разницы между вариантами производственного опыта с внесением различных норм азотных удобрений в подкормку установлено не было. По результатам первой тестовой съемки, которую проводили 01.06.2012 г. Различия по каналам модели RGB обнаружено только на участках модельного

мелкодиляночного опыта с имитацией орошения (рис. 1а и рис. 1 б). Растения пшеницы на вариантах, где в ручном режиме было проведено 3 полива, отличались большей высотой и более интенсивным зеленым цветом. Измерения фоновых показателей интенсивности яркости каналов модели RGB на остальной площади этого поля существенной разницы не показала, кроме местоположения микропонижения, которое было за пределами опыта. В микропонижении (рис. 1 в) посевы были сниженными и имели большое количество сорняков.

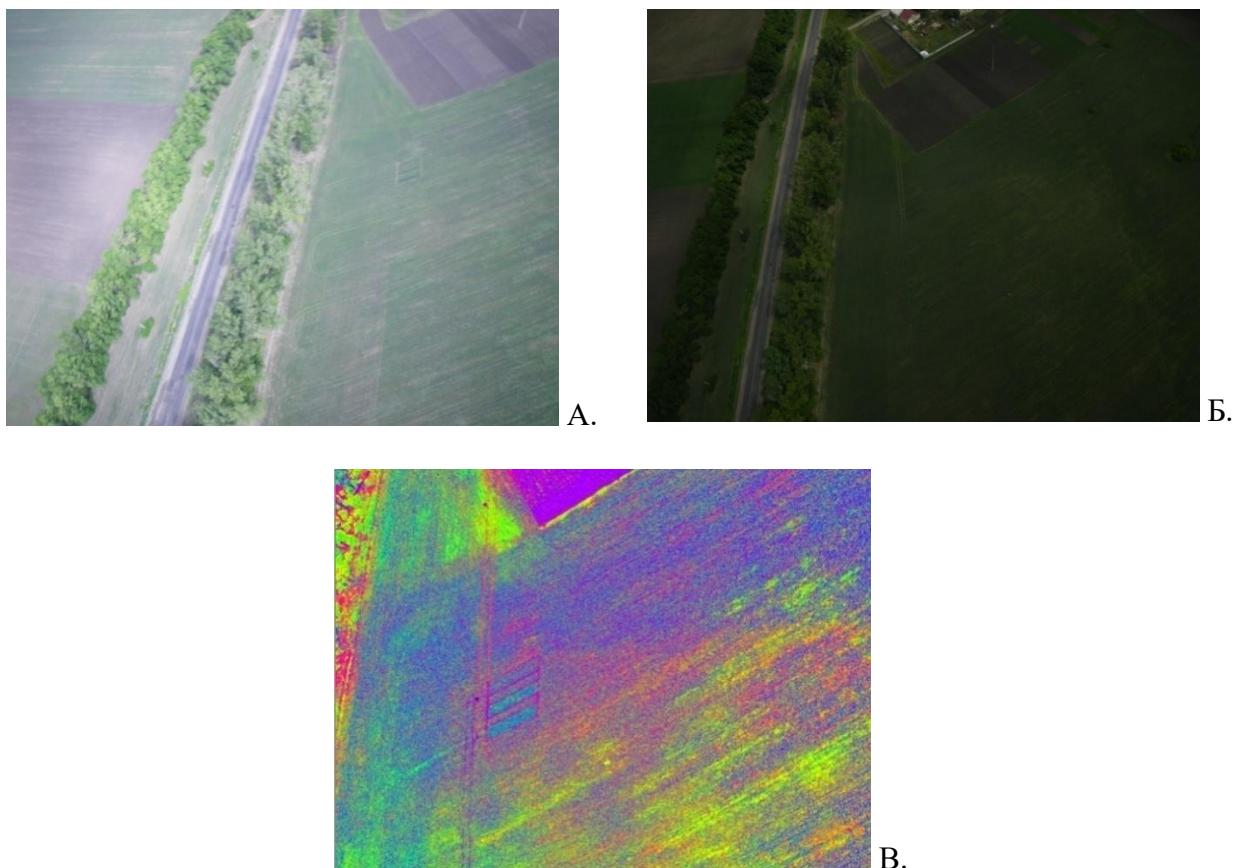


Рисунок 1. Посевы озимой пшеницы 2012 року ДП «ДГ «Граковське»:  
а) и б) аерофотоснимок (01.06.2012 р.); в) аерофотоснимок після обробки.

Параллельно с аэрофотосъемкой проводили измерения уровня хлорофилла в листовых пластинах растений с помощью прибора SPAD-500 plus (табл.1).

Данные из таблицы свидетельствуют о тесной зависимости между значениями канала R и урожайностью зерна озимой пшеницы. Учитывая прямую обратно пропорциональную связь между выше указанными показателями ( $r = -0,99$ ), высокому уровню урожайности на варианте с внесением двойной нормы минеральных удобрений на фоне полива (5,43 т/га) соответствовало наименьшее значение яркости канала R (131,4 условных единиц). В свою очередь урожайность зерна пшеницы и значение прибора SPAD 500 plus почти напрямую зависели ( $r = 0,96$ ), нормы внесения удобрений от условий выращивания (богаре или имитация орошения). Но в 2012 г. из-за особенностей схемы мелкодиляночного полевого опыта четкой разницы между данными канала R в зависимости от нормы внесения азотных удобрений получить не удалось.

Таблица 1. Сравнительная таблица значений с прибора SPAD 500 plus и канала R сенсора дрона (01.06.2012 р., [2])

Название	Показатели хлорофил-метра, условные единицы			Спектральная яркость канала R, условные единицы	Урожай зерна, т/га
	1 лист сверху	2 лист сверху	Среднее		
2NPK + полив	60,3	59,2	59,8	131,4	5,43
NPK + полив	59,3	56,4	57,9	132,5	5,15
NPK	56,3	55,0	55,7	141,3	3,75
Производственный контроль	53,9	53,3	53,6	146,4	3,35
Коэффициент корреляции (г) SPAD 500 plus с урожаем 0,96		Коэффициент корреляции (г) канал R с урожаем -0,99		Коэффициент корреляции (г) канал R с SPAD 500 plus -0,97	

В 2013 году был заложен опыт сразу на двух полях хозяйства Граковское с озимой пшеницей по разным предшественниками (черный пар и ячмень). Схемы опытов включали варианты с применением различных норм азотных удобрений. Съемка проводилась уже в два тура - 30.04.2013 и 03.06.2013 с целью установления наиболее подходящих сроков съемки в дальнейшем, исходя из фазы развития и состояния растений.

Съемка 30.04.2013 г. проводилась без разграничения опыта на участки маркерами, что затрудняло идентификацию (рис.2). Во время второй съемки от 03.06.2013 г. Участок разграничивали белыми маркерами (рис. 3). В дальнейшем было решено еще и нарезать дорожки (в виде сплошной линии или пунктирной), отделяя границы каждого участка.



Рисунок 2. Съемка поля озимой пшеницы после черного пара 30.04.2013 р.

На посевах пшеницы после черного пара вследствие очень высокого уровня обеспеченности минеральным азотом в предпосевной период растения довольно слабо реагировали на дополнительное внесение азотных удобрений в нормах от N<sub>51</sub> до N<sub>204</sub> и были выровненными по всем вариантам опыта. В результате характеристики каналов съемки от 30.04.2013 г. не имели четких зависимостей урожайности на этом поле. По показателям хлорофилл-метра SPAD 502 plus тоже зафиксировано идентичность условий азотного питания на вариантах N<sub>102</sub> - N<sub>153</sub> - N<sub>204</sub> (58,9 - 58,9 - 58,1 условных единиц). Соответственно разница по урожайности между данными вариантами не превышала 0,33 т/га.



Рисунок 3. Съёмка поля озимой пшеницы после черного пара 03.06.2013 р

Таким образом был заложен порядок проведения опытов для последующей выработки методического подхода оценке внесения необходимых норм азотных удобрений. В последующие годы закладка таких опытов с различными фонами азотных удобрений и постоянными облётами дроном в определённые стадии вегетации стали нормой.

## ВЫВОДЫ

1. Модель RGB достоверно воспроизводит зависимость значений цифровых чисел (DN) от содержания азота (азотных удобрений), внесенные на различных модельных участках одного же модельного опыта даже в разные годы.
2. Данные аэрофотосъемки (модель RGB) озимой пшеницы имеют тесные корреляционные связи с урожайностью по всем трем каналам модели RGB. Каналы R, В имеют обратный корреляционная связь, а канал G наоборот.
3. Универсальность этого метода можно добиться, проводя калибровки, путем закладки модельного опыта с определенной культурой или конкретным сортом (гибридом), а затем проводить измерения значений DN культуры, путем аэрофотосъемки и на полях, где культура выращивается в производственных условиях, затем сравнивая график проводить прогнозирования или урожая, или состояния культуры в настоящее время на поле.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балюк С.А., Ладных В.Я., Солоха М.А. (2008). Рекомендации по созданию электронных картографических проектов и предпечатной подготовке карт / др. Харьков: Типография № 13, 68 с.
2. Доценко О.В., Солоха М.О., Никоненко В.М., Вінніченко Л.М. (2018). Рекомендації щодо оперативного оцінювання та корегування азотного живлення основних зернових культур у виробничих умовах із застосуванням наземних і дистанційних методів рослинної діагностики (науково-практичне видання) – Харків: Стиль Іздат – 24 с.
3. Сметанин И.С. (1940). Из опыта использования материалов аэрофотосъемки при почвенных исследованиях. Почвоведение. № 12. С. 66-72.
4. Толчельников Ю.С. (1966). Дешифрирование по аэроснимкам почв Северного Казахстана. Москва-Ленинград. Наука. 184 с.
5. Цапко Ю.Л., Солоха М.О., Десятник К.О. (2015). Фітоокультурювання заплавних ґрунтів в аспекті поліпшення їх екологічної стійкості. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Серія Грунтознавство. № 1. С. 21-26.
6. Eisenbeiss H. (2011). The Potential of Unmanned Aerial Vehicles for Mapping, in: Fritsch/Spiller (eds.).Photogrammetric Week. Wichmann Verlag, Heidelberg. P. 135-145.

# GENESIS OF SOIL COMPACTION IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF EUROPEAN RUSSIA

Alexey SOROKIN<sup>1</sup>, Aleksey SIDOROV<sup>1</sup>, German KUST<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Lomonosow Moscow State University, ECFS, Moscow, Russia, 119991

<sup>2</sup> – Institute of Geography RAS, Moscow, Russia, 119017

**Abstract.** One of the processes of soil degradation in the steppe zone can be called soil compaction. However, in the conditions of soil agro-genesis, the identification of the specifics of the formation of compacted subsurface horizons often causes difficulties, and the causes of compaction of horizons cannot be clearly defined, which in turn makes it difficult to choose the necessary agro-technical methods of processing compacted soils. In fact, compaction is understood as "the process of reducing the porosity of unsaturated soils under the influence of effective pressure by reducing the air-bearing porosity in specific soil conditions, primarily granulometric composition and humidity." Soil compaction is a polygenetic process caused by anthropogenic and natural phenomena. A soil with signs of solonetz-forming, vertisol-forming processes involved in arable agriculture, do not have the full set of relevant diagnostic features, and they are often referred to agro-compacted and vice versa.

**Key words:** chernozems, computer microtomography, kastanozems, solonetzization, vertic features.

## INTRODUCTION

Steppes, meadows, and their anthropogenic analogues on chernozems and kastanozems, including fallow lands and pastures, occupy more than 220 million hectares in Russia. This area is almost completely plowed (80–95%). Large areas of plowed soils (about 40%) and pastures are overcompacted [5]. Soil compaction under the impact of field machines (wheel compaction) in the steppe zone is discussed in many works [1]. It is also known that the compaction of steppe soils under natural conditions may also be related to vertisol- and solonetz-forming processes [2]. However, it is often difficult to identify the genesis of compacted horizons in the agrogenic soils. In many of them, not all the diagnostic features of vertisol- and solonetz-forming processes are present and the factors of compaction of soil horizons cannot be clearly determined. In these cases, it is reasonable to take into account separate features of these macroprocesses (vertic and solonetzic properties) as seen in soils. The attention should be paid to the potential risks of soil compaction and to its actual features. The potential risk of soil compaction depends on their texture, chemical and mineralogical composition, the organic matter content, and the water resistance of the soil structure. The actual features are the real properties of compacted horizons under the particular physiographic conditions [6]. Soil structure and pore space are important factors of soil fertility, the activity of soil organisms, and the migration and accumulation of substances. The soil structure is traditionally assessed with the use of characteristics of the soil bulk density, porosity, particle size distribution, and aggregate-size distribution [3]. However, these traditional characteristics do not provide adequate information on the shape, orientation, and mutual disposition of pores and aggregates [7], which is often necessary for the specification of the genesis of soil processes. The study of soil thin sections under optical and electron microscopes provides the missing morphological data and data on the specific features of the composition and interaction of the main components of the soil solid phase (organic matter, particles of different sizes, and others) [4]. In addition to the micromorphological analysis, the tomographic studies provide 3D images of aggregates and internal pores and qualitative and quantitative data on their shape.

## MATERIALS AND METHODS

Plowed soils with compacted horizons were studied in the Krasnodar region and Saratov oblast. These soils were classified as Vertic Chernozem (Korenovsk district of Krasnodar region), Calcic Kastanozem (Marx district of Saratov oblast), and Haplic Chernozem and Haplic Kastanozem (Engels district of Saratov oblast). The studies were performed in four key pits (one for each object). They were studied in a dry period in order to exclude the effect of moistening on the morphological soil features, in the topsoil in particular. The upper part of all the studied soil profiles included the plow layer and the underlying compacted layer (compacted horizon). The subsurface part was represented by the humus horizon in the Vertic Chernozem and Haplic Chernozem and in the Calcic Kastanozem and by the middleprofile (B) horizon in the Calcic Kastanozem. The samples from compacted horizons were analyzed. We determined the main properties important for the soil genesis: the soil bulk density (with cutting rings), the soil solid phase density (by pycnometry), the aggregate porosity (by the method of paraffining), the particle-size distribution (by the pipette method with pyrophosphate pretreatment), the content of water-peptizable clay (by the method of Gorbunov), the humus content (by the method of Tyurin), the soil pH (in water suspension), and the exchangeable sodium content (by the method of Pfeffer).

Micromorphological and tomographic studies of the samples were performed in order to reveal the specific features of the composition and structure of some aggregates from the compacted horizons. Samples were sieved through screens with different mesh sizes. Aggregates of 1–2 mm were taken for all the analyses; additional tomographic studies were performed for aggregates of 3–5 mm in size. The aggregates of 1–2 mm were studied as an example of small structural units with micropores of 7–30  $\mu\text{m}$  in diameter that could not be seen in thin sections. The aggregates of 3–5 mm were examined in a tomograph as an example of agronomically valuable structural units. The micromorphological study was performed with the use of an Olympus BX51 polarizing microscope equipped with a digital camera Olympus DP26; international guidelines for the description of thin sections were applied. Thin sections for the micromorphological analysis were prepared by M.A. Lebedev in the Laboratory of Soil Mineralogy and Micromorphology of the Dokuchaev Soil Science Institute. The components of microstructure were visualized and measured with the use of computer programs supplied with the microscope.

The microtomographic analysis of the aggregates was performed at the Laboratory of Soil Physics and Hydrology of the Dokuchaev Soil Science Institute on a Bruker SkyScan 1172 microtomograph providing X-ray images with resolutions from 0.6 to 26  $\mu\text{m}/\text{pixel}$ . The beam energy was 100 keV; the resolutions of 0.88  $\mu\text{m}$  (for the aggregates 1–2 mm in size) and 2.4  $\mu\text{m}$  (for the aggregates 3–5 mm) were applied. The obtained data were processed using special Bruker software. We made the layer analysis of the microtomographic data, calculated soil porosity (open and closed) seen in the tomograms, and made 3D modeling of the pore space using the CTan computer program. The specificity of the morphological structure of soil aggregates and pore space was evaluated with the help of CTvox and DataViewer programs. A Despeckle filter with a threshold of more than 25 voxels for 3D images was used. The binarization was performed using similar criteria for all the samples. The following notions and definitions were applied for the interpretation of microtomographic data: (1) pore opening or the mean diameter of pores (as initially used in geology) signifies the largest distance between the walls of a pore; (2) total porosity seen in the tomograms (or porosity) is a part of the volume of a solid body seen in the tomograms, which is not filled with its material; (3) open pores is a term that is not definitely determined in soil science. In our study, open pores were considered the pores crossed by the sides of a cube inscribed in the 3D image of the analyzed sample.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Morphological properties of the compacted horizons described in Table 1.

Table 1. Morphological properties of the compacted horizons of soils

Parameter	Vertic Chernozem	Calcic Kastanozem	Haplic Chernozem	Haplic Kastanozem
Structure of plow horizon	Blocky	Angular blocky		Blocky
Depth (thickness) of CH, cm	21–40 (19)	10–29 (19)	10–23 (13)	14–26 (12)
Structure of CH	Massive, coarse angular blocky	Prismatic to angular blocky		Angular blocky
Density of CH	Very dense	Dense	Rather dense	Dense
Hardness of CH	Very hard	Hard	Soft	Hard
Aggregate pores in CH	Single pores	Small amount of fine pores		Medium amount of fine pores
Vertical cracking	Large (4–5, up to 7 cm) open cracks from the surface; deep (down to 80 cm)	Narrow (1–1.5 cm) cracks to the depth of 10 cm with a polygonal (20(70) × 15(80) cm) pattern	To the depth of 10 cm	Narrow to the depth of 40 cm and very narrow to the depth of 70 cm
Horizontal fissuring of CH	Parting to “plates” of 3–4 cm in thickness	Finely fissured	Finely fissured	Thin fissures spaced at 3–10 cm
Impact of CH on root development (visual description)	Prevents root penetration deep into the soil profile	The amount of roots sharply decreases in comparison with that in the overlying horizon	Does not prevent root penetration deep into the soil profile	Hampers root penetration deep into the soil profile

CH is the compacted horizon.

Physical, physicochemical, and chemical properties of the studied soils were analyzed. The specific features of the described compacted horizons allow us to suggest the following genetic hypotheses:

(1) In the Vertic Chernozem, the compacted horizon is characterized by definite vertic properties (in terms of the World Reference Base for Soil Resources), as it has the high content of the physical clay and clay fractions, the low aggregate and high interaggregate porosities, and the high content of WPC against the background of its considerable thickness, deep lower boundary, “monolithic” structure, the presence of deep vertical cracks, and the absence of exchangeable sodium.

(2) In the Calcic Kastanozem, the compacted horizon has solonetzic properties as it has the high content of physical clay and clay fractions, the low aggregate and high interaggregate porosities, the high WPC content, the prismatic structure with clay–humus coatings on ped faces, and the presence of exchangeable sodium in this horizon, together with the presence of gypsum and carbonates in the deeper layer. However, the solonetz-forming processes are not well-developed in this horizon, because the exchangeable sodium percentage is less than 10% (this is a low-sodium soil), and the pH is 8.2, which is typical of the soil solutions of the carbonate–calcium composition.

(3) The Haplic Chernozem and Haplic Kastanozem differ from the two above-described soils in their characteristic features; their compacted horizons contain less physical clay and clay, have a higher aggregate porosity and a lower interaggregate porosity, the WPC content is less than 14%, and the exchangeable sodium is absent or present in small amounts (2%), which points to the absence of actual solonetzic or vertic properties in the compacted horizons of these soils and to the development of agrogenic (wheel) compaction in them. The subsequent studies made it possible to

refine the initial diagnostics of the processes taking place in the soils and to determine specific features of the morphology of aggregates in the compacted horizons. Micromorphological analysis of the studied samples made it possible to identify several common and specific features related to different pedogenetic processes. The major elements of the microfabric of aggregates from different soil types are shown in Fig. 1.

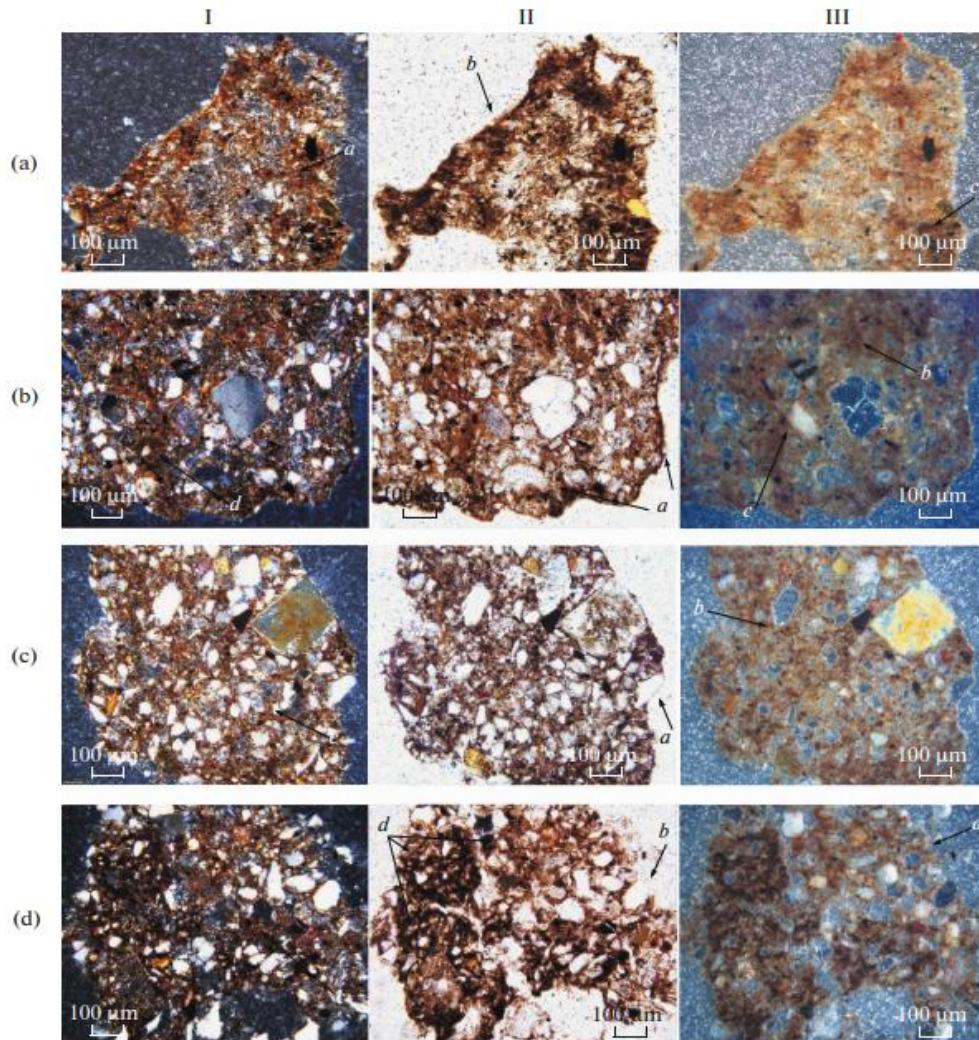


Figure 1. Micromorphological analysis of the studied samples

The micromorphological analysis has made it possible to diagnose some characteristic genetic features of the compacted horizons in the studied soils.

(a) In the Vertic Chernozem, the compacted horizon has some vertic properties diagnosed by the elongated aggregates with sharp angles that are specific to Vertisols; the impregnation of the intraparticle mass is more intense near the surface of the peds with the formation of stress cutans and very thin coatings. These microfeatures attest to clay mobility inside the peds, which is also confirmed by the high content of WPC. Periodical water stagnation in the horizon is indicated by a large amount of small fragments of coal-like tissues and particles in the soil mass.

(b) In the Calcic Kastanozem, the low content of exchangeable sodium is combined with definite microfeatures of the mobility of organomineral substances with the formation of thin coatings on the surface of aggregates and on the coarse minerals in the intraparticle mass; compact

clayey infillings are seen in fine pores. The alternation of oxidation–reduction conditions is indicated by numerous iron concentrations.

(c) Contrary to the other soils, the microfeatures of active intraped migration of substances are absent in the Haplic Kastanozem; the clay–humus plasma evenly impregnates the soil mass, and textural pedofeatures (clay films) are absent, which points to some advantages of the rainfed farming practiced on this soil.

(d) The Haplic Chernozem is characterized by preservation of the spongy microstructure typical of fertile soils and by the active biogenic transformation of the soil material with preservation of coprolites and the high amount of plant residues. The absence of clay–humus coatings on minerals of the coarse fraction located on the surfaces of studied aggregates attests to regular excessive moistening of the soil upon irrigation.

The tomographic analysis provides data for quantitative characterization of the pore space in the aggregates of the compared soils and confirms the results of the micromorphological analysis. The results of the tomographic investigation are given as a series of 2D roentgen images and 3D computer models for each sample (Fig. 2) with resolution of 0.88  $\mu\text{m}$ .

The 3D models of the aggregates differ considerably. Aggregates of the Vertic Chernozem (a) are characterized by the most compact structure with distinct large sharp edges and tiny edges on their surface. Aggregates of the Calcic Kastanozem (b) soil are also characterized by the compact structure, but it is less pronounced because of the microfractures on the aggregate surfaces. Aggregates of the Haplic Kastanozem (c) and Haplic Chernozem (d) qualitatively differ from the compact aggregates of the Vertic Chernozem and Calcic Kastanozem: they are fractured, contain a lot of grains and isolated nodes on the surfaces, and are mainly rounded. In small aggregates 1–2 mm (the resolution is 0.88  $\mu\text{m}$ ), the total porosity seen in the tomograms varies from 35 to 50%.

The aggregate of the Calcic Kastanozem has the lowest porosity. It should be noted that the visual total porosity for the chernozems with vertic properties is 50% and is close to that of virgin chernozems. However, in the larger agronomically valuable aggregates of 3–5 mm in size (the resolution is 2.4  $\mu\text{m}$ ), the characteristics of the total visual porosity are different. In the Vertic Chernozem, it decreases to 16%. In the other samples, the values of the total visual porosity determined for the coarse aggregates (with a resolution of 2.4  $\mu\text{m}$ ) and for the small aggregates (with a resolution of 0.88  $\mu\text{m}$ ) are similar.

As shown earlier, specific features of the composition and structure of the compacted horizon of the Vertic Chernozem attest to the development of vertic properties in this horizon. At the same time, the total visual porosity of coarse agronomically valuable aggregates (scanned with a resolution of 2.44  $\mu\text{m}$ ) from the compacted horizon of the Calcic Chernozem is more than two times lower than that of the other aggregates, which is obviously related to the formation of a large amount of very fine pores with the mean diameter of 7–12  $\mu\text{m}$ . For the small aggregates scanned with a resolution of 0.88  $\mu\text{m}$ , the total visual porosity reaches 50%, and the mean diameter of the pores equal to 7–12  $\mu\text{m}$  is preserved. The total visual porosity (37%) and the open porosity (9%) seen in the tomograms of small aggregates from the compacted horizon of the Calcic Kastanozem are considerably lower than those in the small aggregates from the other soils, where they exceed 44 and 35%, respectively. According to the micromorphological data, this can be explained by the development of solonetz-forming process in the Calcic Kastanozem with the high content of clay material both in the pores and in the intraped mass. This decreases the volume of the pores and their connectivity inside the aggregates (Fig.2)..

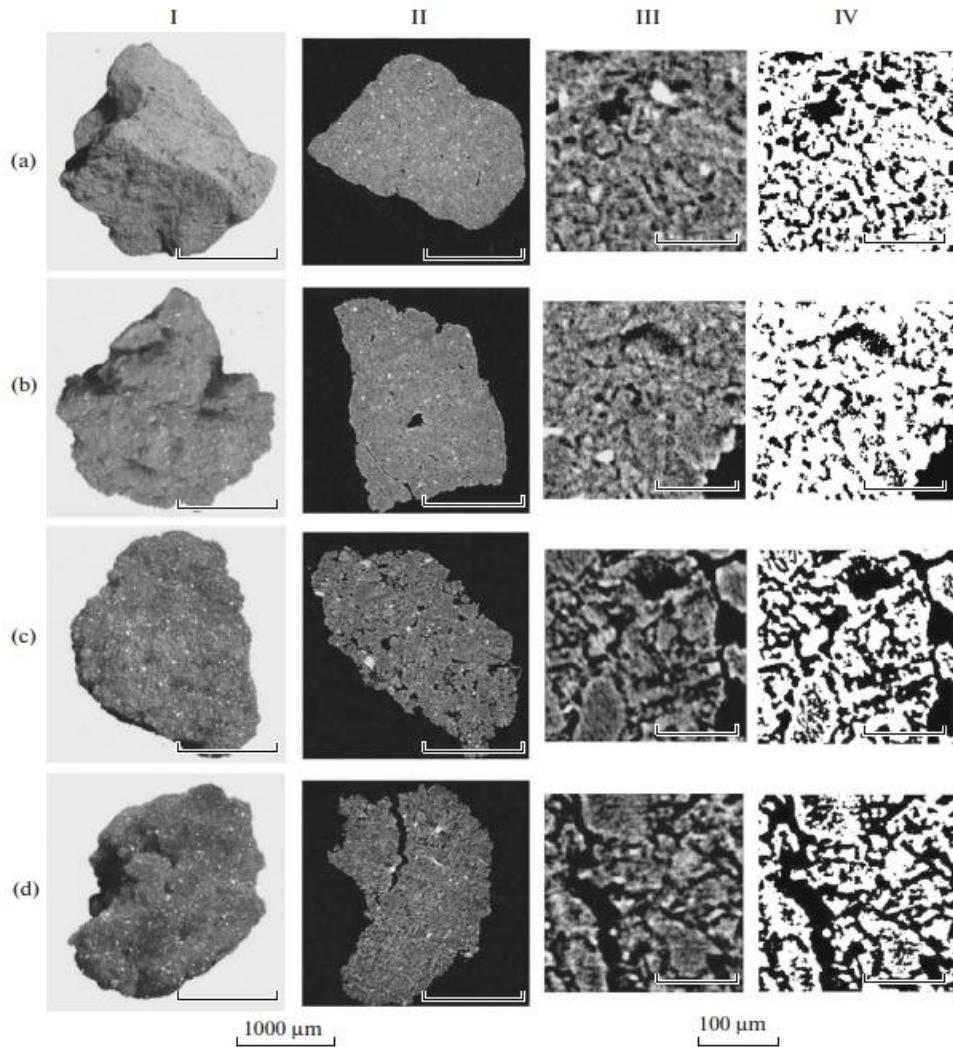


Figure 2. Tomographic analysis of the studied samples.

### CONCLUSIONS

The formation of compacted horizons in arable soils of the southern part of the steppe zone was studied in four soils of Krasnodar region and Saratov oblast of European Russia. Specific features of the morphology of these horizons, the development of which cannot be eliminated via simple exclusion of “unsustainable” soil management, were found in the Calcic Chernozem and Calcic Kastanozem. In the Calcic Chernozem, the compacted horizon displayed some vertic properties. In the Calcic Kastanozem, it had solonetzic features (probably of the relict nature). In the other two soils, the genesis of the compacted horizon was directly related to the agrogenic compaction, which could be prevented via the use of sustainable soil management practices. In the Haplic Chernozem, the physical compaction of this horizon took place under irrigated management conditions; in the Haplic Kastanozem, it took place under rainfed management conditions.

The key differences between the studied compacted horizons can be estimated from the results of the computer microtomography in combination with the micromorphological study:

(a) although the morphological, physical, and chemical properties of the compacted soil horizons with vertic and solonetzic features are similar, the characteristic feature of the vertic horizons is the high content of fine (7–12  $\mu\text{m}$ ) aggregate pores, whereas the solonetzic horizons are

specified by abundant clay material in the pores and in the intraparticle mass and by the lowest content (9%) of open pores visible in the tomograms among the studied compacted horizons;

(b) aggregates from the compacted horizons of agrogenic nature (wheel compaction) under irrigation and rainfed conditions have their own qualitative and quantitative specificity. They are highly fractured and contain numerous grains and isolated nodes on their surfaces. Their visible total porosity is relatively high (42–45%) in both small and coarse aggregates. In the rainfed soils, the microfeatures of the active intraparticle migration of substances are absent, the clay–humus plasma evenly impregnates the soil mass, and textural pedofeatures (clay coatings) are absent.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The financial support for the research was obtained from the project "Management of atmospheric carbon sequestration in arable soils of Russia" of the Federal Task Program "Research and development in priority areas of development of Russia's scientific and technological complex for 2014–2020", Unique Identifier of the Project: RFMEFI61617X0105.

## REFERENCES

1. **Ya. A. Achkanov and S. A. Nikolaeva.** Secondary hydromorphism of soils in steppe landscapes of the Western Cis-Caucasus. *Eurasian Soil Sci.* 32 (12), 1269–1276 (1999).
2. **P. N. Berezin, A. D. Voronin, and E. V. Shein.** Physical principles and criteria of soil vertigenesis. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 17: Pochvoved.*, No. 1, 31–38 (1989).
3. **K. M. Gerke, E. B. Skvortsova, and D. V. Korost.** Tomographic method of studying soil pore space: current perspectives and results for some Russian soils," *Eurasian Soil Sci.* 45 (7), 700–709 (2012).
4. **G. V. Dobrovolskii and S. A. Shoba.** Scanning Electron Microscopy of Soils (Moscow State University, 1978) [in Russian].
5. **N. Kashtanov.** A concept of sustainable development of agriculture in Russia in the 21st century. *Pochvovedenie*, No. 3, 263–265 (2001).
6. **V. Kovda.** Geographical patterns, factors, and forecast of transformation of vertic soils. *Pochvovedenie*, No. 6, 695–704 (1995).
7. **E. B. Skvortsova.** Changes in the geometric structure of pores and aggregates as indicators of the structural degradation of cultivated soils. *Eurasian Soil Sci.* 42 (11), 1254–1262 (2009).

# ФТОР В ПОЧВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ УКРАИНЫ

Валентина ТРИГУБ

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова  
ул. Дворянская, 2, Одесса, Украина, 65082  
e-mail: [v.trigub07@gmail.com](mailto:v.trigub07@gmail.com)

**Abstract.** The results study of fluorine distribution in the soils of the northwestern Black Sea region of Ukraine are presented. The influence of various natural pedological and landscape-geochemical factors on the manifestation of fluoride soil pollution is investigated. It was revealed that the accumulation of fluorine in soils is determined not only by the intensity of agricultural use, but largely depends on the particle size distribution of soils, carbonate content, and the position of the soil in the system of elementary landscapes.

**Keywords:** fluorine, southern chernozems, northwestern Black Sea region of Ukraine.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных экологических проблем современности является ухудшение экологических условий среды обитания человека. Поэтому важно не только исследовать содержание химического элемента в отдельном компоненте ландшафта и соотнести его с нормативами, но и изучить факторы и закономерности дифференциации ландшафтно-геохимического фона (уровней содержания химических элементов в компонентах ландшафта). Это необходимо, прежде всего, для целей фонового мониторинга в сети биосферных станций, в том числе и отдельных регионов (Тригуб В. И., 2014).

Фтор является одним из серьезных загрязняющих компонентов природы, что обусловлено его высокой химической активностью. Фтористые соединения, поступая в почвы, изменяют их физико-химические и биологические свойства, нарушают нормальное функционирование. Опасность фторидного загрязнения почв определяется не только масштабами его поступления из промышленных и сельскохозяйственных источников, но и от свойств самих почв и ландшафтно-геохимических условий, контролирующих его накопление и перераспределение (Кремленкова Н. П., 1993). Для геохимии фтора большое значение имеет плохая растворимость  $\text{CaF}_2$  (около  $2,10 \times 10^{-3}$ , %), что предопределяет возможность осаждения фтора на кальциевом барьере (Перельман А. И., 1979).

Многочисленные исследования фторного режима относятся преимущественно к почвам лесной и лесостепной зон Украины. Что же касается степных ландшафтов юга Украины, которые относятся к кальций-классу (по А. И. Перельману), то фторидный режим их изучен слабо. Это, очевидно, объясняется тем, что с глинистыми минералами кальция фтор образует труднорастворимые соединения. Поэтому в почвах, богатых этим элементом, могут накапливаться большие количества фтора при низкой его активности. Между тем орошение черноземных почв юга Украины и связанное с ним внесение фосфорных удобрений и, делает проблему фторного загрязнения весьма актуальной. Причем, по нашему мнению, особый интерес представляет не накопление валового содержания фтора в почвах, а динамика его активных форм, в виде которых фтор транслоцируется в различные части растений.

Цель настоящего исследования состояла в получении данных о содержании фтора в почвах северо-западного Причерноморья, влиянии свойств почв и их положения в геохимических ландшафтах на накопление и перераспределение фтора.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были черноземы южные теплой южно-европейской фации орошаемые, а также их богарные аналоги. Основные почвенные разрезы располагались в непосредственной близости между собой, в пределах одного геоморфологического уровня, в сходных условиях рельефа. Изучали следующие три группы форм фтора в почвах: непосредственный резерв – воднорастворимый фтор, ближайший резерв – кислотнорастворимый фтор, отдаленный резерв – валовое содержание фтора. Содержание фтора в черноземах южных определяли потенциометрическим методом с применением F – селективного электрода марки ЭФ – IV.

Основное внимание было уделено изучению содержания активного фтора, так как именно эта форма микроэлемента является наиболее подвижной и доступной для питания растений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исследованная территория находится в пределах южной Степи в зоне распространения черноземов южных Придунайской и Азово-Причерноморской провинции и представляет собой аккумулятивную равнину, прорезанную долинами и балками. Речные долины, расширяясь в устье, образуют лиманы. Климат территории характеризуется как умеренно континентальный с продолжительным жарким летом, короткой мягкой зимой и недостаточным увлажнением. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 370-400 мм. Почвенный покров изучаемой территории представлен черноземами южными, развитыми на причерноморском ярусе лесса. На данной территории по мере движения с запада на восток отчетливо прослеживаются фациально-климатические различия черноземов. Для Заднестровья характерны черноземы южные теплой фации или мицелярно-карбонатные, которые характеризуются сравнительно большей мощностью гумусового горизонта, но более низким содержанием гумуса в верхнем горизонте, что объясняется высокой биологической активностью и быстрой минерализацией органического вещества. Карбонаты также отличаются высокой мобильностью и сезонной миграцией в пределах почвенного профиля. Выкристаллизовываются в виде псевдомицелия, в летние месяцы приближаются к поверхности, а в осенне-зимнее время опускаются ниже. Встречается также белоглазка, ее максимум приходится на переходный горизонт и верхнюю часть материнской породы. Мицелярно-карбонатные черноземы отличаются также глубокой выщелоченностью почвогрунтовой толщи от легкорастворимых солей и гипса – обычно до глубины 7-10 м (Позняк С. П. 1997). В Заднестровье широко распространены и черноземы южные (модальные), которые преобладают в восточной части от озера Китай до Днестровского лимана. Они отличаются от черноземов южных мицелярно-карбонатных отсутствием мицелярных форм карбонатов.

Восточнее Днестра распространены черноземы южные умеренно континентальной восточноевропейской фации. В отличие от черноземов южных теплой фации в них практически отсутствует карбонатный мицелий. Характеризуются также более высоким содержанием гумуса в верхнем горизонте при меньшей мощности гумусового горизонта; карбонаты представлены белоглазкой, легкорастворимые соли и гипс по мере продвижения на восток приближаются к дневной поверхности.

В южной, более пониженней части подзоны, распространены остаточно солонцеватые черноземы южные. Обычно они приурочены к слабосточным равнинным участкам, слабовыраженным в рельефе склонам подов и выполненных балок, где в комплексе с черноземами встречаются также пятна солонцов. По днищам балок и террасам рек распространены лугово-черноземные почвы.

Главным критерием оценки фторидного загрязнения почв является превышение уровня содержания валового и растворимого фтора над фоном. Общеизвестно, что валовое содержание фтора в почвах зависит, прежде всего, от состава почвообразующих пород. Пространственная неоднородность их минералогического и гранулометрического состава отображается и на концентрации фтора.

Исследования фонового содержания фтора изучаемой территории немногочисленны, а имеющиеся сведения носят обобщающий характер. За нашими исследованиями, валовое содержание фтора в верхних горизонтах черноземов южных, образцы которых отбирались в разных районах северо-западного Причерноморья, находятся в пределах 131,0–670,0 мг/кг. Причем, содержание фтора в почвах Придунайской провинции значительно выше – 320,0–670,0 мг/кг, чем в почвах Азово-Причерноморской провинции – 131,0–251,0 мг/кг, что, по нашему мнению, связано с различиями карбонатности и гранулометрического состава почв провинций. Соответствующая закономерность характерна и для растворимых форм фтора. Наиболее высокие значения водорастворимого фтора определены в черноземах Придунайской провинции (рисунок 1).

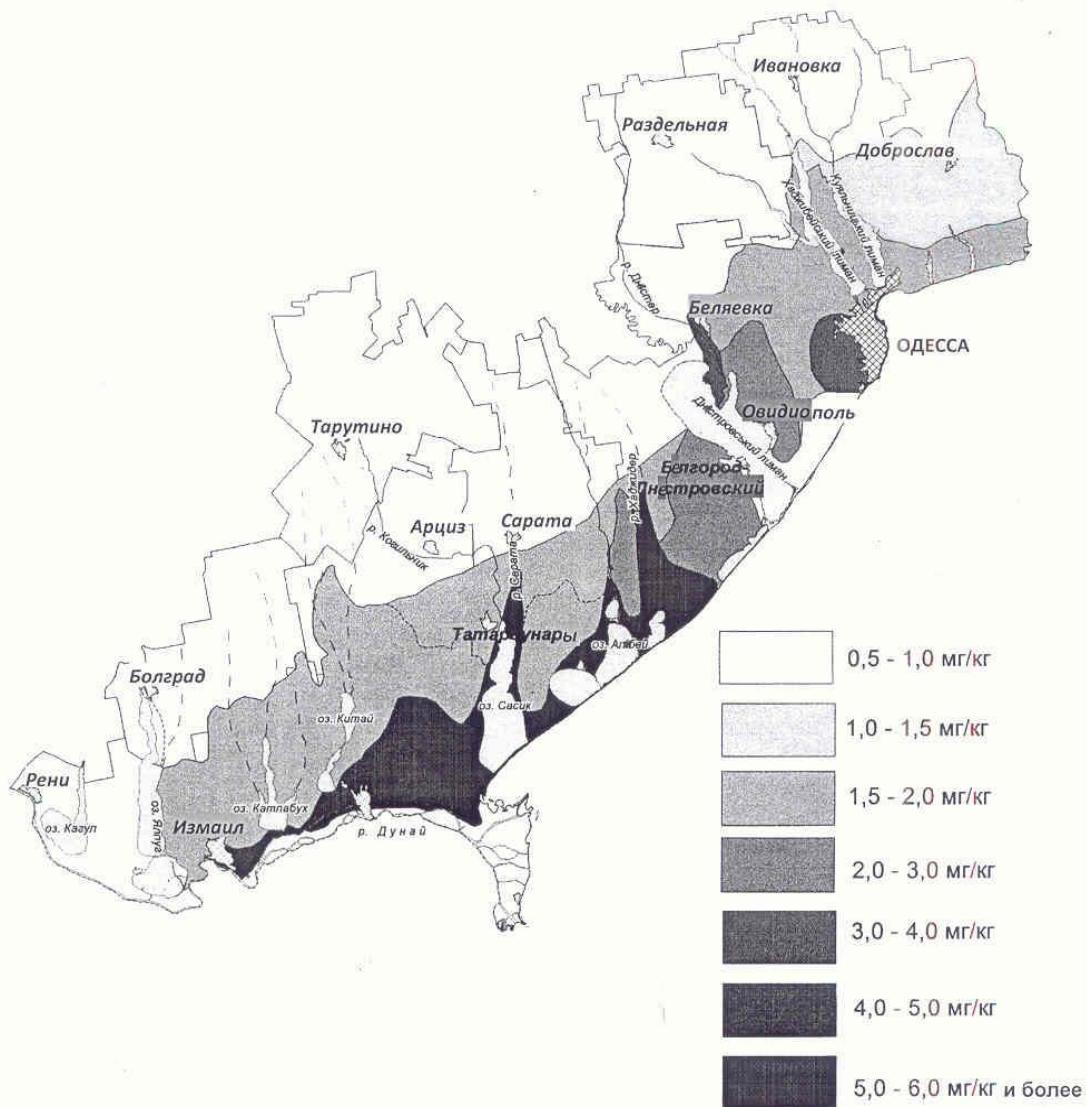


Рисунок 1. Картосхема содержания водорастворимого фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины

Наиболее низкие концентрации растворимых форм фтора в верхнем горизонте определены в неорошаемых черноземах южных Азово-Причерноморской провинции. При орошении количество водорастворимого фтора увеличивается повсеместно, но особенно высокие концентрации характерны для орошаемых гипсованных почв Придунайской провинции. Для водорастворимых форм характерны также некоторые колебания в содержании фтора в зависимости от гранулометрического состава, количества гумуса, легкорастворимых солей и карбонатности почв (Тригуб В. И., Позняк С. П. 2008). Повышенное содержание растворимых форм фтора характерно и для засоленных почв. Существует также закономерное увеличение содержание фтора в орошаемых и особенно орошаемых гипсованных почвах. Внесение органических удобрений (навоза) способствует ослаблению активности фтора в почве. Соответствующая закономерность характерна и для кислоторастворимых форм фтора (рисунок 2).



Рисунок 3. Содержание кислоторастворимого фтора в черноземах южных северо-западного Причерноморья Украины

Содержание водорастворимых форм фтора в почвах автономных ландшафтов характеризуются значительными расхождениями (табл.1).

Таблица 1  
Содержание водорастворимого фтора в почвах автономных и подчиненных ландшафтов северо-западного Причерноморья (мг/кг)

Почвенные провинции	Автономные ландшафты	Подчиненные ландшафты
Азово-Причерноморская	1.76 0.87 – 3.14	2.74 2.21 – 3.28
Придунайская	2.97 2.5 – 3.44	6.36 6.20 – 6.48

Наиболее высокие концентрации характерны для почв подчиненных ландшафтов Придунайской провинции – 6,20-6,48 мг/кг, наиболее низкие (0,87-3,14) мг/кг содержат почвы автономных элювиальных ландшафтов. Минимальные концентрации фтора обнаружены в верхних горизонтах автономных почв легкого гранулометрического состава Азово-Причерноморской провинции, что связано, прежде всего, с низким содержанием его валовых форм. Почвы подчиненных ландшафтов содержат более высокие концентрации

водорастворимого фтора. Максимальные значения характерны для солонцовых горизонтов и горизонтов аккумуляции солей содовых солончаков.

О высокой миграционной активности фтора говорит закономерное увеличение его количества в верхнем горизонте трансэлювиальных (склоны) и субаквальных (поймы рек и речек, днища балок и блюдец) ландшафтов. Содержание фтора на склонах варьирует в пределах 0,7-2,3 мг/кг, в поймах рек и днищах балок – 3,1-6,9 мг/кг.

## ВЫВОДЫ

В процессе исследования определены основные особенности распределения фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины. Количество валового и растворимых форм фтора в исследуемых черноземах южных зависит от содержания в них гумуса, физической глины, карбонатов кальция, величины рН, а также определяется геоморфологическим положением. Орошение и химическая мелиорация существенно влияет на накопление и перераспределение фтора по почвенному профилю. Необходимым условием контроля за загрязнением почв является установление региональных уровней содержания фтора в почвах разных территорий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кремленкова Н.П. (1993).** Накопление и перераспределение техногенного фтора в почвах южной части Нечерноземной зоны. В: Почвоведение. М. № 9, 87–93.
- Перельман А.И. (1979).** Геохимия. М.: Высшая школа. 423 с.
- Позняк С.П. (1997).** Орошаемые черноземы юго-запада Украины. Львов: ВНТЛ. 240 с.
- Тригуб В.І., Позняк С.П. (2008).** Фтор у чорноземах південного заходу України. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 148.
- Тригуб В.І. (2014).** Эколо-геохимические и географо-генетические особенности распространения фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины. В: Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. Вип. 25, 143-149.

# EVALUAREA CALITĂȚII BIOMASEI DE *PHACELIA TANACETIFOLIA*, *BRASSICA NAPUS* ȘI *ISATIS TINCTORIA* CA ÎNGRĂȘAMÂNT VERDE

Victor TÎTEI <sup>1</sup>, Veaceslav MAZĂRE <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grădina Botanică Națională (Institut) „Alexandru Ciubotaru”, str. Pădurii nr.18, Chișinău, Republica Moldova, MD 2002.

<sup>2</sup> Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României”, Calea Aradului nr.119 Timișoara 300645, județul Timis, România  
e-mail: vtitei@mail.ru; vic.titei@com

**Abstract.** The objective of the present study was to investigate some biological peculiarities, productivity of local cv. 'Melifera' *Phacelia tanacetifolia*, *Brassica napus oleifera* and *Isatis tinctoria*, possibility of using harvested biomass as green manures. It has been determined that the green mass yield varied from 2.89 kg/m<sup>2</sup> (*Isatis tinctoria*) to 5.84 kg/m<sup>2</sup> (*Brassica napus oleifera*); the calculated incorporated in sol organic matter from 3.9 (*Isatis tinctoria*) to 8.1t/ha (*Phacelia tanacetifolia*), nitrogen 146-280 kg/ha, phosphorus 20-37 kg/ha, magnesium 10-35 kg/ha, potassium 116-354kg/ha, calcium 50-419kg/ha. Based on our results, we suggest that studied species may be a good nectar source for honeybees and produced biomass- valuable green manures.

**Key words:** agrobiological peculiarities, chemical composition, green manures, *Brassica napus oleifera*, *Isatis tinctoria*, *Phacelia tanacetifolia*

## INTRODUCERE

Solul este stratul de la suprafața pământului susținător al vieții, principala sursă de nutrienți minerali și de apă pentru plante. Capacitatea acestuia de a asigura nutrienți necesari plantelor variază în funcție de tipul și nivelul lui de fertilitate. Solurile cernoziomice ocupă circa 70% din teritoriu fiind una din cele mai importante resurse naturale pentru Moldova. Agricultura intensivă din ultimii 70 ani cu extinderea suprafețelor cu culturi prășitoare și tehnice a condus la mineralizarea humusului și reducerea conținutului acestuia, destrucția și deteriorarea a stării de calitate fizică a solurilor cernoziomice și diminuării fertilității lor (Andrieș și col., 2014).

Agricultura ecologică are o contribuție majoră la menținerea fertilității și activității biologice a solului și dezvoltarea durabilă a agriculturii, la creșterea activităților economice cu o importantă valoare adăugată și la sporirea interesului pentru dezvoltarea spațiului rural. La nivel mondial producția ecologică se desfășoară în 179 de țări, acoperind o suprafață totală de 90,6 milioane de hectare, iar Europa este principala regiune pentru acest tip de culturi. Încorporarea în sol a unei cantități necesare de gunoi de grajd în viitorii ani în Republica Moldova nu este prevede, ca urmare a reducerii drastice a șeptelului de animale și a faptului că la moment majoritatea din animale se întrețin în gospodăriile casnice, iar gunoiul de cele mai multe ori se aruncă la întâmplare fiind o sursă de poluare.

Pentru menținerea și sporirea fertilității solului din cele mai vechi timpuri s-au folosit cu succes îngășamintele verzi, prin creșterea plantelor și îngroparea lor în sol în același an, contribuind la majorarea conținutului de materie organică și a rezervelor de azot mineral, protecția împotriva eroziunii, creșterii capacitatii solului de reținere a apei și a elementelor nutritive, intensificării activității microorganismelor și reducerii gradului de infestarea a terenurilor cultivate cu buruieni și agenți patogeni (Leah, Cerbari, 2015). Plantele folosite ca îngășamânt verde reprezintă diverse familii botanice: *Fabaceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae* *Hydrophyllaceae* ect., ele produc o masă vegetală cât mai bogată, într-un timp cât mai scurt și nu sunt pretențioase față de condițiile de sol. După modul de obținere și utilizare îngășamintele verzi pot fi: în cultură pură sau în amestec de

culti, când constituie cultura de bază și ocupă terenul întreaga perioadă de vegetație; îngrășaminte verzi constituite într-o cultură intermedieră (cultură ascunsă, cultură în miște și cultură de toamnă); îngrășaminte verzi sub formă de masă cosită (ca mulci vegetal). Este cunoscut că beneficiile majore realizate prin utilizarea îngrășămintelor verzi constă în aportul de materie organică în sol, în timpul descompunerii acesteia de către microorganismele din sol, rezultă humusul și compușii rezistenți la descompunere, cum ar fi gumele, ceară și răsinile, care contribuie la unirea particulelor de sol în granule. Un sol bine granulat este mai aerisit cu o mare permeabilitate la apă. Îngrășămintele verzi fiind instrumentele fundamentale, utilizate pentru gestionarea durabilă a fertilității solului, în urma cărora se mărește capacitatea de reținere a substanțelor nutritive, sporește puterea de tamponare și se îmbunătățesc însușirile fizice; se măresc rezervele de azot și fosfor asimilabil ale solului, reducerea în orizontul arabil, cu ajutorul rădăcinilor a substanțelor nutritive din orizonturile mai profunde; stoparea proceselor de spălare a substanțelor nutritive și menținerea biodiversității agro-ecosistemelor în scopul creșterii productivității și obținerii diverselor produse agricole ecologice solicitate pe piață. Utilizarea îngrășămintelor verzi la nivel internațional se extinde anual, Brazilia utilizează culturi verzi ca fertilizant pe 47 milioane de hectare.

În ultimele decenii, atât pe plan mondial cât și regional, sunt efectuate investigații științifice orientate spre mobilizarea, ameliorarea și implementarea unor specii de plante cu utilitate multiplă, care permit o folosire mai rațională a terenului, obținerea de produse și materii prime pentru diferite industrii, asigură o sursă bogată de nectar și polen, și în același timp îmbunătățesc calitatea solului, prin ridicarea conținutului în substanțe organice și minerale, fiind și bune premergătoare pentru majoritatea culturilor agricole tradiționale. Una din aceste specii este facelia, *Phacelia tanacetifolia* Benth, familia *Hydrophyllaceae* (*Boraginaceae*). Genul *Phacelia* (sinonim *Eutoca*) cuprinde circa 150 de specii de plante, care cresc spontan pe continentul American începând cu estul Statelor Unite ale Americii până în Munții Anzi din Chile, majoritatea din aceste specii sunt considerate ca buruieni pentru alte culturi de câmp. Specia *Phacelia tanacetifolia* Benth pătrunde în Europa în anul 1832 la început ca plantă ornamentală, apoi ca plantă meliferă, iar în Moldova a fost introdusă în cultură la jumătatea secolului XX, odată cu constituirea gospodăriilor apicole și a complexelor zootehnice industriale.

*Phacelia tanacetifolia* este inclusă în primele 20 plante melifere din lume. Planta de facelia dezvoltă un sistem radicular pivotant extins și foarte puternic. Tulpina este erectă cu talia de 50-122 cm, diametrul de 5-12 mm, rigidă de culoare verde cu nuanțe antocianice, partea de jos netedă, iar în partea superioară ramificată și acoperită cu peri scurți, aspri și rigizi spre vârf. Tulpina principală formează până la 20 lăstari laterali care la rândul lor sunt și ei ramificați. La început tulpina este suculentă, mai târziu devine fibroasă, iar la finele vegetației lignificată. Frunzele sunt alterne, sesile, penate, cu 7-8 foliole liniare, crestate sau penate de culoare verde cu nuanțe albăstrui. Frunzele bazale sunt mai mari, alterne, asimetrice, pinat-sectate cu un număr impar de segmente cu margini neregulate de la ascuțit la obtuz. Dezvoltarea lăstarilor se finalizează cu formarea inflorescențelor scorpioide compacte în forma de evantai (cimă). În partea superioară a tulpinii inflorescențele au cca. 70 de flori pe când la cele laterale 30-40 flori. Floarea în formă de clopoțel e așezată pe un ax floral de până la 2 cm, acrulant, cel mai lung ax floral fiind la florile din parte inferioară a inflorescenței. Caliciu are lobii subacuali, liniari, obtuzi acoperiți dur erecto-patent de culoare deschisă cu dimensiuni 5- 7.5 x 0.4 la 0.7 mm, e formată din cinci stamine și două stiluri care apar în mod clar din corolă, cu cinci petale de culoare albastre-violacee, cu lobi de 3.5 - 5 x 3 - 3,5 mm, ovate și obtuz cu diametrul de 8-12 mm. Caliciu are sepale păroase. Anterele și stilul sunt ieșite din floare. Înflorirea la plantele de facelia începe cu florile de la bază. Florile sunt foarte parfumate. Glandele nectarifere se găsesc la baza florilor unde formează un disc nectarifer în jurul ovarului. Perioada de la apariția plantulelor până la înflorire constituie 40-55 zile, iar durata înfloritului este de 30-50 zile depinzând de evoluția factorilor climatici.

Fructul o mică capsulă dehiscentă cu 4 semințe negre cu lungimea de 3mm. Masa la 1000 semințe atinge 1.9-2.0 g.

Rapița de toamnă, *Brassica napus* L. subsp. *oleifera* DC., familia *Brassicaceae*, plantă erbacee anuală, cultivată pentru semințele ei bogate în ulei, dar și ca furaj pentru animale și biomasă energetică, excelentă plantă meliferă, răspândită în zone cu clima uscată temperată continentală. Tulpina este erectoră, ramificată, înalță de 70-130cm, rezistentă la cădere; frunzele de culoare verde, acoperite cu perișori, cu nervuri bine evidențiate, alternante, cele bazale sunt peștiolate, lirate, penatsecate; cele mijlocii și de vârf sunt sesile, lanceolate sau oblong-lanceolate acoperite cu un strat ceros. Inflorescența este un racem cu flori hermafrodite de culoare galben intens, perioada de înflorire 15-21 zile, polenizarea este predominant alogamă, entomofilă. Fructul este o silicva linear cilindrică de 3-5cm cu 10-30 semințe de formă rotundă de culoare negru-albăstrui până la maro-albăstrui, masa 1000 de semințe 3.5-6.5 g. Rădăcina este pivotantă, slab ramificată pătrunde în sol până la 300 cm adâncime, masa principală de rădăcini este localizată la 25-45 cm.

Drobușorul *Isatis tinctoria* L. familia *Brassicaceae*, plantă erbacee bienală sau perenă, originară din Euroasia, întâlnită și în flora locală spontană, care se cultivă în diferite părți din sud-vestul Europei încă din antichitate ca plantă medicinală și producerea coloranților pentru textile, în ultimii ani ca plantă furajeră și meliferă. Formează 15-20 lăstari erectori de 45-130 cm, rozeta formată din frunze oblanceolate de 4-10 cm lungime și 0.8-4 cm lățime, la bază, iar frunzele tulpinale sunt sagitate albastre-verzi. Tulpina se ramifică în partea superioară, formându-se raceme alcătuite din flori mici, galbene, actinomorfe, hermafrodite, cu patru petale cu diametru de 3-6 mm. Fructul este o siliculă variat colorată. Crește în zonele pietroase înierbate, în zona de deal și pajîști. Sistemul radicular constă din rădăcina pivotantă care pătrunde la 1.5-3.0 m adâncime, iar radăcinele laterale se extind la 20-30 cm.

În literatura de specialitate se menționează despre potențialul melifer a rapiței de toamnă de 255 kg/ha miere, faceliei 556 kg/ha miere (Ion și col., 2018), despre efectul în controlul biologic, precum și herbicidal, fungicidal, bactericidal, nematocidal și insecticidal ai compușilor chimici din *Brassica napus*, *Isatis tinctoria*, *Phacelia tanacetifolia* (Seifert, Unger, 1994; Hickman, Wratten, 1996; Kirkegaard, Sarwar, 1998; Haramoto, Gallandt, 2004; Uremis și col., 2009).

Scopul cercetării a constat în determinarea particularităților biologice și productivității plantelor de facelia *Phacelia tanacetifolia*, rapiță de toamnă *Brassica napus oleifera*, drobuș *Isatis tinctoria* și evaluarea calității biomasei vegetale ca îngărașământ verde.

## MATERIALE ȘI METODE

Ca obiect de studiu a servit soiul 'Meliifera' de Facelia, *Phacelia tanacetifolia*, creat în cadrul Grădinii Botanice (Institut) a AŞM, înscris în Catalogul Soiurilor de Plante și brevetat la Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală (AGEPI) din Republica Moldova, rapiță de toamnă, *Brassica napus* L. subsp. *oleifera* DC. și drobuș *Isatis tinctoria* L. Experiențele au fost montate pe terenul experimental al Grădinii Botanice Naționale, Chișinău latitudine 46°58'25.7" și longitudine N28°52'57.8"E, sol cernoziom, pH= 6.60, conținut în stratul arabil: 2.17% materie organică, 13.11 mg/kg azot total, 364.88 mg/kg potasiu, 2747.25 mg/kg calciu, 40.33 mg/kg fosfor, 307.84 mg/kg magneziu. Semănatul drobușorului și a rapiței de toamnă s-a efectuat la mijlocul lunii august, iar a faceliei - în luna martie pe sol bine pregătit, cu tasare până și după semănat la adâncimea 2 cm, distanță între rânduri 15 cm, cu normă 0.6 g/m<sup>2</sup>. Cercetările științifice privind creșterea, dezvoltarea și productivitatea plantelor au fost efectuate conform indicațiilor metodice aprobată. Recoltarea biomasei vegetale și prelevarea probele pentru analizele chimice s-a efectuat în faza de înflorire în masă la drobușor finele lunii aprilie, rapiță de toamnă prima jumătate a lunii mai, iar a faceliei mijlocul lunii iunie. Probele au fost analizate pentru substanța uscată, substanța organică, cenușa brută, conținutul de fibre prin tratare cu detergent neutru (NDF), conținutul de fibre prin tratare cu

detergent acid (ADF), conținutul de lignină sulfurică (ADL), compoziția elementelor chimice: azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, cupru, zinc, mangan a biomasei s-a determinat aplicând metode standardizate.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul cercetării particularităților biologice, s-a stabilit că apariția plantulelor de droboșor și a rapiței de toamnă, datorită și asigurării satisfăcătoare cu umiditate a solului, s-a observat după 4 zile de la încorporarea semințelor, iar apariția abundantă pe parcursul a 7-8 zile. Toamna la stabilirea temperaturilor negative, sfârșitul vegetației plantele de droboșor au dezvoltat o rozetă cu 20-28 frunze, iar la plantele de rapiță rozetă cu 6-8 frunze de dimensiuni mai mari, în partea subterană - rădăcina principală groasă de 8-10 mm extinsă în adâncime de peste 25 cm. Plantule de droboșor sunt mai tolerate la condițiile de frig și ger, își reiau vegetația la stabilirea temperaturilor pozitive la finele lunii februarie, sau cu 3-7 zile comparativ cu rapiță de toamnă. Demararea apariției lăstarilor generativi la droboșor și rapiță de toamnă s-a observat la finele lunii martie începutul lunii aprilie, iar apariția butonilor florali în a doua jumătate a lunii aprilie, înflorire în masă la droboșor - finele lunii aprilie, rapiță de toamnă - prima jumătate a lunii mai.

Am putea menționa că apariția plantulelor de facelia în semănăturile de primăvara are loc după 7-10 zile de la semănat, creșterea și dezvoltarea părții aeriene în primele 20 zile este lentă, plantele au o colorație verde antocian, sistemul radicular se estinde și pătrunde până la 35 cm. În primele zile a lunii mai creșterea tulipinii se intensifică brusc, se dezvoltă lăstarii laterali. La mijlocul lunii mai demarează formarea butonilor florali, iar la finele lunii mai se deschid primele flori. Sistemul radicular al faceliei atinge adâncimea de 150 cm. Perioada de înflorire 28- 43 zile, iar inițierea formării semințelor s-a observat în a doua jumătate a lunii iunie, maturizarea semințelor este neomogenă, în parte inferioară a inflorescenței semințele deja se scutură, iar vârful are flori.

Rezultatele privitor la structura și productivitatea de biomasă a plantelor de facelia *Phacelia tanacetifolia*, rapiță de toamnă *Brassica napus oleifera*, droboș *Isatis tinctoria* sunt prezentate în Tabelul 1. S-a stabilit că la momentul recoltării, talia plantelor de rapiță de toamnă este mai mare (125cm) comparativ cu celelalte specii, fapt ce s-a răsfrânt pozitiv asupra majorării recoltei de masă proaspătă ( $5.84 \text{ kg/m}^2$ ). Plantele de droboș au o productivitate mai diminuată ( $2.89 \text{ kg/m}^2$ ) comparativ cu facelia ( $5.04 \text{ kg/m}^2$ ). Printr-o productivitate înaltă de substanță uscată se evidențiază soiul 'Melifera' de facelia ( $0.96 \text{ kg/m}^2$ ). Biomasa de droboșor și rapiță se caracterizează printr-o înaltă hidratare a țesuturilor (84-86%) ce poate fi benefic pentru activitatea biotei din sol și a gradului de descompunere a biomasei încorporate.

Tabelul 1. Recolta de biomasă vegetală a speciilor de plante cercetate

Indici	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	<i>Brassica napus</i> subsp. <i>oleifera</i>	<i>Isatis tinctoria</i>
Înălțimea plantelor la recoltare, cm	84	125	114
Recolta masă proaspătă, $\text{kg/m}^2$	5.04	5.84	2.89
Recolta substanță uscată, $\text{kg/m}^2$	0.96	0.84	0.44
Frunze în masă recoltată, %	54	51	55
Conținutul de apă în frunze, %	77.3	85.7	84.2
Conținutul de apă în tulpi, %	86.3	84.3	85.6

Datele privitor la calitatea biomasei plantelor de facelia *Phacelia tanacetifolia*, rapiță de toamnă *Brassica napus oleifera*, droboș *Isatis tinctoria* sunt prezentate în Tabelul 2. Am putea menționa că, conținutul de hidrați de carbon, care asigură suportul energetic pentru activitatea biotei se modifică în dependență de specie. Conținutul de fibre solubile în acidul detergent în biomasa

speciilor cercetate constituie 285-302 g/kg și celuloză 232-246 g/kg nu diferă esențial în dependență de specie. În biomasa de facelia se atestă un nivel ridicat de fibre solubile în detergent neutru (534 g/kg), lignină (70 g/kg) și hemiceluloză (232 g/kg) comparativ cu celelalte specii. Biomasa de rapiță este foarte bogată în hidrați de carbon solubili (122 g/kg).

Îngrășământul verde de drobușor și rapiță are un conținut foarte ridicat de azot, ridicat de fosfor și foarte redus de calciu și cupru, diminuat de zinc și mangan comparativ cu facelia. Îngrășământul verde de rapiță se caracterizează printr-un nivel înalt de potasiu, calciu, magneziu comparativ cu facelia. Structura pereților celulari, conținutul de celuloză, hemiceluloză, lignină și hidrați de carbon solubili, precum și raportul carbon azot (C:N) al biomasei joacă un rol crucial în procesul de descompunere a materiei organice de către microorganisme din sol. Raportul carbon azot este benefic pentru biomasa tuturor speciilor cercetate, procesul de descompunere a materiei organice ar fi mai rapid în biomasa de drobușor și rapiță comparativ cu biomasa de facie. S-a calculat că la încorporarea biomasei de facie în sol aportul de materie organică atinge 8.1 t/ha, iar de macro nutrienți 1024.5 kg/ha, inclusiv azot total 182 kg/ha, fosfor 37 kg/ha, magneziu 27.4 kg/ha, potasiu 353.0 kg/ha, calciu 419.0 kg/ha, precum și micro nutrienți - cupru 0.05 kg/ha, zinc 0.18 kg/ha, mangan 0.03 kg/ha. Încorporarea biomasei de rapiță poate contribui cu 7.7 t/ha materie organică, iar de macro nutrienți 853.5 kg/ha, inclusiv azot total 280 kg/ha, fosfor 37 kg/ha, magneziu 35.4 kg/ha, potasiu 354.0 kg/ha, calciu 147.1 kg/ha, precum și micro nutrienți - cupru 0.02 kg/ha, zinc 0.23 kg/ha, mangan 0.02 kg/ha. Încorporarea îngrășământului verde de drobușor poate aduce un aport modest comparativ cu celelalte specii cercetate respectiv 3.9 t/ha materie organică, iar de macro nutrienți 342.1 kg/ha, inclusiv azot total 146 kg/ha, fosfor 20 kg/ha, magneziu 10.1 kg/ha, potasiu 116.0 kg/ha, calciu 50.0 kg/ha, precum și micro nutrienți - cupru 0.01 kg/ha, zinc 0.12 kg/ha, mangan 0.01 kg/ha.

Tabelul 2. Calitatea biomasei speciilor de plante cercetate ca îngrășământ verde

Indici	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	<i>Brassica napus</i> subsp. <i>oleifera</i>	<i>Isatis tinctoria</i>
Hidrați de carbon structurali:			
fibre solubil în acidul detergent (ADF), %	30.2	28.5	29.0
fibre solubil în detergent neutru (NDF), %	53.4	44.2	43.4
lignină sulfurică (ADL), %	7.0	4.1	4.4
Celuloză, %	23.2	24.4	24.6
Hemiceluloză, %	23.2	15.7	14.4
Hidrați de carbon solubili, %	8.6	12.2	7.7
Carbon, %	48.1	50.0	49.3
Azot, g/kg	19.6	36.3	37.6
Fosfor, g/kg	3.9	4.8	5.1
Potasiu, g/kg	36.8	46.0	29.8
Calciu, g/kg	43.6	19.1	12.9
Magneziu, g/kg	2.9	4.6	2.6
Cupru, mg/kg	6.9	2.9	3.5
Zinc, mg/kg	32.8	30.3	25.7
Mangan, mg/kg	3.3	2.9	2.6
Raportul carbon: azot (C:N)	24	14	13
Substanțe organice, g/kg	866.0	920.0	877.0

Cercetările efectuate în Moldova au stabilit productivitatea de materie organică și conținutul de nutrienți la încorporarea în sol a măzărichii, amestecurilor de lucernă și sparcetă cu raigras (Leah, Cerbari, 2015; Wiesmeier și col. 2015; Cerbari, Leah, 2016). Rezultate noastre științifice privitor la conținutul de azot, fosfor și potasiu a biomasei de facelie și de rapiță au aproximativ aceleași valori ca la măzăriche, amestecurilor de lucernă și sparcetă cu raigras.

Literatura de specialitate din străinătate prezintă diferite rezultate pentru aceste specii cercetate. Astfel, Ates și col. (2010), menționează despre potențialul faceliei în Turcia: talia plantelor atinge 106.33 cm, recolta 60.7 t/ha furaj sau 9.9 t/ha substanțe uscate, 13.2% proteine, 37.33% ADF, 45.60 % NDF, 0.98% calciu, 0.39% magneziu, 0.42-0.67 % fosfor și 2.27-2.38% potasiu. În cercetările efectuate în Ungaria, Miko (2009) s-a stabilit că recolta faceliei este de 11.9-65.9 t/ha masă verde, 2.2-14.1 t/ha substanță uscată, 30-346 kg/ha azot, 15-174 kg/ha fosfor, 43-375 kg/ha potassiu, iar a rapiței 24.0 -150.6 t/ha masă verde, 4.2-15.6 t/ha substanță uscată, 60-325 kg/ha azot, 34-168 kg/ha fosfor, 83-509 kg/ha potassiu. În Serbia potențialul rapiței de toamnă atinge 77.1 t/ha masă verde, 6.9 t/ha substanțe uscate cu un randament de încorporare a 193 kg/ha azot, iar a rapiței de primăvară 54.8 t/ha masă verde, 4.9 t/ha substanțe uscate cu un randament de încorporare a 132 kg/ha azot (Antanasovic și col., 2012; Krstic și col., 2012).

## CONCLUZII

Particularitățile biologice a plantelor de facelia *Phacelia tanacetifolia*, rapiță de toamnă, *Brassica napus oleifera*, drobuș *Isatis tinctoria* permit creștere și dezvoltarea în condițiile pedoclimaterice locale și atingerea productivității de 2.89-5.04 kg/m<sup>2</sup> masă proaspătă la înflorire.

La încorporarea biomasei acestor specii în sol ca îngrășământ verde aportul de materie organică crește de la 3.9 t/ha la 8.1 t/ha, azot total 146-280 kg/ha, fosfor 20-37 kg/ha, magneziu 10-35 kg/ha, potasiu 116-354 kg/ha și calciu 50-419 kg/ha, cupru 0.01-0.05 kg/ha, zinc 0.12- 0.23 kg/ha, mangan 0.01-0.03 kg/ha.

Speciile cercetate asigură o sursă excelentă de cules pentru albine, iar biomasa recoltată în perioada de înflorire poate fi valorificată ca îngrășământ verde.

## REFERINȚE

- Andries S., Cerbari V., Filipciuc V. (2014).** The quality of moldovan soils: Issues and solutions. In: Soil as world heritage, Springer, Dordrecht, 9-15.
- Antanasovic S., Cupina B., Krstic D., Manojlovic M., Cabilovski R., Marjanovic-Jeromela A., Mikic A. (2012).** Potential of autumn-sown rapeseed (*Brassica napus*) as a green manure crop. In: Cruciferae Newsletter. Nr. 31, 26-28.
- Ates E., Coskuntuna L., Tekeli A.S. (2010).** Plant growth stage effects on the yield, feeding value and some morphological characters of the fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). In: Cuban Journal of Agricultural Science. Nr. 44, 425-428.
- Cerbari V., Leah C. (2016).** Green manure - only possibility to save Moldova's arable soils from degradation. In: Lucrări Științifice, seria Agronomie, Nr. 59(2), 155-158.
- Haramoto E., Gallandt E. (2004).** Brassica cover cropping for weed management: A review. In: Renewable Agriculture and Food Systems, Nr. 19(4), 187-198. doi:10.1079/RAFS200490

- Hickman J. M., WrattenW. D. (1996).** Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. In: Journal of Economic Entomology. Nr. 89 (4), 832-840.
- Ion N., Odoux J.F., Vaissiere B. E. (2018).** Melliferous potential of weedy herbaceous plants in the crop fields of Romania from 1949 to 2012. In: Journal of Apicultural Science. Nr. 62 (2), 1-17. DOI: 10.2478/jas-2018-0017.
- Kirkegaard J.A., Sarwar M. (1998).** Biofumigation potential of brassicas: I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. In: Plant and Soil. Nr. 201(1), 71-89.
- Krstic D., Cupina B., Antanasovic S., Cabilovski R., Manojlovic M., Marjanovic-Jeromela A., Mikic A. (2012).** Potential of spring-sown rapeseed (*Brassica napus*) as a green manure crop. In: Cruciferae Newsletter. Nr. 31, 29-30.
- Leah T., Cerbari V. (2015).** Cover Crops - key to storing organic matter and remediation of degraded properties of soils in the Republic of Moldova. In: Scientific Papers. Series A. Agronomy. Nr.58, 73-76.
- Mikó P. (2009).** Investigation of the effects of green manuring on soil condition and the following crop. Theses of doctoral dissertation. Godollo. 24p.
- Seifert K., Unger W. (1994).** Insecticidal and fungicidal compounds from *Isatis tinctoria*. In: Zeitschrift für Naturforschung. Nr. 49c (1-2), 44-48.
- Uremis I., Arslan M., Uludag A., Sangun M.K. (2009).** Allelopathic potentials of residues of 6 brassica species on johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). In: African Journal of Biotechnology. Nr. 8 (15), 3497-3501.
- Wiesmeier M., Lungu M., Hübner R. , Cerbari V. (2015).** Remediation of degraded arable steppe soils in Moldova using vetch as green manure. In: Solid Earth. Nr. 6, 609–620.

# PEDOSFERA – AL TREILEA MEDIU VITAL

Andrei URSU

Institutul de Ecologie și Geografie

MD-2028, str. Academiei 1, Chișinău, e-mail: [ieg@asm.md](mailto:ieg@asm.md)

**Abstract.** The soil was created by nature to carry out multiple biosphere missions. In the process of evolution, the soil properties favored its population by different organisms adapted to the pedological regimes, it became the third vital environment with the aquatic and terrestrial environment. In the composition of nature, along with the mineral, plant and animal kingdom, the pedological kingdom was formed within the biosphere – the pedosphere was formed.

**Key words:** pedosphere, environment, evolution.

## INTRODUCERE

În procesul evoluției vieții natura a creat un obiect original menit să efectueze anumite misiuni biosferice. Acest obiect organo-mineral cu construcție morfologică verticală, cu structură și componență substanțială specifică este solul, o „rugină nobilă” la suprafața uscatului. **Solul** este rezultatul interacțiunii rocilor geologice superficiale, a reliefului, climei, al organismelor vii și reziduurilor organice. Între litosferă și atmosferă s-a format **Pedosfera**.

În componența solului un rol deosebit apartine humusului – substanței care se formează în sol și este caracteristică solului. Fiind produs al interacțiunii factorilor pedogenetici, datorită variabilității lor, pedosfera include o diversitate enormă de unități genetice (podzoluri, soluri brune și cenușii, cernoziomuri, etc.) și taxonomice (tipuri, subtipuri, genuri, varietăți, etc.) cu diferită construcție morfologică, componență substanțială și proprietăți fizico-chimice, biologice, ecologice.

În procesul pedogenezei în sol se formează orizonturi genetice cu diferită structură, regimuri fizico-hidrice și componență specifică. Orizonturile (A, B, C) formează profilul vertical – solul ca atare, care se deosebește esențial de roca subiacentă. Astfel apare al patrulea regn natural de rând cu regnul mineral, vegetal, animal – regnul pedologic (Ursu, 2011).

Fiecare unitate genetică de sol se caracterizează și se deosebește prin anumite caractere și particularități condiționate de pedogeneza și regimurile condițiilor naturale. Organizarea structurală a orizonturilor se deosebește prin formă și amplasarea agregatelor, prin coraportul dintre elemente și cavități. Solutiile se deosebesc prin textură, durabilitate, densitate aparentă, coraport dintre partea solidă, lichidă și gazoasă. Apa în sol prezintă o soluție cu diferită componență minerală, gazele fiind saturate cu  $\text{CO}_2$  și  $\text{O}_2$ .

Astfel, în procesul evoluției în sol s-au creat anumite condiții favorabile pentru existența diferitor organisme. Cu timpul solul a fost populat de multiple specii de animale de diferite dimensiuni și „mod de viață”.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Principalii locatari ai solului sunt microorganismele – bacteriile, actinomicetele, fungii, apoi algele, plantele și animalele cu dimensiuni microscopice. Însă la condițiile oferite de sol s-au adaptat și animalele cu alte dimensiuni. Solul a devenit *mediu vital al pedobionților* (Ursu, 2007; Гиляров, 1970). Pedofauna este reprezentată de micro-, mezo- și macroorganisme; sunt bine cunoscute cărtițele și orbeții, popândaii și șoareci de câmp, coropișnițele și râmele, furnicile etc.

S-a stabilit că circa 70% de insecte folosesc solul la diferite stadii de dezvoltare (Бабъева, Зенова, 1983). Gândacul de mai habitează în sol în decurs de 4 ani, în aer – doar câteva zile. Fauna

solului este obiectul de studiu al Pedozoologiei. Dar pedobionții – locatarii solului nu numai că folosesc solul în calitate de mediu vital, dar și efectuează starea și componența lui (Ursu, 2006). Activitatea pedobionților prezintă un factor pedogenetic. Componența specifică a pedobionților poate fi un indicator diagnostic a anumitor soluri (Ursu, 2007, 2009). Astfel, M. Gilearov consideră că specia râmelor dovedește prezența solurilor brune în Codrii Moldovei (Гиляров, 1963). Componența faunei cernoziomului carbonatic din Câmpia de Sud (prezența *Scolapendrei, termitelor*) indică avansarea proceselor de deșertificare (Degradarea..., 2000).

Pedofauna ca factor pedogenetic participă și asigură efectuarea proceselor formării solului, activitatea biotică, balanța ecologică, productivitatea potențială a solului.

Este bine cunoscută activitatea pedologică a cărtișei, orbetelui și altor rozătoare, care perforează solul, construiesc galerii (crotovine), amestecă structura și componența orizonturilor, afânează solul. Popândăii, șoareci de câmp acumulează în sol rezerve organice, construiesc sisteme subterane. Sunt bine cunoscute formațiunile existenței râmelor – coproliți, elemente structurale trecute prin sistemul digestional al râmelor (Ursu, 2007). În regiunile tropicale termitele construiesc formațiuni cu dimensiuni de peste 1 m.

Valorificarea solurilor influențează nu numai covorul vegetal, dar și componența pedofaunei. În solurile valorificate se reduce drastic variabilitatea pedobionților, multiple specii dispar, ceia ce influențează procesele pedogenetice, reduc productivitatea solurilor. În procesul pedogenetic rolul important al pedofaunei constă în „prelucrarea” masei organice, care prezintă o etapă a circuitului carbonului. Lipsa acestei etape prezintă un factor negativ, care contribuie la dehumificarea solurilor valorificate. În lipsa pedofaunei reziduurile organice se supun direct descompunerii efectuate de microorganisme.

Protejarea componenței pedofaunei în solurile arabile prezintă o problemă dificilă. Aceasta poate fi efectuată parțial doar prin introducerea și reproducerea asolamentelor cu ierburi perene componența lor și administrarea îngrășămintelor organice.

## CONCLUZII

Componența biotică, pedofauna prezintă un element caracteristic solului, garant al activității lor normale în asigurarea funcțiilor ecosistemelor terestre. Solul ca mediu vital prezintă un component esențial al biosferei, garant al biodiversității. Pedosfera îndeplinește multiple misiuni biosferice, doar în componență completă, inclusiv a biotei, a pedobionților. În menținerea echilibrului ecologic, biodiversității, rolului polifuncțional al solului, în regiunile antropizate un rol decisiv aparține rezervațiilor naturale și oazelor biocenotice, bine și efectiv protejate. Aceste obiecte, pe lângă rolul lor ecologic, biocenotic prezintă refugii, inclusiv, a pedobionților.

## REFERINȚE

- Degradarea solurilor și deșertificarea. SNMŞS, Chișinău, 2000. 308 p.
- Ursu A.** Pedogeneza și pedobionții. Activitatea insectelor. Mediul ambiant, nr. 6(30), 2006, p.29-31.
- Ursu A.** Solul ca mediu vital al pedobionților. Probleme actuale ale protecției și valorificării durabile a diversității lumii animale, Chișinău, 2007, p. 136-137.
- Ursu A.** Rolul biocenozei în geneza cernoziomurilor. Mediul ambiant, nr. 1(43), 2009, p. 20–22.
- Ursu A.** Solurile Moldovei. Academica, vol. VIII, Știință; Chișinău, 2011. 324 p.
- Бабыева И.П., Зенова Т.М.** Биология почвы. Москва: МТУ, 1989. 249 р.
- Гиляров М.С.** Почвенная фауна как показатель распространения буроземов в Молдавских Кодрах. Зоологический журнал. Т. 42, вып. 2, Москва, 1963.
- Гиляров М.С.** Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше, Москва, 1970.

# GEOGRAFIA ȘI ȘTAREA SOLURILOR VALORIZIFICATE

Andrei URSU

Institutul de Ecologie și Geografie

MD-2028, str. Academiei 1, Chișinău, e-mail: [ieg@asm.md](mailto:ieg@asm.md)

**Abstract.** *The valorisation and multisecular use of the pedological resources, as well as the technogenetic transformations mask the regional and regional laws of the territorial spread and the properties of different soils. Contemporary agriculture, the application of different performing technologies does not take into account the pedological diversity and does not use at the appropriate level the pedological information accumulated previously. The pedological materials present a rich information about the territorial variability of the valorisation soils and can be used being supplemented with new information.*

**Key word:** geography, soil status, soil valorisation.

## INTRODUCERE

Existența vieții pe planeta Terra este condiționată de procesele sintezei substanței organice prin folosirea energiei solare. Organismele producante creează organică, consumantele o utilizează și reducențele o descompun; astfel se realizează biorotația. În rest rămâne doar un product al sintezei – descompunerii *humusul* conservat în sol.

Natura a creat solul, care în procesul evoluției a obținut multiple misiuni indispensabile pentru menținerea vieții terestre și a biodiversității (Добровольский, Никитин, 1990).

Variabilitatea condițiilor pedogenetice a creat multitudinea unităților genetico-taxonomice de soluri, care la rândul lor, garantează biodiversitatea și echilibrul ecologic al componentelor mediului, ecosistemelor și biopedocenozelor naturale. Zonalitatea condiționată de procesele planetare dirijează compoziția specifică și coraporturile dintre elementele mediului (Ursu, 2005).

Compoziția mineralică a rocilor geologice superficiale, diversitatea formelor reliefului și nivelurilor altitudinale, condițiile climatice și a biotei creează enormă variabilitate a etajării ecologice, aspectul natural al ecosistemelor, compoziția lor specifică regională.

Societatea umană, utilizând resursele naturale a efectuat valorificarea unor componente, transformând coraportul și rolul diferitor factori. Cu timpul, aspectul și specificul natural al diferitor regiuni devine tot mai antropizat, factorii naturali modificându-și misiunile. Astfel, defrișarea pădurilor, dezelenirea stepelor, desecarea mlaștinilor, valorificarea în masă a solurilor și substituirea biocenozelor naturale cu agrocenoze, a plantelor spontane cu culturile agricole, transformă esențial nu numai compoziția ecosistemelor, dar și rolul proceselor naturale, bioproducțivitatea, caracterul dintre producenți și consumenți, procesele de acumulare și descompunere a biomasei. Cu timpul se modifică condițiile climatice, regimurile hidrice și termice, se activează procesele de degradare (Degradarea, 2000).

Situatiile ecologice regionale maschează aspectul natural al teritoriilor antropizate. În regiunile totalmente valorificate, se aplică fitotehnologiile universale, se cultivă plante și soiuri cu diferențe particularități ecologice. Tehnologiile și alternările culturilor se efectuează în dependență de diferenți factori mai puțin de specificul condițiilor naturale regionale și locale (Ursu, 2008).

Valorificarea solurilor maschează esențial legitățile zonalității naturale și particularitățile regionale a genezei și răspândirii geografice a solurilor (Ursu, Marcov, Cravciuc,

2006). În rezultat apare tendința utilizării „universale” ale resurselor pedologice, neglijării particularităților diferitor soluri (Jigău, 2009). Componența specifică a culturilor agricole și fitotehnologiile devin preponderent condiționate de diferiți factori antropici și nu de specificul local al reliefului, solului, climei. Actualmente în practica agricolă nu se utilizează informația despre starea solurilor, hărțile pedologice.

## MATERIALE ȘI COMENTARII

Învelișul de sol al Moldovei în decursul celei de-a doua jumătăți a secolului XX a fost cercetat detaliat și cartografiat totalmente la diferite scări de proporții și pentru diferite scopuri (Ursu, 2011). Terenurile agricole au fost cartografiate la scara 1: 10 000 și 1: 5 000, pe baza hărților pedologice au fost alcătuite hărțile cadastrale cu bonitarea solurilor. Aceste hărți s-au mai păstrat la primării și servesc pentru scopuri cadastrale. Hărțile detaliate au fost generalizate, servind ca bază la alcătuirea hărților raionale (1: 50 000) și republicane (1: 200 000) care se utilizează preponderent în scopuri științifice de către Institutele de cercetare. Dar cea mai masivă informație pedocartografică dispune Institutul de Proiectări pentru Organizarea Teritoriului.

Hărțile detaliate, alcătuite pe baza cercetărilor efectuate în anii 60–80 a secolului trecut indică răspândirea teritorială a unităților genetico-taxonomice a solurilor la nivel de tip, subtip, gen etc. Acest comportament al hărților este în genere stabil și își păstrează actualitatea. Însă starea solurilor stabilită în anii 60–80 nu mai corespunde actualității, în deosebi gradele de eroziune, de salinizare etc.

După privatizarea fondului funciar fostele gospodării agricole au fost desființate, loturile primăriilor dispersate în cote valorice.

Moldova dispune de un fond funciar unic. În învelișul de sol circa 75% ocupă cernoziomurile, cele mai productive soluri. Dar alt caracter specific al Moldovei este relieful accidentat: 80% al fondului agricol este situat pe pante cu înclinația  $> 2^{\circ}$ . Luând în considerație caracterul torrential al ploilor din perioada caldă, menționăm că practic tot teritoriul țării poate fi supus eroziunii solului, ceea ce observăm sistematic în diverse regiuni. Din aceste considerente insistăm, că toată agricultura Moldovei necesită a fi antierozională, toate terenurile agricole trebuie să fie organizate pe principii antierozionale, toate fitotehnologiile trebuie să includă măsurile de combatere sau diminuare a proceselor erozionale (Eroziunea..., 2004).

Actualmente toate sistemele antierozionale zonale și regionale elaborate anterior au fost destrămate, organizarea antierozională dispersată, măsuri antierozionale nu se efectuează deloc. Actualmente cele mai periculoase procese de degradare sunt procesele erozionale de suprafață și de adâncime (Eroziunea..., 2004). Deținătorii de terenuri agricole nu practică și nu introduc asolamente cu elemente antierozionale și de fapt, nu iau în considerație variabilitățile solurilor, nu utilizează informația și recomandările pedologilor și specialiștilor.

## CONCLUZII

Având în vedere că solurile prezintă principala bogătie naturală a țării și actualmente condiționează preponderent economia țării, resursele pedologice necesită o altă atitudine. Bogăția Moldovei poate și necesita să fie utilizată mai eficient, dar și protejată mai efectiv. Pentru acest scop nobil și necesar poate să fie utilizată informația pedologică, tezaurul pedocartografic acumulat anterior. Unii fermieri și deținători de loturi funciare introduc tehnologii performante și deseori au necesitate de caracteristicile solurilor. Însă în această practică lipsește o metodă tehnico-științifică bine argumentată și reglementată. Caracteristica solurilor este necesară tuturor deținătorilor de teren

agricol. Pentru acest scop pot fi folosite materiale pedocartografice, însă aceste materiale necesită actualizare, o corectare profesională pe baza unor instrucțiuni argumentate științific.

Luând în considerație că învelișul de sol al fondului funciar este valorificat, utilizat și în diferit mod transformat, este necesară stabilirea și aprecierea stării actuale a solurilor.

Hărțile pedologice pot fi corectate și completate cu aprecierea stării actuale a fiecărui sol (arat, desfundat, ameliorat, desecat, irigat, gipsuit etc.). Pentru stabilirea gradului actual de eroziune este necesară efectuarea cercetărilor pe teren, ceia ce actualmente este practic imposibil. Sunt necesare diferite metode de recalculare cu anumiți coeficienți stabiliți pe baza cercetărilor științifice. În orice caz, hărțile pedologice pot fi folosite în multiple scopuri, dar necesită actualizarea specifică efectuată de pedologi.

Constatăm, cu părere de rău, că organele republicane și regionale nu argumentează necesitatea cadrelor pedologice. Universitatea de Stat, care pe vremuri a creat Școala Dimovistă, actualmente nu mai pregătește pedologi profesioniști.

## REFERINȚE

Degradarea solurilor și deșertificarea. Chișinău: SNMSS, 2000. 308 p.

Eroziunea solului. Chișinău: Pontos, 2004. 476 p.

**Jigău Gh.** Geneza și fizica solului CEP. USM, Chișinău. 2009. 160 p.

**Ursu A.** Solul și biocenoza. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, nr. 1(296), 2005, p. 161–167.

**Ursu A.** Problema degradării solurilor. Academos. Revistă de știință, inovare, cultură și artă, nr. 4(11), 2008.

**Ursu A.** Solurile Moldovei, Știința, Academica, vol. VIII, Chișinău, 2011. 324 p.

**Ursu A., Marcov I., Cravciuc I.** Variabilitatea spațială a indicilor morfologici a solurilor brune și cenușii. Conferință științifică Internațională „Învățământul și cercetarea – piloni ai societății bazate pe cunoaștere. Rezumatele comunicărilor. Științe reale. Chișinău, 2006, p. 313-314.

**Добровольский Г.В., Никитин Е.В.** Функции почв в биосфере и экосистемах. Москва, 1990. 261 с.

# **ROLUL BIOPESTICIDELOR ÎN PROTECȚIA INTEGRATĂ A CULTURILOR AGRICOLE ȘI MANAGEMENTUL DURABIL AL FERTILITĂȚII SOLULUI**

**Leonid VOLOȘCIUC<sup>1</sup>, Veronica JOSU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>The Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, 20 Padurii str., Chisinau, Republic of Moldova, l.volosciuc@gmail.com

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture, Regional Development and Environment, 9 Constantin Tanase str., Chisinau, Republic of Moldova, vjosu@yahoo.com

**Abstract.** Pest management approach is oriented for development to minimize environmental impact. For that reason, there is a necessity to progress biopesticides, which are efficient, ecofriendly and do not consent any destructive consequence. The biopesticides are associated with biological control by implication of living organisms, but now are extended by certain types of pesticides derived from such natural materials from animals, plants, and certain minerals. The application of biopesticides, as alternative management products against crop pests, is increasing. There are 299 registered biopesticide active ingredients and 1401 active biopesticide product registrations. The Global biopesticides market is increasing and was worth approximately \$3.36 billion in 2016 and is projected to reach \$8.82 billion by 2022, at an annual growth rate of 17.4%. The article aimed to present the problems of plant protection and soil fertility in ecological agriculture, using the possibilities to combat harmful organisms and improving environmental conditions for biological plant protection and sustainable management of fertility in organic farming systems.

**Key words:** biopesticid, conventional agriculture, organic farming, ecology, biological preparations.

## **INTRODUCERE**

Pentru asigurarea securității alimentare devine iminentă sporirea volumelor de producere a culturilor agricole. Furnizarea de alimente este doar prima parte a provocării, cea de-a doua și mai importantă este aceea de a asigura caracterul durabil al procesului (Altman A., Hasegawa P.M., 2012). Diversitatea mare de organisme dăunătoare (circa 67 000 de specii) provoacă pierderi colosale culturilor agricole (25-30 %, sau compromiterea completă a recoltelor), ceea ce necesită aplicarea masivă a pesticidelor utilizate pe scară largă în agricultura intensivă. La nivel global necesitățile combaterii organismelor dăunătoare sunt determinate de pierderile în valoare de \$50 tril și acoperirea costului pesticidelor de \$36 mlrd, cauzând un impact deosebit asupra mediului înconjurător (Volosciuc L.T., 2009b; IFOAM, 2015; Захаренко B.A. 2015).

Managementul organismelor dăunătoare în culturile cu randament sporit prin utilizarea pe scară largă a pesticidelor sintetice a oferit cu siguranță protecția plantelor agricole, dar permanent a exprimat îngrijorarea cu privire la reziduurile de pesticide din produsele alimentare și mediul înconjurător (Koul O., 2011). Această strategie de gestionare a dăunătorilor afectează în mod negativ și organismele benefice, acumulează reziduuri nocive în alimente, furaje și cauzează poluări de mediu, expunând omul la acțiunea pesticidelor(Future IPM in Europe, 2013; Kumar S., 2013).

Soluționarea problemelor ecologice din agricultură poate deveni realitate la utilizarea complexă a măsurilor ecologic inofensive de control al densității populațiilor de organisme dăunătoare și de sporire a fertilității solului. În protecția plantelor tot mai insistent se pune accentul pe metode noi de protecție, alternative celor chimice, dintre care mai preferabile sunt metodele biologice. În mod tradițional, fermierii au dezvoltat o serie de mijloace ecologic inofensive și practici agricole care contribuie direct sau indirect la managementul organismelor dăunătoare. Piața mondială a biopesticidelor a înregistrat succese remarcabile, atingând valoarea de \$3,42 mlrd în 2016 și se prognozează în volum de \$14,62 mlrd în 2025, crescând cu 17,52% din 2017 până în

2025. Deocamdată managementul ecologic al organismelor dăunătoare mai rămâne o sarcină dificilă și necesită abordarea complexă permanentă (Harry Brook and Mark Cutts, 2016).

## MATERIAL ȘI METODE

Pronosticarea dezvoltării organismelor dăunătoare a fost efectuată cu aplicarea sistemului electronic “Agroexpert” pentru determinarea indicatorilor climatici și avertizare a lor.

În scopul izolării și identificării agenților biologici s-au aplicat metodele protocolate în cercetările microbiologice și virologice și adaptate la obiectele utilizate în procesele de elaborare a mijloacelor alternative de protecție a plantelor (Volosciuc L., 2009a; Bellon S., Penvern S., 2014). Testarea în condiții de laborator, pe loturile de experiență și de producere a mijloacelor microbiologice de protecție a plantelor s-a efectuat în repetiții randomizate (Доспехов Б., 1989), cu prelucrarea statistică a rezultatelor (Доспехов Б., 1989).

Pentru analiza perspectivelor de dezvoltare a agriculturii și în scopul reducerii impactului organismelor dăunătoare asupra culturilor agricole a fost dezvoltat conceptul elaborării preparatelor biologice de combatere a plantelor, de implementare a agriculturii ecologice prin aplicarea protecției integrate a plantelor (Lacey L.A., et al., 2011; Xu, X.M. 2011; Vinson S.B. et al., 2016).

## RESULTATE ȘI DISCUȚII

### **Impactul pesticidelor asupra obiectelor ne-țintă și mediului înconjurător**

Utilizarea pesticidelor ridică o serie de preocupări legate de mediu. Peste 98% din mijloacele chimice pulverizate ating o altă destinație decât speciile țintă, inclusiv speciile nevizate, aerul, apa și solul. Acțiunea pesticidelor are loc atunci când acestea sunt difuzate în aer deoarece particulele sunt transportate de vânt în alte zone și le pot contamina (Volosciuc L., 2009a; Nawaz, M., 2016).

Toxicitatea pesticidelor are efecte periculoase asupra plantelor, solului, omului, păsărilor și altor animale, atingând efecte de toxicitate și diverse modificări fiziologice. Datorită poluării solului, aerului și apei, aceste substanțe ajung în organism. Pesticidele provoacă o varietate de efecte negative asupra sănătății, de la simpla iritare a pielii și a ochilor până la efecte mai severe, cum ar fi afectarea sistemului nervos, endocrin, reproducere și, de asemenea, provocarea cancerului.

Anual circa trei milioane de lucrători din agricultură din țările în curs de dezvoltare se confruntă cu o intoxicație severă cauzată de pesticide, dintre care circa 18 mii mor și 99% dintre decesele legate de pesticide apar în țările în curs de dezvoltare. Au fost înregistrate manifestări ale toxicității pesticidelor, îndeosebi în cazul pulverizării lor, precum și simptome apărute la postacțiunea aplicării anterioare a pesticidelor. Pesticidele au fost dezvoltate pentru a funcționa cu certitudine pentru combaterea organismelor dăunătoare și cu un risc minim pentru sănătatea umană și mediul înconjurător, deși pe parcursul aplicării lor au fost înregistrate multiple cazuri adverse. Optimizarea generală a aplicării stricte a reglementărilor privind aceste mijloace de protecție, înținând cont de preocupările legate de reziduurile de pesticide ar putea contribui la reducerea efectelor adverse (Volosciuc L., 2009b; Lacey L.A., 2011; Neil Helyer, 2014; RaumjitzNokkoul, 2016).

### **Biopesticidele – cale de reducere a presei pesticide**

Tehnicile de gestionare a organismelor dăunătoare sunt orientate la reducerea impactului acestora la aplicarea nesustenabilă a fertilanților și pesticidelor în protecția plantelor, cauzând reducerea constantă a fertilității solului și a productivității culturilor agricole. Dreptăspuns la aceste provocări, practicile agricole sunt orientate la asigurarea în mod durabilă cerericicrescândede produse alimentare fără efectare a ireversibilă resurselor naturale, în speciala solului și organismelor utile, care stau la baza constituiriibiopesticidelor (Van Lenteren, J.C. 2012., Volosciuc L., Josu V., 2014; Scialabba N., 2015).

Unul dintre obstacolele majore în promovarea biopesticidelor este lipsa recunoașterii corespunzătoare a lor, reflectând slăbiciunea cadrului politic de bază. Imaturitatea cadrului de politici, limita resurselor și capacitaților, precum și lipsa de încredere între autoritățile de

reglementare și producători reprezintă probleme, care deocandată mai ramân nesoluționate (Xu, X.M. 2011). Volumul vânzărilor de biopesticide din lume până în prezent este de numai 5% din valoarea pieții produselor fitosanitare. Cu toate acestea, segmentul de biopesticide crește cu o rată de aproape 20% pe an. Se estimează că până în 2022 volumul de producere va atinge \$8,82 mlrd, pronosticând o creștere anuală cu 17,4%, cu tendința de echivalare a acestor indicatori. Utilizarea biopesticidelor în protecția culturilor agricole asigură diverse beneficii, cum ar fi reducerea reziduurilor de pesticide din alimente și a riscurilor pentru mediu și consumatori, evidențiind următoarele (Witzgall, P., Kirsh, P. and Cock, A. 2010; Willer Helga, Lernoud Julia., 2015):

- Caracterul ecologic și prietenos mediului este determinat de aplicarea microorganismelor utile și a produselor activității unor entități biologice. Lipsa rezistenței este determinată de particularitățile entităților biologice de a nu permite obiectelor dăunătoare să dezvolte imunitatea, sporind astfel impactul utilizării lor.
- Selectivitatea ridicată a biopesticidelor este determinată de acțiunea doar asupra obiectelor țintă, manjifestându-și acțiunea la o anumită gamă de organisme dăunătoare.
- Utilizarea biopesticidelor în orice fază a dezvoltării culturilor agricole, fără impunerea anumitor restricții, deoarece acestea nu conțin componente dăunătoare. Profitabilitatea sporită este determinată de recuperarea rapidă a cheltuielilor - de până la 30 de ori, în timp ce pentru pesticide este de 2,5-5 ori.

### Diversitatea biopesticidelor aplicate în protecția plantelor

Biopesticidele includ preparate pentru controlul biologic al dăunătorilor, izolate sau produse din obiecte de origine naturală (microorganisme, plante, animale și minerale). Grupul de biopesticide este împărțit în trei categorii. Acestea sunt preparate pe bază de microorganisme (bacterii, ciuperci, virusuri și protozoare) și produsele lor metabolice. A doua grupă au labază extracte vegetale și alte substraturi naturale. A treia categorie constă din feromoni –substanțe biologic active pe bază de compuși naturali care nu au efect toxic asupra dăunătorilor, dar afectează doar comportamentul lor.

Mijloacele biologice reprezintă formulări constituite din ingredienți naturali, care controlează organismele dăunătoare prin mecanisme netoxice și ecologic inofensive. Biopesticidele sunt microorganisme sau derivate ale acestora și includ organisme vii sau produse ale acestora. În timp ce biopesticidele microbiene utilizează microorganisme (bacterii, ciuperci, virusuri, protozoare) ca ingredient activ, biopesticidele biochimice sunt substanțe obținute din plante și animale (Van Lenteren, 2012; Volosciuc L. et al., 2015).

Tabelul: Lista unor biopesticide importante

Denumirea comună	Organisme dăunătoare țintă	Referințe
Virusuri entomopatogene		
Cottonbollworm NPV (HearNPV)	<i>Helicoverpa armigera</i> ,	Rowley, Popham, Harrison (2011); Yang et al. (2012)
Diamond back moth GV	<i>Plutellaxylostella</i>	Yang et al. (2012)
Velvetbean caterpillars, NPV (AngeMNPV)	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Moscardiet al. (2012); Panazzi (2013)
Alfalfa looper NPV	<i>Noctuidae</i>	Yang et al. (2012)
Tea moth (BuzuNPV)	<i>Buzura suppressaria</i>	Yang et al. (2012)
Bacterii entomopatogene		
<i>Bacillus thuringiensis</i> subspecia kurstaki, <i>Bacillus thuringiensis</i> sub specia	Lepidoptera	Van Frankenhuyzen (2009); Jurat-Fuentes and Jackson (2012)

aizawia		
<i>Bacillus thuringiensis</i> subspecies japonensis	Coleoptera: Scarabaeidae	Mashtolyet al. (2010)
Ciuperci entomopatogene		
<i>Beauveria brongniartii</i>	Coleoptera (Scarabaeidae)	Townsend, Nelson, Jackson (2010)
Acarieni dăunători	Hemiptera, Thysanoptera	Hajek, Papierok, Eilenberg (2012)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Isoptera	Laceyet al. (2011); Jaronski, Jackson (2012)

### Rolul și locul biopesticidelor în managementul integrat al culturilor agricole

Gestionarea integrată a culturilor agricole reprezintă o abordare pragmatică a producției vegetale, care include managementul integrat al organismelor dăunătoare și se bazează pe înțelegerea complexă a echilibrului dinamic dintre mediul înconjurător și agricultură. Componentele principale includ managementul culturilor, fertilanților și organismelor dăunătoare. Obiectivul principal al managementului integrat este reducerea imputurilor agricole, cum ar fi fertilanții, pesticidele și carburanții prin intermediul resurselor disponibile fermei (Volosciuc L., Josu V., 2014).

Sistemul presupune o paletă largă de metode disponibile de control ale organismelor dăunătoare, cum ar fi controalele biologice, culturale și fizice, rezistența plantelor gazdă și instrumentele de sprijin pentru luarea deciziilor. În ultimele decenii, accentul pus pe producția vegetală să mutat de la randament la calitate și siguranță, apoi la sustenabilitate. Strategiile de protecție integrată a plantelor îmbinăogămă de metode complementare de reducere a densității populațiilor de organisme dăunătoare sub nivelul prejudiciului economic, reducând în același timp impactul asupra altor componente ale agro-ecosistemului și a condițiilor de mediu (Yang M. et al. 2012; Волошук Л.Ф., Войняк В.И., 2012).

Cercetările orientate la buna înțelegere a particularităților biologice a microorganismelor utile au permis izolarea unor gene eficiente împotriva dăunătorilor specifici și sunt utilizate pentru combaterea dăunătorilor insectelor și agentilor patogeni ai bolilor la culturile agricole.

### Extinderea gamei de mijloace ecologic inofensive de protecție a plantelor în cadrul sistemelor de agricultură ecologică

Izolând, identificând și determinând particularitățile biologice ale diferitor microorganisme utile (virusuri, bacterii și ciuperci microscopici), am elaborat procedee tehnologice originale de producere și aplicare și omologat unele preparate biologice eficiente în combaterea organismelor dăunătoare cu cel mai grav impact asupra culturilor agricole.

**Preparatul baculoviral Virin-HSP** a fost elaborat pentru combaterea Buhei fructificațiilor (*Helicoverpa armigera*), care pe parcursul ultimilor ani înregistrează atât extinderea arealului de răspândire, cât și spectrul culturilor atacate. Preparatul este constituit în baza virusul poliedrozei nucleare cu un grad înalt de specificitate asupra insectei-gazdă și are titrul de 6 mlrd poliedre/g.

**Paurin** - bactericid de contact obținut în baza bacteriei *Pseudomonas fluorescens* BKM CP 330 D pentru combaterea agentului patogen *Agrobacterium tumefaciens* Sm. fnd Town. la culturile pomicole și la viața-de-vie vie, precum și putregaiurile radiculare la culturile legumicole, la soia (*Fusarium gibbosum*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium debaryanum*, *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* ssp.) și la cartof (*Fusarium solani*, *Pectobacterium carotovorum*).

**Trichodermin Th-7F SC** - fungicid constituit în baza – *Trichoderma harzianum*, *tulipa Th-7F* (CNMN-FD-16) pentru combaterea agentilor patogeni la culturile legumicole (*Rhizoctonia solani* Kuechn, *Botrytiscinerea* Pers, *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary, *Ascochyta cucumis* Fautr. et Roum, *Colletotrichum lagenarium* E. et H., *Fusarium* spp., *Streptomyces*, *Pythium debaryanum* Hesse); decorative (*Rhizoctonia solani* Kuechn; *Botrytiscinerea*

*Pers; Sclerotinia sclerotiorum de Bary; Fusarium spp., Verticillium dahliae Kleb.; tutun (Fusarium spp., Verticillium dahliae Kleb).* Agentul biologic sporește indicatorii activității plantelor agricole și fertilitatea solului.

**Trichodermin SC** propus în calitate de fungicid lichid constituie în baza *Trichoderma lignorum*, tulpina M-10 pentru combaterea agentilor patogeni la floarea soarelui (*Sclerotinia sclerotiorum*), soia (*Fusarium spp.*), vița-de-vie (*Botrytiscinerea*).

**Gliocladin SC** - fungicid obținut în baza substanței active a *Trichodermavirens*, tulpina 3X pentru combaterea putregaiului alb la floarea soarelui (*Sclerotinia sclerotiorum*), soia (*Fusarium spp.*), vița-de-vie (*Botrytiscinerea*).

## CONCLUZII

La nivel global, organismele dăunătoare consumă anual cantitatea de alimente estimată pentru a alimenta mai bine de un miliard din populația umană, care, fiind în continuă creștere (10 miliarde în 2050), accentuează nevoie și creșterea proporțională a cantității de produse alimentare. Realizarea acestui deziderat mai este stopat și de impactul organismelor dăunătoare, care anual reduc recolta plantelor de cultură cu 25-30 %, compromîndu-neori complet dezvoltarea plantelor.

Recunoscând efectele dăunătoare ale pesticidelor chimice, cum ar fi apariția rezistenței, reapariția dăunătorilor, izbucnirea dăunătorilor secundari, reziduurile de pesticide în produse, sol, aer și apă, care deteriorează sănătatea umană și dezechilibrul ecologic, majoritatea țărilor au modificat politicile lor pentru a minimiza utilizarea pesticidelor chimice și a promova utilizarea biopesticidelor. Gama relativ redusă de mijloace biologice, lipsa integrării în rețea din punct de vedere al formei, calității și frecvenței interacțiunii determină imaturitatea rețelei de politici, capacitatele limitate și lipsa de încredere între autoritățile de reglementare, producătorii de mijloace prietenoase mediului și producătorii agricoli, ceea ce constituie un ghem de probleme grave.

Reglarea densității populațiilor organismelor dăunătoare, ca și componente naturale ale biocenozelor, în interacțiunea lor cu alte categorii de organisme, inclusiv utile, include mecanisme și factori consistenti de aplicare a dușmanilor naturali, care constituie pârghii constante în sistemele de protecție a culturilor agricole în agricultura convențională și ecologică, aplicând următoarele:

- Sporirea capacitaților operatorilor implicați în obținerea și procesarea produselor agroalimentare ecologice și a rolului organizațiilor non-guvernamentale prin participarea la programele de dezvoltare a comerțului cu produse ecologice, mărirea numărului de angajați din unitățile exportatoare care implementează reglementările agriculturii ecologice, precum și a investițiilor în activități legate de obținerea și procesarea produselor ecologice și diversificarea speciilor de plante cultivate pentru export și a gamei de produse procesate;
- Fortificarea funcționalității strategiei tehnologice și de cercetare pentru acoperirea necesităților de efectuare a tuturor procedeelor tehnologice, adică dispunem noi de mijloacele necesare pentru efectuarea operațiunilor tehnologice admise pentru obținerea și procesarea produselor ecologice. Intensificarea activității deeducaționale și de extensiune pentru a asigura atât școlarizarea, cât și perfecționarea cadrelor de diferite niveluri antrenate în obținerea și procesarea produselor ecologice, pregătirea teoretică și practică a specialiștilor încadrați în acest gen de activitate.
- Alocarea subvențiilor de stat și atragerea granturilor locale și internaționale pentru susținerea producției agro-alimentare ecologice devine o oportunitate foarte importantă pentru inițierea și susținerea agriculturii ecologice.

## REFERINȚE

**Altman A., Hasegawa P.M. 2012.** Plant Biotechnology and Agriculture. Prospects for the 21st Century. Academic Press, London. 286.

- BellonS., Penvern S., 2014.** Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures. Springer. 382.
- Biological control** of pest using trichogramma: current status and perspectives, ed. by S.B. Vinson, S.M. Greenberg, T.-X. Liu, A. Rao, L.F Volosciuk. 2016.Northwest A&F University Press, China. 496.
- Crop Protection 2016**, edited by Harry Brook and Mark Cutts., 2016. Edmonton, Alberta. 585.
- Future IPM in Europe. 2013.** Book of abstracts. Pala Congressi. Italy. 335.
- Koul O. 2011.** Microbial biopesticides: opportunities and challenges. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 6: 1-26.
- Kumar S. 2013.** The role of biopesticides in sustainably feeding the nine billion global populations. *J.Biofertil.Biopest*. 4: 114.
- Lacey L.A., Liu T.X., Buchman J.L., Munyaneza J.E., Goolsby J.A. and Horton, D.R. 2011.** Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericeracockerelli*(Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. *Biol Control*, 36: 271-278.
- Nawaz, M., Mabubu, J.I. and Hua, H. 2016.** Current status and advancement of biopesticides: Microbial and botanical pesticides. *J Entomo Zool Stud*, 4(2): 241-246.
- Neil Helyer**, Nigel D. Cattlin, Kevin C. Brown. 2014. Biological Control in Plant Protection. CRC Press. 568.
- Research in Organic Farming**, edited by RaumjitNokkoul, 2016. InTechOpen. 198.
- Scialabba N., 2015.** Organic Agriculture. FAO, Roma. 105.
- Transforming food & farming: an organic vision for Europe in 2030. IFOAM, 2015. Brussels, 38.
- Van Lenteren, J.C. 2012.** The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Bio Control*, 57: 1-20.
- Volosciuc L.T., 2009a.** Biotehnologia producerii și aplicării preparatelor baculovirale în agricultura ecologică. Chișinău. Mediul ambiant, 262.
- Volosciuc L.T., 2009b.** Probleme ecologice în agricultură. Chișinău. BonsOffices. 264.
- Voloșciuc Л.Т. Producerea culturilor cerealiere și leguminoase pentru boabe în sistem ecologic. Chișinău. 2019. 65 p.
- Volosciuc L., Josu V., 2014.** Ecological Agriculture to Mitigate Soil Fatigue. Soil as World Heritage (Editor David Dent). Springer. 431-435.
- Voloșciuc L., Pânzaru B., Lemanov N., Nicolaev A., Șcerbacov T., Nicolaev S., Zavtoni P., Moraru L., 2015.** Recent achievements in microbiological plant protection. Journal of ASM. Life Sciences. Plant and Animal Biotechnology. 2(326). 178-183.
- Willer Helga, Lernoud Julia., 2015.**The World of Organic Agriculture. **Statistics and Emerging Trends**.FiBL, IFOAM.309.
- Witzgall, P., Kirsh, P. and Cock, A. 2010.** Sex pheromones and their impact in pest management. *J Chem. Ecol.*, 36: 80-100.
- Xu, X.M. 2011.** Combined use of biocontrol agents to manage plant diseases in theory and practice. *Phytopathol.*, 101: 1024-1031.
- Yang, M.M., Li, M.L., Zhang, Y., Wang, Y.Z., Qu, L.J. and Wang, Q.H. 2012.** Baculoviruses and insect pests control in China. *Afr. J Microbiol. Res.*, 6(2): 214-218.571.
- Волошук Л.Ф., Войняк В.И., 2012.** Биологические методы защиты растений – основа получения экологической виноградной продукции. *Mediulambient*. 1(61). 31-37.
- Доспехов Б.А., 1989.** Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 313.
- Захаренко В.А. 2015.** Биопестициды и средства защиты растений с небиоцидной активностью в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием зерновых агроэкосистем. Агрохимия. 6, 64-76 .

# CHERNOZEMS, MOLLISOLS, AND ECOLOGICAL SITES: USING SOIL CLASSIFICATION AND INTERPRETATION FOR BLACK SOIL MANAGEMENT

Skye WILLS, Charles FERGUSON, Curtis MONGER, Jason NEMECEK

United States Department of Agriculture – Natural Resource Conservation Service

Soil and Plant Science Division; Lincoln, NE, USA

e-mail: skye.wills@usda.gov

*Abstract.* While the fundamental concept of Mollisols is centered on soils with deep, dark surface horizons (mollic epipedon) formed under grasslands; it is not entirely synonymous with Chernozems or black soils (as defined by the International Black Soils Network). There are differences in the depths and property criteria that should be considered when transferring technology and management information between locations. Our objective was to spatially display the extent of mapped Mollisols and soils that meet the black soil color criteria. Using multiple public datasets available through the U.S. National Cooperative Soil Survey, we found that Mollisols (203 sq km) were more extensive than black soil colors (145 sq km). Using an intersection of both indicates a smaller area (145 sq km), but it is still very extensive with a wide range of conditions relevant for land use and management. Future work should focus on incorporating other properties in this analysis and dividing this area into smaller units with less variability.

**Key words:** Mollisols, black soils, soil color, ecological sites

## INTRODUCTION

The concepts of U.S. Soil Survey are rooted in the concepts of Dokuchaev (as interpreted by Glinka and later Hilgard (Soil Science Division Staff, 2017)). Furthermore, the concept of Chernozems was present throughout the development of Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999). The fundamental concept of Mollisols is centered on soils with deep, dark surface horizons (mollic epipedon) formed under grasslands. While Guy Smith cites the concept of Chernozems as central to the Mollisol order; he recognizes that there are other similar soils grouped with this order that might not fit the concept of Chernozems. This includes climates that are somewhat drier and wetter than the central concept, dark soils which formed due to poor drainage, and forest soils in landscape positions that accumulate sediment. Soil Taxonomy with this by separating these soils at suborder and lower levels within increasing levels of detail.

To be useful for soil management, soils must be separated further within Mollisols. This includes dividing soils in climates that are sufficient for most crop production (Udolls) and those that are drier (Ustolls and Xerolls). Soils which formed due to poor drainage (Aquolls). Other contrasting soils, such as some forest soils in landscape positions that accumulate organic-rich, high-base status sediment, are designated at lower levels of Great Groups and Subgroup designations. Additionally, for the soils formed under grasslands that do not have deep dark colors, Soil Taxonomy allows these soils to be included in the Mollisol order with a complex ruleset for mollic epipedon requirements. The standard depth is 25 cm, but it may be less in situations with free calcium carbonate or shallow bedrock present. This allows soils formed under similar climate and vegetation to belong to common soil order; making regional maps contiguous and less complicated. However, the management of these soils might be quite different.

US soil survey designates ecological sites as kinds of land that support a characteristic kind and amount of vegetation and respond similarly to disturbance (EDIT Staff). This often groups the most specific kind of taxa (soil series) that might be separated by properties that are genetically or geographically important but are not important for management or separate soils that are

morphologically similar by might have different management considerations. Through measurement of properties under a range of conditions (including reference perineal vegetation and agricultural management systems) baselines of potential and typical soil properties can be developed. While these designations are very useful for management, they do not have the same hierarchical framework as Soil Taxonomy does which may limit tech transfer across wide geographic areas.

The International Network of Black Soils (FAO, 2019) seeks to match soils with similar concepts to Chernozems and Mollisols in order to facilitate the exchange of knowledge about best practices for use and management. The INBS has put forward a very simple definition of dark (<3/3) color to 25cm with high base saturation. This has two impacts: For U.S. Soil Taxonomy, this requires that we limit the ‘Black Soil’ designation to just those soils that have 25cm of dark surface soil. This should limit the designation to soils that can be managed in a similar fashion.

## MATERIALS AND METHODS

Maps of the conterminous united states (CONUS) were generated using publicly available soil survey products. Maps were made using tabular and spatial available in Soil Data Access and commonly called SSURGO (Soil Survey Staff a, 2019). Each map unit was linked by it’s dominant component (the soil series component which makes up the greatest portion of polygons with that identifier. To identify polygons with as a Mollisol, a tabular query was executed for soil series components with taxorder = Mollisols then those components were linked to dominant map unit components. To identify map units with ‘black soil colors’, Munsell and Chroma =<3 at 25 cm, qualifying soil series were extracted from the Official Series Description database (Soil Survey Staff b, 2019). The same process was used to join soil series names to dominant component names and then map unit polygon IDs. Finally, layers were intersected and summary statistics generated.

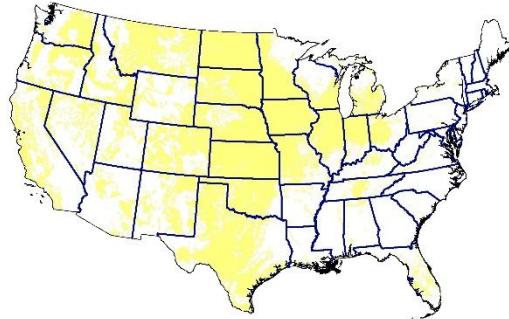
For display, all polygons (map units/dominant component) that satisfied the query were extracted from the CONUS gSSURGO (Soil Survey Staff c). In order to handle the vertices, it was necessary to export each areasyymbol to its own file. Each areasyymbol was then dissolved and wholly contained parts (doughnut holes) less than 10,000 acres were eliminated. All of the soil survey areas were then merged back together and dissolved and eliminated the doughnut holes (100K acres this time) was executed again. All geospatial processing was done in ArcGIS (ESRI Inc.).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

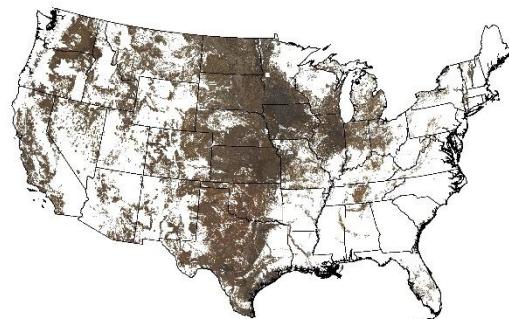
Using this mapping process and generalization, Mollisols occupy 2.9 sq. km., black soil colors occur on 167.3 sq km and there are 145.1 sq km where both are true (Figure 1).

This analysis indicates that there is a greater area of Mollisols than there is for black soil colors. This is likely due to less stringent dark color depth requirements allowed for shallow soils in Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999). This includes soils that are ‘lithic’ or have a shallow contact with bedrock and soils with a limited depth to free calcium carbonates. There are also a few areas that have black soil colors but are not Mollisols. These areas often do not meet some non-color related criteria such as consistence and structure. There is also an allowance for soils that have an albic horizon (a strongly eluviated horizon with very high value and chroma).

A. Soil map units with dominant components classified as Mollisols



B. Soil series with black soil colors at 25cm in the Official Series Description



C. Mollisols and Black Soil colors mapped together

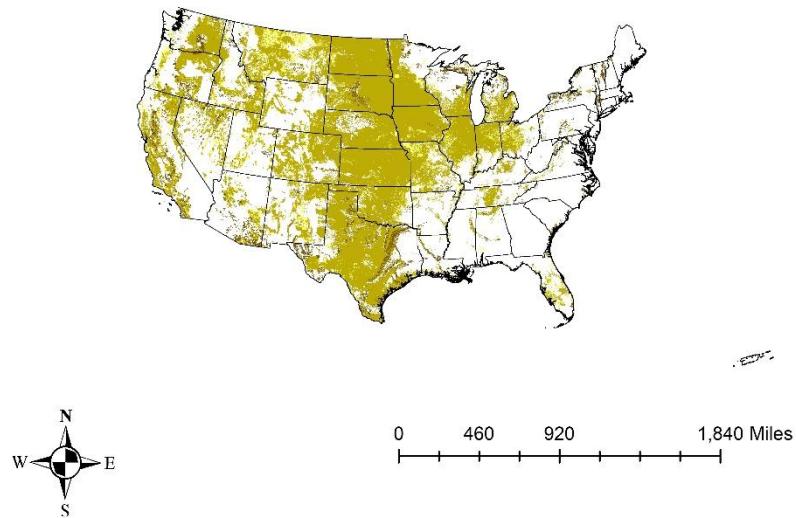


Figure 1. Maps of Mollisols, black soil colors for CONUS

Upon visual examination, there is no specific geographic or climatic region that is eliminated from the joint distribution of Mollisol and black soil colors. A closer examination at the margin, shows that the distinction may be important in some local areas (Figure 2).

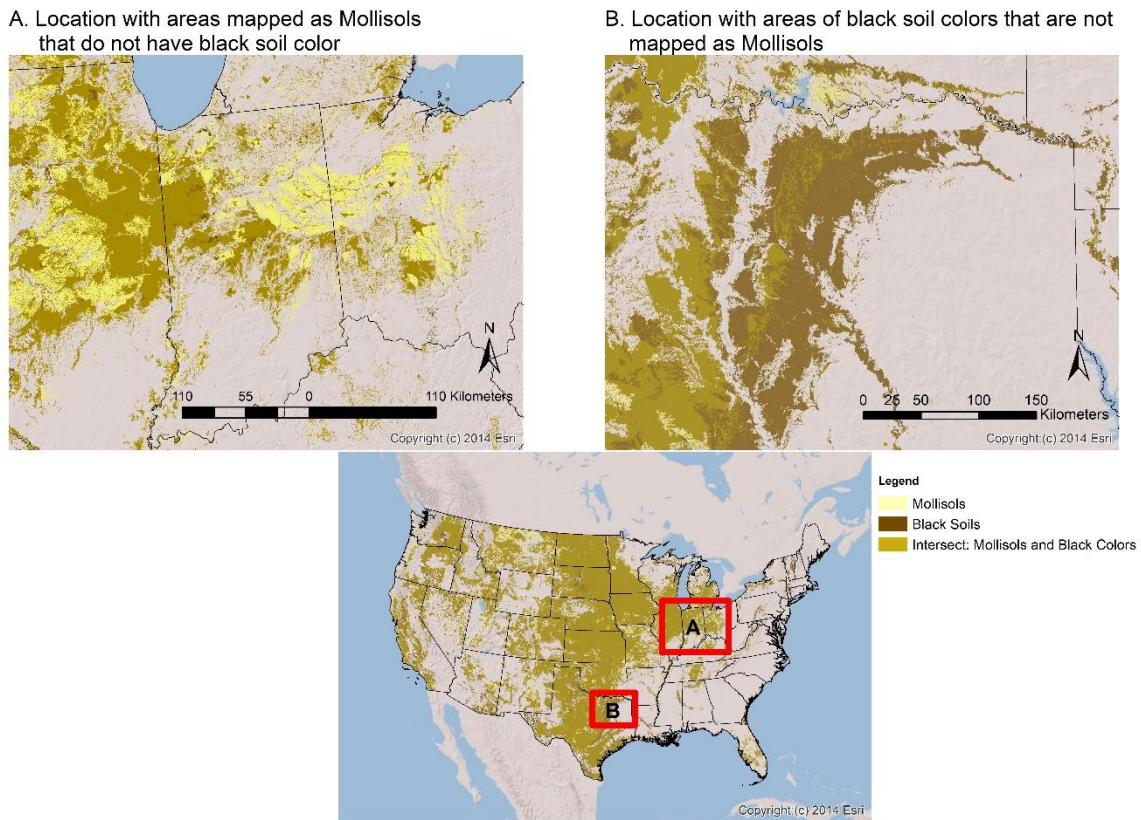


Figure 2. Maps of Mollisols, black soils and their co-occurrence at local – regional scales

The area of intersection is still quite large and encompasses diverse geologic, climatic and ecosystem gradients. Though it is beyond the scope of this extended abstract the authors are aware of many different agricultural and agronomic systems appropriate in this area. To be useful for management recommendations, the area may need to be divided using the Soil Taxonomy hierarchy (Soil Survey Staff, 1999) and the concepts of ecological sites (EDIT staff, 1999).

## CONCLUSIONS

The current concepts of Mollisols in Soil Taxonomy as applied by US Soil Survey, may not be an appropriate corollary for Chernozems or INBS ‘black soils’. Complicating the comparison, color has been traditionally assigned to soil profile descriptions and not mapped through soil survey products. We successfully overlaid soil taxa and soil color designations on a common mapping framework for CONUS. There are differences in the total areas designated, but there are no regional scale differences between the designation. Some local important differences are illustrated by the comparison of maps of the Mollisol soil order and soils with 25cm of black soil color at much finer scale. For the best possible transferability of technology and management, we will consider limiting black soils designations to just those areas that are both Mollisols and have black soil colors. Future work, should focus on joining additional properties important for both classification and management, such as pH and base saturations, to spatial layers that allow for visualization and GIS analysis.

## REFERENCES

- EDIT staff.** Ecosystem Dynamics Interpretive Tool, a framework developed by the USDA Natural Resources Conservation Service, USDA-ARS Jornada Experimental Range, and New Mexico State University. Accessed 9 August 2019  
<https://edit.jornada.nmsu.edu/page?content=about>
- FAO.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. International Network of Black Soils – Global Soil Partnership. <http://www.fao.org/global-soil-partnership/intergovernmental-technical-panel-soils/gsoc17-implementation/internationalnetworkblacksoils/en/> Accessed 9 August 2019
- Smith, Guy.** 1986. The Guy Smith interviews: rationale for concepts in Soil Taxonomy. (SMSS technical monograph no. 11) Includes index. I. Soils--Classification. I. Smith, Guy, (1907 1981) II. Forbes, Terence R. (Terence Robert), 1946 - . III. Ahmad, N. [et al.] IV. Title. V. Title: Soil Taxonomy. V1. Series. ISBN 0-932865-05-4. Accessed 9 August 2019  
[https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=govdocs\\_nr](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=govdocs_nr)
- Soil Science Division Staff.** 2017. Soil survey manual. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C. Accessed 9 August 2019  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054262](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262)
- Soil Survey Staff a,** Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. Soil Survey Geographic (SSURGO) Database. Available online at <https://sdmdataaccess.sc.egov.usda.gov>. Accessed 9 August 2019
- Soil Survey Staff b,** Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. Official Soil Series Descriptions. Available online.  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/home/?cid=nrcs142p2\\_053587](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/home/?cid=nrcs142p2_053587)  
Accessed 9 August 2019
- Soil Survey Staff c.** Gridded Soil Survey Geographic (gSSURGO) Database for the Conterminous United States. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Available online at <https://gdg.sc.egov.usda.gov/>. Month, day, year Accessed 9 August 2019
- Soil Survey Staff.** 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. Accessed 9 August 2019  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2\\_053577](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2_053577)

# THE EFFECT OF HIGH DOSES OF COMPOST ON SOME CHARACTERISTICS OF STAGNI-GLEYIC PHAEOZEM FROM PLASTIC TUNNELS FALTICENI (ROMANIA)

Feodor FILIPOV, Denis TOPA

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Aleea Mihail Sadoveanu, no.3  
Iasi, Romania, e-mail [ffilipov@uaiasi.ro](mailto:ffilipov@uaiasi.ro)

**Abstract.** The main aim of study is to highlight the influence of fertilization with high doses of compost on stagni-gleyic Phaeozems characteristics from poly-tunnels. The studied site is located in the Falticeni Plateau. The dominant soils are Phaeozems. The studies included both aspects of research, field work and laboratory phase, in order to development a method to diminish restrictions of vegetable growing. In the field, we studied morphological soil profiles from poly-tunnels and in the lab, we determined some properties of Stagni-gleyic Phaeozems such as soil texture, bulk density (on undisturbed soil samples), total soil organic matter, pH value etc. Based on the laboratory and field data we highlighted that the fine texture of soil horizons (clay>35%) favors temporary stagnation of water on the B horizon, beginning with depth of 45 cm. The pore discontinuity from hyperhumic ploughed horizon of stagni-chortic Phaeozems and the underlying horizon favors prolonged stagnation of water.

**Key words:** poly-tunnels, compost, Phaeozems.

## INTRODUCTION

The main criteria or the location of the greenhouses are the existence of heating and water sources. The location of greenhouse near the market in order to diminish the transport costs is another main criterion. Due to the compulsory location imposed by the above conditions, many greenhouses were placed on soils considered with a low capability but then through the application of land improvement works satisfactory results have obtained (Canarache, 1995).

The greenhouse soils must have a medium texture (clay- 12-20%), without coarse rock fragments and present a good water and air permeability (Florea, 1997; Canarache, 1973).

The high soil moisture, high values of temperature during the year favor the activity of microorganisms in the organic matter decaying. After this process result the high quantities of CO<sub>2</sub>. The absence of air currents which assure the change of soil air lead to the necessity of soil air porosity value higher than 10% (v/v) values of which represent the minimum limit of air content for field soils.

The use of a high quantity of organic fertilizers (barnyard manure, compost etc.) in the greenhouses has some beneficial effects on soil such as an additional supply of NH<sub>4</sub>-N, greater availability of phosphorous and micronutrients due to the complexation, increased moisture retention, improved soil structure, increased pH, buffer capacity and soil organic matter (Lupsu, 1998; Filipov, 2018).

The intensive technology for growing the horticultural plants, high irrigation requirement and the high soil moisture, especially with low internal drainage, favor on short term the degradation of morphological, physical and chemical properties of the poly-tunnels soils.

Knowing the influence of vegetables growing is important for making decision on the sustainable exploitation of the soil resources. Some soils profiles from poly-tunnels and arable land

have been studied in order to highlight the changes of soil properties after 12 years of vegetables grown in organic system.

## MATERIALS AND METHODS

The investigation was in poly-tunnels from OAT-farm Falticeni. There were studied 5 soil profiles of Stagni-gleyic Pheozems and Hortic Anthrosols inside of poly-tunnels and outside.

After morphological description, the disturbed soil samples were taken from the studied profiles. The collected soil samples were analyzed in the lab, in three replicates independent each of horizon.

In the laboratory, the content of the total organic carbon has been determinates by the Walkeley and Black method, while pH measured in soil water (1:2.5 suspension), bulk density, the particle size distribution and the content main nutrients were determined.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The dominant (representative) soils are Phaeozems. The main features of Phaeozems are shown in figure 1.

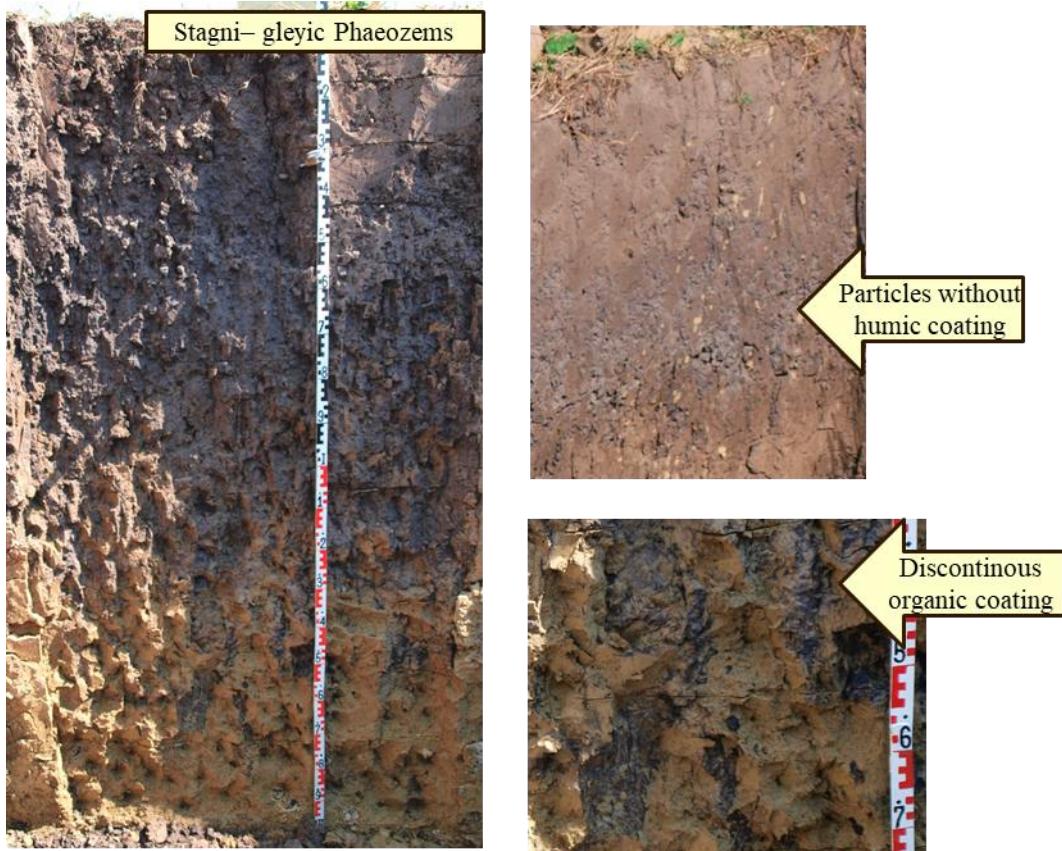


Figure 1. Stagni-gleyic Phaeozems from control variant (meadows)

After 11 years of cultivation, Stagni-gleyic Phaeozems have changed; discontinuous organic coating covers all structural aggregates (figure 2).

Following multiple organic fertilizers such as organic manure and compost, sand particles from greyic horizon are also surrounded by films of humus.



Figure 2. Hipohortic Stgni-gleyic Phaeozems from poly-tunnels (A); structural aggregates with organic coating (B); pedredoximorfic features

The bulk density decreases due to decreasing density of solid particles and increasing of porosity (table).

Table: Some soil characteristic of Hipohortic Stgni-gleyic Phaeozems after 12 years of application of high doses of compost

Depth, cm	Clay %	BD g/cm <sup>3</sup>	OC%	N%
0-30	45,4	1,22	4,3	0,238
30-55	46,7	1,34	3,7	0,255
55-60	48,5	1,38	2,1	0,172
60-80	50,9	1,39	1,5	0,136
80-110	54,9	-	-	-

Bd –bulk density, OC –Organic Carbon, N-nitrogen

The soil have fine texture, the content of the clay (diameter < 0,002 mm) is higher than 45%.

The high content of organic carbon and nitrogen is due to repeated application of large doses of compost.

**Acknowledgement.** This work was co-financed from Competitiveness Operational Programmer (COP) 2014 – 2020, under the project number 4/AXA1/1.2.3.G/05.06.2018, SMIS2014+ code 119611, with the title “*Establishing and implementing knowledge transfer partnerships between the Institute of Research for Agriculture and Environment - IAŞI and agricultural economic environment*”.

## CONCLUSIONS

- ✓ The fine texture of soil horizons (clay>35%) favors temporary stagnation of water on the B horizon, beginning with depth of 53 cm.
- ✓ The main changes of soil properties after 11 years of land use for legume grown consist of increasing of organic matter and nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium), decreasing of the bulk density with 0,15-0,22 Mg/m<sup>3</sup>.
- ✓ The pore discontinuity from hyperhumic ploughed horizon of steric-hortic Phaeozems and the underlying horizon favors prolonged stagnation of water.

## REFERENCES

- Conea Ana, Postolache Tatiana (1976).** On soil processes, due to water logging, developed in green-houses soils. Nat Conf. Craiova Romania no.16 A.
- Canarache A. (1973).** Solution for creating of the optimal water regime in greenhouse soils. Horticulture and Viticulture Journal, no.6, Romania.
- Canarache A. (1995).** Problems in soil physics of specific interest for horticulture. Simp. Ecotechnologies and ecotechniques in soil tillage for horticultural crops I.C.L.F Vidra Ed, AGIR
- Canarache A. (1998).** A procedure for physical characterization of soil as related to crop growth and farming techniques. Soil Science, Romanian NatriSoc. of Soil Science vol. XXXII 1-2.
- Filipov Feodor, Bodale Ilie, 2018.** The effect of the drip irrigation on soil with fine texture and hardpan in plastic tunnels from North – East of Romania. In Proceeding of 18<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2018), 2-8 July, 2018 (Albena- Bulgaria)., Issue: 3.2. Volume 18.
- Lupascu Angela, Filipov F., Axente Mihaela, (1998).** The investigation of the humic fractions of the ameliorated Molic Gley soils from the Radauti Depression. Factors and process from temperate region. Ed. Al. I. Cuza Univ. Iassy.

# **ДЕТАЛЬНОЕ ПОЧВЕННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ЗАЛАВСКИЙ Юрий Владимирович**

Национальный научный центр

«Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского»,

ул. Чайковская 4, Харьков, Украина, 61024,

e-mail: Yurazzz1984@gmail.com

***Annotation.** A detailed survey of the soil cover of the economy was carried out using a remotely controlled aircraft (DULA), a digital elevation model (DEM), and information and communication tools. The morphological and genetic features of soils are determined. Property parameters set. A map of soils has been compiled.*

**Key words:** soil map, chernozem, cartography, soil survey.

## **ВСТУПЛЕНИЕ**

Проведен сбор и обобщение фондовых почвенно-карографических материалов, определены методические подходы по их использованию путем совмещения результатов дистанционного зондирования (аэрофотоснимков) для создания карты-версии почвенного покрова. Полевые обследования осуществлялись в масштабе 1: 5000 по новой технологии, путем верификации карты-версии наземным способом с использованием информационно-коммуникационных средств (смартфона и планшета). По результатам полевых и аналитических работ составлена карта почв опытного хозяйства как основа дальнейшего эффективного использования.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объект исследований – почвенный покров земельных участков общей площадью 300 га в Государственное предприятие «Опытное хозяйство «Граковское» (ГП«ОХ«Граковское») Чугуевского района Харьковской области (Украина), его морфогенетические особенности и параметры свойств его компонентов.

Цель работы - провести детальное обследование почв хозяйства на основе новейших технологий и методик, составить карту почв хозяйства.

Методы исследований:

- дистанционное зондирование ДУЛА,
- полевой,
- профильно-генетический,
- аналитический,
- картографический;
- информационно-коммуникационный.

Дистанционное зондирование земной поверхности осуществлялось с помощью аэрофотоснимков, полученных с ДУЛА, масштаб почвенного обследования 1:5000. Новая технология предусматривала создание карты-версии почвенного покрова на основании совмещения существующих почвенно-карографических материалов с данными дистанционного зондирования и ЦМР. Также, предварительное определение мест закладки

почвенных разрезов; совершенствование предварительного номенклатурного списка почв по результатам количественной диагностики; фитоиндикация пространственной пестроты почвенного покрова по состоянию культурных растений, видовым составом и развитием отдельных сорняков(Балюк и Солоха, 2016).

Для проведения обследования информационно-коммуникационными средствами использовано следующее программное обеспечение и оборудование: ArcGIS Desktop 10; ArcGIS Online с организационной учетной записью (аккаунтом); Collector for ArcGIS от ESRI; Мобильное устройство с операционной системой Android (планшет и смартфон).

Методика данного технологического процесса включает в себя:

- Разработка модели сбора данных, определения типа точечных объектов и их атрибутов. Создание первичной базы данных (БД) с моделью сбора данных в ArcGIS Desktop.
- Размещение модели сбора данных как сервиса объектов в ArcGIS Online или в организационном ArcGIS Server.
- Сбор данных с помощью мобильного устройства и мобильного приложения Collector for ArcGIS.
- Экспорт результирующего точечного слоя из ArcGIS Online в шейп-файл или в базу данных (Залавский, 2017)

Почвенная съемка земельных участков с ненарушенным почвенным покровом осуществлена согласно новой нормативной базы Украины. Почвенные разрезы заложены глубиной 130-150 см. Почвы в полевых условиях определялись по морфолого-генетическому строению профиля с последующим уточнением их названия по результатам аналитических работ (Полупан, 2005).

Отбор почвенных проб осуществлялся согласно ДСТУ 4287: 2004. В образцах определены основные показатели:

- содержание общего гумуса (ДСТУ 4289: 2004);
- содержание подвижных соединений фосфора и калия по Чирикову (ДСТУ 4115: 2002);
- водный показатель (рН) водной вытяжки по ГОСТ 26423-85;
- водный показатель (рН) солевой вытяжки по ГОСТ 26483-85.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Основываясь на почвенно-экологическом районировании Харьковской области, (определенное такими показателями: количество осадков, температура воздуха, гидротермический коэффициент Селянинова) – территория ГП «ОХ«Граковское» находится в умеренной влажной подзоне Лесостепи и характеризуется благоприятным для земледелия климатом – увлажненным в первую часть теплого периода (май-июль) и умеренно засушливым во вторую (август-сентябрь), сильно холодным и очень увлажненным в холодное время (Полупан, 2015).

Рельеф исследовательских полей равнинный. Территория хозяйства приурочена к древней террасе р.Северский Донец с общим уклоном на запад. Хозяйство расположено на левом берегу р.Северский Донец на террасной равнине, усыпанной блюдцеподобными впадинами, которые являются аккумуляторами вод поверхностного стока, что обуславливает различия в увлажнении почвы. Чем больше площадь водосбора западин, тем большая продолжительность переувлажнения.

На склонах балки в северной части хозяйства количество влаги может теряться с поверхностным стоком, что находит отражение в формировании черноземов типичных слабоксероморфных легкоглинистых в комплексе с эродированными (слабосмытыми).

Почвенный покров земельных участков, находящихся в пользовании ГП «ОХ«Граковское» Чугуевского района Харьковской области характеризуется преобладанием черноземов типичных среднегумусных легкоглинистых, их повышенно-увлажненных глубококарбонатных видов, слабоксероморфных видов в комплексе с эродированными и черноземно-луговых почв в крупнейших западинах (Рисунок 1).

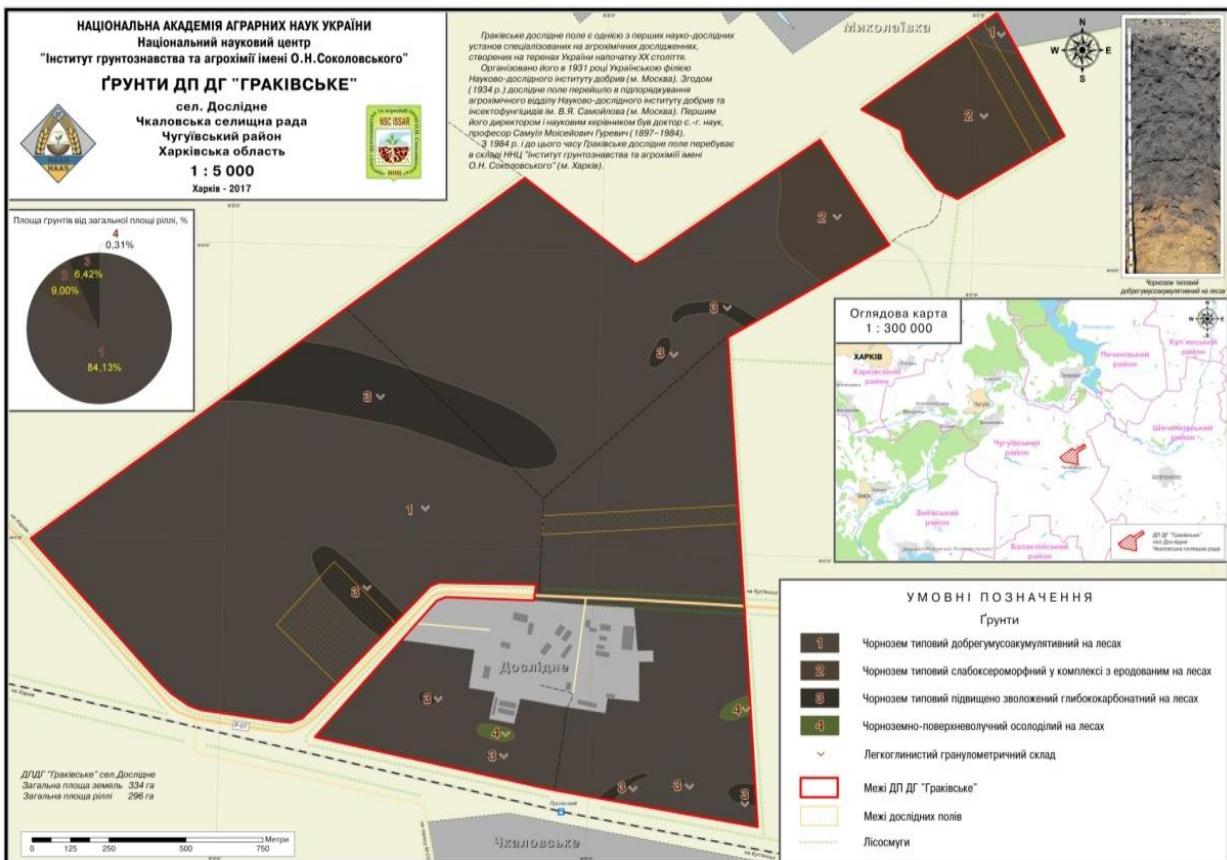


Рисунок 1. Карта почв ГП «ОХ«Граковское», масштаб 1:5000.

Такой состав почв объясняется выпложиванием части террасы. Грунтовые воды залегают глубоко и не влияют на процесс почвообразования.

Черноземы типичные среднегумусные легкоглинистые распространены на большей части хозяйства (81,4%). Они характеризуются профилем общей мощностью 100-110 см.

Черноземы типичные слабоксероморфные легкоглинистые занимают значительную площадь (9%). Они отличаются от полнопрофильных черноземов типичных среднегумусных уменьшенной глубиной профиля - до 80 - 95 см.

Черноземы типичные повышенно увлажненные глубококарбонатные легкоглинистые - специфический компонент почвенного покрова хозяйства и занимают 6,4% территории. Они распространены в западинах с незначительной водосборной площадью и в днище слабо выраженной в рельефе ложбины стока. Там наблюдается повышенное увлажнение почвы за счет аккумуляции вод поверхностного стока. Морфологически они подобны фоновым черноземам типичным, но отличаются увеличенной на 10-15 см мощностью профиля, а

главное – более глубоким залеганием линии вскипания карбонатов кальция. Карбонаты кальция наблюдаются с глубины 100-140 см.

Черноземно-поверхностнолуговые осолоделые легкоглинистые почвы на лессах мало распространены, занимают 0,3% площади. Они сформировались в южной части хозяйства во впадинах с большой площадью водосбора, в которых на длительное время застаивается влага поверхностного стока.

## ВЫВОДЫ

1. Почвенный покров поля ГП «ОХ«Граковское» подчинен рельефным особенностям и представлен четырьмя видами почв – черноземом типичным хорошо гумусоаккумулятивным легкоглинистым на лессе, черноземом типичным слабоксероморфным легкоглинистым в комплексе с эродированным, черноземом типичным повышенено увлажненным глубококарбонатным легкоглинистым и черноземно-поверхностнолуговым осолоделым легкоглинистым.
2. Каждый исследованный вид почвы характеризуется специфической морфологогенетическим строением профиля и соответствующими параметрами свойств, позволяет однозначно их диагностировать в полевых условиях.
3. Апробирована методика сбора почвенной информации с помощью подручных информационно-коммуникационных средств (Лебедь и Залавский, 2018).
4. Составлена карта почв хозяйства в масштабе 1:5000. Определен количественный состав почв.
5. По результатам обследования было установлено, что почвенный покров участка является более разнообразным чем насоответствующих архивных почвенных картах предыдущих исследований прошлого века.

## ЛИТЕРАТУРА

**Балюк С.А., Солоха М.О. (2016).** Методичні рекомендації щодо використання аерофотозйомки для великомасштабного дослідження ґрунтового покриву [методичні рекомендації] / ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського ; ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського. - Харків : [б. и.], 2016. - 15 с.

**Балюк С.А., Солоха М.О. (2016).** Алгоритми оцінки ортофото-планів аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів (БЛА) [Текст] : науково-методичне видання. - Харків : [б. и.] - 2016. - 18 с.

**Залавський Ю.В. (2017).** Інформаційно-комунікаційні технології як засіб збору даних про ґрунтовий покрив в польових умовах для потреб картографування ґрунтів// Всеукраїнський науково-практичний круглий стіл для молодих вчених «Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці». – Харків, 18-19 травня 2017 р. – С. 5-6.

**Залавський Ю.В. (2016).** Использование информационно-коммуникационных технологий для нужд почвенного обследования и картографии почв // Материалы м/н научно-практ. конф. молодых ученых «Плодородие почв: оценка, использование и охрана, воспроизводство». – Минск, 26-30 июня 2017 г. - Изд-во НАН Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии, 2017. – С. 53-55.

**Полупан М.І. (2005).** Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б.Соловей, В.А. Величко – К.: Аграрна наука, 2005. – 298 с.

**Полупан, М. І.(2015).** Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти [Текст] / М. І. Полупан, В. А. Величко, В. Б. Соловей. - Київ : Аграр. наука, 2015. - 400 с.

**В.В. Лебедь, Ю.В. Залавський (2018).** Сучасні методи дослідження ґрунтового покриву з використанням інформаційно-комунікаційних технологій // Вісник аграрної науки. – Київ, 2018. – №3. – С.84-87.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL SÎNGEREI**

**Grigore NEGRUȚI**

Direcția Agricultură și Alimentație a Consiliului Raional Sîngerei  
or. Sîngerei, str. Independenței, 111, Republica Moldova, MD-6201,  
e-mail: [grigore.negruti@singerei.md](mailto:grigore.negruti@singerei.md)

*Abstract. The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on analyzing the existing situation of errors in the district of Singerei. The study shows that the data presented by the local public administration do not always correspond to the situation in reality and the percentage of errors differs substantially between localities. Thus, it is necessary to take urgent problem-solving actions, including within the World Bank project that is being implemented.*

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, interview.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea terenurilor agricole. Deși s-au întreprins măsuri de soluționare a problemelor legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii, există încă multe probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiul a fost realizat în baza datelor administrației publice locale, precum și vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ ale autorităților locale și fermierilor. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea percepțiilor și barierelor selectate pentru a obține date cantitative au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Datele prezentate de autoritățile publice locale relevă faptul că doar în trei localități ale raionului sunt probleme majore cu legate de proprietatea funciară și accesul la terenuri: Bilicenii Noi, Sângereii Noi și Izvoare (Tabelul 1.)

Vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ din șapte localități a raionului a demonstrat că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate. În unele localități suprafața terenului alocat în natură care nu corespunde cu titlul de proprietate este de câteva ori mai mare.

Astfel, în comuna Sângereii Noi sunt peste 1000 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 25% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în perdelele forestiere;
2. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit pe drum;
3. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în pădure.

**Tabelul 1. Coresponderea titlului de proprietate (TP) cu terenul alocat în natură în raion, ha**

Localitatea	Suprafața Totală, ha	Suprafața care corespunde TP, ha						Suprafața care NU corespunde TP, ha					
		Cultiuri anuale	Vii	Livezi	Altele	Subtotal		Cultiuri anuale	Vii	Livezi	Altele	Subtotal	
						ha	%					ha	%
Sîngerei	4269	3825	192	98	-	4110	96	87	53	19	-	159	4
Biruința	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alexandreni	3259,38	2827,45	27,66	284,79	13,33	3161,76	97	97,62	-	-	-	97,62	3
Bălășești	1661,07	1559,02	88,55	13,16	0,34	1661,07	-	-	-	-	-	-	-
Bilicenii Noi	1726,86	1216,86	70	90	-	1376,86	79,73	340	-	10	-	350	20,26
Bilicenii Vechi	2544,85	2369,39	2,28	173,18	-	2544,85	100	-	-	-	-	-	-
Bursuceni	1088,31	843,33	121,86	121,25	1,87	1088,31	100	-	-	-	-	-	-
Chișcăreni	4256,58	4020,00	-	146	-	4166,56	97,89	-	90	-	0,30	90,30	2,11
Ciuciueni	1083,86	1018,79	-	60,57	-	1079,36	99,58	4,5	-	-	-	4,5	0,42
Copăceni	2836,00	2690,00	-	-	2	2692	94	135	-	-	9	144	6
Coșcodeni	2184,36	1245,97	43,54	370,42	-	1659,93	76	461,34	-	63,09	-	524,43	24
Cotiujenenii Mici	1487,82	1339,27	34	114,55	-	1487,82	100	-	-	-	-	-	-
Cubolta	2842,49	2731,03	9	46	-	2842,49	100	-	-	-	-	-	-
Dobrogea Veche	3603,73	2972,56	-	600	28	3600,56	99,92	3,17	-	-	-	3,17	0,08
Drăgănești	2711,25	2458,25	91,36	140,86	-	2626,26	98,1	84,99	-	-	-	84,99	1,9
Dumbravița	1861,07	1823,07	-	-	-	1823,07	97,96	-	18	20	-	38	2,04
Grigorăuca	1866,73	1761,25	12,9	47,05	-	1866,73	100	-	-	-	-	-	-
Heciu Nou	1713,33	1624,16	11,77	45,84	-	1713,33	100	-	-	-	-	-	-
Iezarenii Vechi	1286,88	1092,60	84,95	119,33	-	1286,88	100	-	-	-	-	-	-
Izvoare	2367,55	1780,00	-	39	20	1839	77,67	528,55	-	-	-	528,55	22,32
Pepeni	2714,29	2440,68	60,11	213,5	-	2714,29	100	-	-	-	-	-	-
Prepelita	2085,18	1899,27	-	69,29	-	1968,56	94,4	100,80	-	15,82	-	116,62	5,6
Rădoaia	2270,58	1953,58	-	239	-	2192,58	96,6	78	-	-	-	78	3,4
Sîngereii Noi	2200,93	1432,00	35,6	80,35	-	1447,96	65,79	694,99	17,80	40,18	-	752,97	34,21
Tâura Veche	796,04	792,24	-	-	-	792,24	99,5	3,8	-	-	-	3,8	0,5
Tambula	1824,24	1722,86	5,97	15,06	-	1824,24	100	-	-	-	-	-	-

4. Terenurile în natură sunt cu dimensiuni mai mici decât cele indicate în titlurile de proprietate;
5. Sunt cazuri când nici titluri nu au fost înregistrate nici coordonatele terenului nu au fost măsurate;
6. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
7. Sunt cazuri când oameni prelucrează pământul nu conform coordonatelor indicate în titlul de proprietate;
8. Iazurile nu au fost măsurate și nu sunt înregistrate în cadastru;
9. Pentru grădini 10% din titlurile de proprietate sunt cu erori și se suprapun unul pe altul;
10. Sunt 30 de cazuri când oamenii au titluri de proprietate dar acestea nu sunt înregistrate la cadastru.

*În comuna Izvoare* sunt 440 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 20% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Terenurile agricole la unii proprietari conform titlurilor de proprietate au nimerit în perdelele forestiere sau drumuri;
2. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit pe drum,
3. 86 de terenuri se suprapun unul pe altul;
4. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
5. Sunt cazuri când oameni au în folosință terenuri dar titluri de proprietate pe acestea nu au;
6. Gunoiștea satului este situată foarte aproape de sat și de iaz ce foarte grav afectează sănătatea oamenilor. Administrația locală luptă pentru reamplasarea gunoiștii într-un loc mai îndepărtat, dar inspectoratul ecologic nu dă acordul pentru amenajarea gunoiștii.

*În comuna Bilicenii Noi* sunt 2000 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 40% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
2. Terenurile în natură sunt cu dimensiuni mai mici sau mai mari decât cele indicate în titlurile de proprietate;
3. Nu a fost efectuată delimitarea terenurilor agricole;
4. Pentru grădini nu a fost eliberate titluri de proprietate;
5. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul;
6. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în perdelele forestiere și pe drumuri.

*În satul Coșcodeni* sunt 2400 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 10% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când oameni prelucrează pământul nu conform coordonatelor indicate în titlul de proprietate;
2. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul;
3. Pentru grădini nu a fost eliberate titluri de proprietate;
4. Casele nu sunt înregistrate la cadastru.

Satul Coșcodeni a intrat în programul Băncii Mondiale privind corectarea erorilor.

*În comuna Copăceni* sunt 1834 de proprietari ai terenurilor agricole circa 30% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt 51 de cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc. Aceasta eroare a avut și Dna Ciutac Natalia care în anul 1999 a primit de la Primăria teren agricol într-un loc, dar în 2000 a primit titlul de proprietate în care locația terenului a fost indicată în alt loc. Dna Ciutac Natalia a dat în judecată în anul 2001 pentru a corecta aceasta eroare și a primi titlul de proprietate și în anul 2004 a câștigat procesul. Dar din 2004 până în prezent nu a primit de la Cadastru titlul de proprietate corectat. Cadastru sub diverse preTEXTE, refuză să emită un nou titlu, în ciuda deciziei instanței de judecată;
2. Sunt 40 de terenuri agricole care nu sunt înregistrate în baza de date Cadastru;
3. Sunt 26 de cazuri când în titlul de proprietate sunt erori în nume sau prenume;
4. Terenurile în natură sunt cu dimensiuni mai mici sau mai mari decât cele indicate în titlurile de proprietate;
5. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în perdelele forestiere și pe drumuri.

*În comuna Prepelița* sunt 3000 de proprietari ai terenurilor agricole și aproape 100% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în perdelele forestiere și pe drumuri;
2. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
3. Sunt cazuri când nu a fost eliberate titluri de proprietate a terenurilor;
4. Nu sunt delimitate terenurile;
5. Numai 10% de proprietari au titluri de proprietate pe case;
6. Sunt probleme când pilonii pentru electricitate sunt situați pe terenurile oamenilor și din aceasta cauză ei nu pot utiliza o parte de teren;
7. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul.

## **CONCLUZII**

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiul demonstrează că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate și procentul erorilor diferă substanțial între localități. Astfel, în satul Prepelița practic toate titlurile de proprietate nu corespund cu terenul alocat în natură, iar în alte sate procentul de erori este minimal. Este necesar ca reprezentanții administrației publice locale să cerceteze detaliat situația și să pregătească informații actualizate, astfel ca toate erorile existente din localitățile raionului să fie soluționate în cadrul Proiectului Băncii Mondiale de înregistrare a terenurilor și de evaluare a proprietăților.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL DROCHIA**

**Ion NICORA**

Direcția Agricultură a Consiliului Raional Drochia  
or. Drochia, bulevardul Independenței 15 Moldova, Republica Moldova, MD-5202  
e-mail: [cancelardroc@mail.ru](mailto:cancelardroc@mail.ru)

**Abstract.** The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on the analysis of the existing situation of errors in the Drochia district. Despite the fact that almost 30 years have passed since the privatization began, massive measurements have not yet been made in the Drochia district in some localities, and where there have been many errors faced by the landowners. Thus, it is necessary to take urgent problem-solving actions.

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, measurements.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea a 98% din terenurile agricole care au făcut obiectul privatizării

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiul s-a realizat în baza datelor administrației publice locale, precum și vizitarea și cșestionarea unui eșantion reprezentativ ale autoritaților locale și fermierilor. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea percepțiilor și barierelor selectate pentru a obține date cantitative au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

În unele dintre localitățile raionului au fost realizate măsurările masive, iar în altele încă urmează a fi făcute, iar procentul de erori acolo unde măsurările au fost făcute, este diferit, dar și problemele diferă. Astfel, în satul Pelinia sunt 4500 de proprietari a terenurilor agricole și circa 30% se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când în titlul de proprietate sunt erori în numele sau prenumele proprietarilor de teren;
2. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul;
3. Sunt terenuri, case care nu sunt înregistrate în baza de date Cadastru;
4. Sunt cazuri când este greșită înregistrată destinația terenului, de exemplu: fondul apei în loc de teren agricol. Din aceasta cauza sunt litigii între Apele Moldovei și APL.
5. Dimensiunile unor terenuri în natură nu corespund celor indicate în titlurile de proprietate;
6. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în perdele forestiere și pe drumuri;
7. Nu a fost efectuată măsurarea masivelor unde-s pășuni și perdele forestiere.

8. Există un caz când terenul a fost înregistrat, dar cadastru a refuzat să facă delimitarea, deoarece înregistrarea a fost efectuată în baza Legii cadastrului bunurilor imobile.

În comună Șuri sunt 3800 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 20% se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când în titlul de proprietate sunt erori în numele sau prenumele proprietarilor de teren;
2. Dimensiunile unor terenuri în natură nu corespund celor indicate în titlurile de proprietate;
3. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul,
4. Sunt terenuri, case care nu sunt înregisterate în baza de date Cadastru,
5. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
6. Sunt câmpuri unde nu sunt drumuri între cotele proprietarilor și din acest considerent proprietarii n-au acces la pământul lor.

În satul Chetrosu sunt 3200 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 15% au diferite erori. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când în titlul de proprietate sunt erori în numele sau prenumele proprietarilor;
2. Terenurile în natură sunt cu demisiuni mai mici sau mai mari decât cele indicate în titlurile de proprietate;
3. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
4. Nu sunt înregisterate grădini conform articolul 11;
5. Terenuri agricole la unii proprietari au nimerit în fâșii sau drumuri;
6. Nu a fost efectuată delimitarea terenurilor între proprietatea privată și proprietatea publică.

În satul Popeștii de Sus sunt 1150 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 20% se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când terenurile se suprapun unul pe altul,
2. Dimensiunile unor terenuri în natură nu corespund celor indicate în titlurile de proprietate;
3. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
4. Este un caz când întreg câmpul după grafică este amplasat cu câțiva zeci de metri greșit într-o parte și evident titlurile respective nu corespund;
5. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în drum;
6. Sunt cazuri când terenurile nu sunt înregisterate în baza de date Cadastru,
7. Sunt litigii privind delimitarea terenurilor între Apele Moldovei și APL.

În satul Moara de Piatra nu au fost efectuate măsurările masive. Totodată proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Oameni nu știu unde sunt amplasate terenurile lor, dar majoritatea terenurilor sunt date în arenda la lideri care lucrează terenurile menționate;
2. Sunt multe erori legate de terenurile unde sunt amplasate casele;

În comună Baroncea sunt 1222 de proprietari ai terenurilor agricole și circa 20% se confruntă cu următoarele probleme:

1. Sunt cazuri când grafica întregului masiv nu este poziționată corect și din această cauză sunt suprapunerii cu unele masive din satele vecine;
2. Sunt cazuri când proprietarii terenurilor dețin titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenurile agricole alocate în natură se află în alt loc;
3. Terenurile agricole la unii proprietari au nimerit în drum;
4. Casele și grădinile (articulul 11) nu au fost înregisterate la Cadastru și nu au fost eliberate titluri de proprietate pe ele.

În comuna Pervomaiscoe sunt 1050 de proprietari ai terenurilor agricole, totodată nu au fost efectuată măsurare masivă. Proprietarii de terenuri se confruntă cu următoarele probleme:

1. Măsurările masive nu au fost efectuate și oameni nu știu unde sunt amplasate terenurile lor, dar conflicte nu au fost deoarece majoritatea terenurilor sunt date în arenda la lideri care prelucră terenurile menționate;
2. Oameni nu au titluri de proprietate;
3. Fâșiile forestiere, păsunile nu sunt înregisterate în baza de date cadastru;

Primăria are în proprietate 3 iazuri, care sunt date în arendă la agenți economici. În sat există o tradiție - înainte de sărbători, sătenii strâng gunoiul și înnobilează străzile din sat, aşa că satul este foarte bine întreținut. Totodată satul dispune de o gunoiște neautorizată. Deșeurile sunt colectate de la oameni odătă pe săptămână cu ajutorul tractorului arendat.

În satul Antoneuca sunt 235 de proprietari ai terenurilor agricole, dar nu au fost efectuate măsurările masive. Totuși, există unele probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri:

1. Oamenii nu știu unde sunt amplasate terenurile lor, majoritatea terenurilor sunt date în arenda la lideri care lucrează terenuri menționate;
2. APL consideră necesitatea de a realiza delimitarea terenurilor a proprietății private și publice, deoarece sunt unele încălcări. Astfel, întreprinderea Sudzucker Moldova S.A. realizează lucrările agricole și pe o parte din pășuni, ieșind din hotarele cîmpurilor care le aparțin/arendeză.
3. Fâșiile forestiere și păsunile nu sunt înregisterate în baza de date cadastru.

Reprezentanții administrației publice locale au prezentat următoarea informație privind coresponderea titlurilor de proprietate (TP) cu terenul alocat în natură în localitățile din raion (tab. 1).

**Tabelul 1. Informația cu privire la coresponderea titlurilor de proprietate (TP) cu terenul alocat în natură în raionul Drochia**

nr. d/o	Localitatea	Suprafața totală (ha)	Suprafața ce coresponde cu TP		Suprafața ce nu coresponde cu TP	
			ha	%	ha	%
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	com. Baroncea	1702	1244	73	458	27
2	com. Cotova	3550	3491	98	59	2
3	com. Fîntînița	3040	3040	100	0	0

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
4	com. Hăsnăsenii Noi	1750	1717	98	33	2
5	com. Palanca	1122	1069	95	53	5
6	com. Pelinia	6621	5760	87	861	13
7	com. Pervomaiscoe	995	900	90	95	10
8	com. Petreni	1870	1870	100	0	0
9	com. Șalvirii Vechi	1587	1428	90	159	10
10	com. Șuri	2761	2481	90	280	10
11	s. Antoneuca	786	706	90	80	10
12	s. Chetrosu	3691	2937	80	754	20
13	s. Dominteni	1673	1673	100	0	0
14	s. Drochia	1861	1841	99	20	1
15	s. Gribova	2980	2980	100	0	0
16	s. Hăsnăsenii Mari	2005	1764	88	241	12
17	s. Maramonovca	3109	3109	100	0	0
18	s. Miciurin	1560	1560	100	0	0
19	s. Mîndic	2987	2687	90	300	10
20	s. Moara de Piatră	1983	1733	87	250	13
21	s. Nicoreni	3447	3447	100	0	0
22	s. Ochiul-Alb	2260	2260	100	0	0
23	s. Popești de Jos	1492	1492	100	0	0
24	s. Popești de Sus	2491	1691	68	800	32
25	s. Sofia	3713	3563	96	150	4
26	s. Tarigrad	4065	4065	100	0	0
27	s. Zgurița	1883	1703	90	180	10

## CONCLUZII

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiul demonstrează că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate. Procentul maximal de erori este în satul Pelinia, unde 30% din titlurile de proprietate nu corespund cu terenul alocat în natură, iar în multe localități nu au fost realizate măsurările masive. Este necesar ca reprezentanții administrației publice locale să cerceteze detaliat situația și să pregătească informații actualizate, astfel ca toate erorile existente din localitățile raionului să fie soluționate în cadrul Proiectului Băncii Mondiale de înregistrare a terenurilor și de evaluare a proprietăților.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL HÎNCEȘTI**

**Ion SÎRBU**

Direcția Agricultură și Alimentație  
mun. Hîncești, str. Mihalcea Hîncu 126, Republica Moldova, MD-6301  
e-mail: [daahincesti@mail.ru](mailto:daahincesti@mail.ru)

**Abstract.** The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on the analysis of the existing situation of errors in the Hîncești district. The study shows that the data presented by the local public administration do not always correspond to the situation in reality and the percentage of errors differs substantially between localities. Thus, it is necessary to take urgent problem-solving actions, including within the World Bank project that is being implemented.

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, interview.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea terenurilor agricole. Deși s-au întreprins măsuri de soluționare a problemelor legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii, există încă multe probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiu s-a realizat în baza datelor administrației publice locale, precum și vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ ale autorităților locale și fermierilor. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea percepțiilor și barierelor selectate pentru a obține date cantitative au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Unele localități ale raionului Hîncești au fost printre primele din Republica Moldova care au participat la privatizarea pământului. Foarte mult a depins de Consiliile locale, primar și inginerul cadastral. Astfel, în unele localități practic nu există probleme legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii (satele Bujor, Balceana), iar în altele majoritatea proprietarilor de pământ au unele sau altele probleme (satele Ciuciuleni, Mirești) (Tabelul 1).

**Tabelul 1. Procentul de erori în localitățile interviewate din raionul Hîncești**

Nr.	Localitatea	Numărul de proprietari	Procentul de erori	Numărul proprietarilor care se confruntă cu erorile
1	satul Buțeni	2028	15%	304
2	satul Ciuciuleni	3100	85%	2635
3	comuna Mirești	700	80%	560
4	satul Nemțeni	1115	25%	280
5	satul Bujor	1500	1%	15
6	satul Balciana	900	3%	27
7	satul Stolniceni	900	10%	90

În localitățile raionului au fost depistate mai multe subtipuri de erori (Tabelul 2).

**Tabelul 2. Tipul problemei / erorii în localitățile raionului Hîncești**

Nr.	Tipul problemei / erori	Localitatea
1	Sunt cazuri când proprietarul terenului deține titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar terenul agricol alocat în natură se află în alt loc (locația terenului nu coincide)	satul Bujor satul Balciana satul Buțeni satul Ciuciuleni comuna Mirești satul Nemțeni satul Bujor satul Ciuciuleni satul Nemțeni
2	Sunt cazuri când pentru același teren agricol există două titluri de proprietate pe numele a două persoane diferite	satul Nemțeni satul Buțeni satul Stolniceni
3	Terenuri agricole la unii proprietari conform titlurilor de proprietate au nimerit în fâșii, pe drumuri sau în pădure	satul Nemțeni satul Buțeni satul Ciuciuleni satul Nemțeni
4	Locația grădinilor nu coincide cu titlul de proprietate	satul Nemțeni satul Buțeni satul Stolniceni
5	Nu este gunoiște autorizată, este aproape de sat sau este aglomerată.	satul Buțeni
6	Terenurile agricole, grădinile nu sunt înregistrate la cadastru sau nu au fost eliberate titluri de proprietate	satul Nemțeni satul Bujor satul Balciana
7	Diferă suprafața terenului indicată în titlul de proprietate cu terenul alocat în natură	comuna Mirești satul Balciana
8	Sunt multe cazuri când oamenii prelucrează pământul nu conform titlului de proprietate	satul Buțeni satul Ciuciuleni
9	Satul dispune de resurse de nisip și lut, dar nu le poate extrage pe ele pentru nevoile satului (repararea sau construirea drumurilor, repararea clădirilor) deoarece legislația nu permite acest lucru sau permite cu condiții nerealiste	satul Buțeni
10	Persoane care au luat iazuri în arendă nu permit la locatari să pescuiască sau să irige	satul Buțeni
11	Suprapunerea terenurilor	comuna Mirești satul Stolniceni

12	Sunt cazuri când în baza de date a cadastrului pe un teren sunt indicate două numere cadastrale diferite	comuna Mirești
13	Sunt cazuri când oamenii au avut titluri de proprietate a terenurilor, dar acestea au fost transferate la satul vecin și acești oameni au rămas fără terenuri	comuna Mirești
14	Au rămas multe erori și după programul de corectarea erorilor din cauza că nu au fost verificate titlurile noi modificate (corectate)	satul Nemțeni
15	Sunt erori în titluri de proprietate și anume în nume, prenume sau anul nașterii proprietarului	satul Balciana
16	Sunt cazuri când oficial un teren agricol este înscris în baza de date a cadastrului pe un proprietar, dar de facto acest teren este împărțit pe doi proprietari	satul Balciana
17	Sunt cazuri când în numărul cadastral este eroare și anume în titlul de proprietate este indicat numărul cadastral care nu există în baza de date a cadastrului	satul Balciana
18	Sunt cazuri când în apropiere de teren a fost scos lut și acest teren nu poate fi utilizat	satul Balciana

Unele propuneri de soluționare a problemelor au fost propuse de APL pentru rezolvarea problemelor menționate:

1. Modificarea legislației în privința împunerării consiliilor locale de eliminare a erorilor prin anularea titlurilor de proprietate eronate și eliberarea titlurilor de proprietate corecte, în cazul în care toți proprietarii de teren sunt de acord;
2. Întâlnirea și discuția cu reprezentanții Agenției Hîncești-Silva privind căutarea soluției de delimitarea terenurilor cu APL-urile relevante;
3. Modificarea legislației în privința oportunității utilizării resurselor proprii ale satului pentru necesitățile localității;
4. Modificarea legislației privind accesul locuitorilor localității la iazurile arendate.
5. Întâlnirea și discuția cu reprezentanții cadastrului privind acordarea asistenței la eliminarea erorilor.

## CONCLUZII

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiul demonstrează că datele prezентate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate și procentul erorilor diferă substanțial între localități. Astfel, în satul Ciuciuleni 85% din titlurile de proprietate nu corespund cu terenul alocat în natură, comparativ cu satul Bujor, unde sunt doar 1 % de erori. Este necesar ca reprezentanții administrației publice locale să cerceteze detaliat situația și să pregătească informații actualizate, astfel ca toate erorile existente din localitățile raionului să fie soluționate în cadrul Proiectului Băncii Mondiale de înregistrare a terenurilor și de evaluare a proprietăților.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL LEOVA**

**Nicolae TOMŞA**

Direcția Agricultură, Alimentație, Relații Funciare și Cadastrua Consiliului Raional Leova  
or. Leova, str. Independentei 5, Republica Moldova, MD-6301  
e-mail: [tomsanic@mail.ru](mailto:tomsanic@mail.ru)

***Abstract.*** *The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on analyzing the existing situation of errors in the district of Leova. The study shows that the data presented by the local public administration do not always correspond to the situation in reality and the percentage of errors differs substantially between localities. Thus, it is necessary to take urgent problem-solving actions, including within the World Bank project that is being implemented.*

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, interview.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea terenurilor agricole. Deși s-au întreprins măsuri de soluționare a problemelor legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii, există încă multe probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiul s-a realizat în baza datelor administrației publice locale, vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ ale autorităților locale. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea perceptiilor și barierelor au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Datele prezentate de autoritățile publice locale relevă faptul că doar în două localități ale raionului: Filipeni și Hănășenii Noi, sunt probleme majore cu legate de proprietatea funciară și accesul la terenuri. (Tabelul 1.)

Vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ din șapte localități a raionului a demonstrat că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate. În unele localități suprafața terenului alocat în natură care nu corespunde cu titlul de proprietate este de câteva ori mai mare (Tabelul 2).

**Tabelul 1. Corespunderea titlului de proprietate (TP) cu terenul alocat în natură în raion, ha**

Localitatea	Suprafața Totală, ha	Suprafața care corespunde TP, ha						Suprafața care NU corespunde TP, ha					
		Cultiuri anuale	Vii	Livezi	Altele	Subtotal		Cultiuri anuale	Vii	Livezi	Subtotal		
						ha	%				ha	%	
Tomai	3155	2800	329	8	5	3142	99,6	13	-	-	13	0,4	
Sărăteni	862	638	184	20	2	843	98	18	-	-	18	2	
Sărătīca Nouă	1520	1191	264	53	13	1520	100	-	-	-	-	-	
Cazangic	1755	1604	31	12	35	1682	96	55	14	4	73	4	
Sărata Nouă	1587	1381	152	27	25	1587	100	-	-	-	-	-	
Romanovca	1363	672	411	-	-	1083	79	280	-	-	280	21	
Tigheci	2307	2086	116	-	70	2272	98,5	-	35	-	35	1,5	
Filipeni	2687	1369	118	-	-	1587	59	980	120	-	1100	41	
Cupcui	1959	1760	47	71	82	1959	100	-	-	-	-	-	
Tomaiul Nou	1683	1534	104	39	6	1650	98	33	-	-	33	2	
Sărata Răzeși	1137	1120	10	2	5	1137	100	-	-	-	-	-	
Iargara	1753	1629	18	1	85	1733	99	20	-	-	20	1	
Borogani	3946	3605	294	38	9	3946	100	-	-	-	-	-	
Covurlui	1581	1516	30	16	19	1581	100	-	-	-	-	-	
Sîrma	969	877	5	11	73	966	99,7	3	-	-	3	0,3	
Băiuș	1057	950	17	6	81	1054	99,7	3	-	-	3	0,3	
Orac	1067	733	157	8	123	1021	96	46	-	-	46	4	
Hănașenii Noi	1006	675	16	-	-	691	69	310	-	4	314	31	
Tochile Răducani	1908	1703	39	22	144	1908	100	-	-	-	-	-	
Vozniseni	2059	1967	1	18	53	2039	99	20	-	-	20	1	
Beștemac	1501	1308	47	63	83	1501	100	-	-	-	-	-	
Ceadîr	1082	847	200	10	25	1082	100	-	-	-	-	-	
Cneazevca	1822	1447	-	285	90	1822	100	-	-	-	-	-	
Colibabovca	1146	823	217	41	14	1095	96	-	26	25	51	4	
Leova	1390	1149	183	14	44	1390	100	-	-	-	-	-	

**Tabelul 2. Procentul de erori în localitățile interviewate din raionul Leova**

Nr.	Localitatea	Numărul de proprietari	Procentul de erori	Numărul proprietarilor care se confruntă cu erorile
1	comuna Tigheci	1200	20	240
2	comuna Hănașenii Noi	1300	70	910
3	satul Filipeni	3000	80	2400
4	satul Colibabovca	600	30	180
5	satul Orac	500	15	75
6	comuna Cazangic	612	7	43
7	satul Hănașesii Noi	700	64	447

Unele persoane interviewate, crezând că cele mai multe probleme în domeniu sunt în localitatea lor, au întrebat "Mai este alt sat în Moldova care are atâtea probleme cu Pământul?", altele au menționat: "Cea mai mare bogătie care o avem este Pământul, dar nu putem face moștenirea, deoarece noi avem pământ într-un loc, iar titlu de proprietate de proprietate e pe alt teren, unde sunt alți oameni. Foarte mult vrem să facem moștenirea acum, cât încă suntem în viață, să le dăm ceva copiilor".

În localitățile raionului au fost depistate mai multe subtipuri de erori (Tabelul 3), care necesită diferite acțiuni pentru a fi soluționate.

**Tabelul 3. Tipul problemei / erorii în localitățile raionului Leova**

Nr.	Tipul problemei/ erorii	Localități
1	a. Sunt cazuri când proprietarul terenului deține titlul de proprietate a terenului într-un loc, dar terenul agricol alocat în natură se află în alt loc (locația terenului nu coincide)	comuna Tigheci
	b. Sunt cazuri când pentru același teren agricol există două titluri de proprietate pe numele a două persoane diferite	satul Filipeni
	c. Terenurile agricole la unii proprietari conform titlurilor de proprietate au nimerit în fâșiile forestiere, pe drumuri sau în pădure	satul Orac
		comuna Tigheci
		satul Filipeni
		comuna Tigheci
		satul Filipeni
		satul Colibabovca
2	Locația unor case nu coincide cu titlul de proprietate	comuna Tigheci
3	Problema delimitării terenurilor cu Moldsilva (terenurile au fost transmise către Moldsilva temporar pentru restabilirea pădurilor sau sădirea pădurilor noi dar Moldsilva refuză să restituie terenurile menționate și din acest caz există litigii)	comuna Tigheci
		comuna Cazangic
		satul Colibabovca
4	Perdelele forestiere au fost date la ICAS să le restabilească, dar ICAS a curățit dar nu a restabilit și practic perdelele forestiere au fost distruse	comuna Tigheci
5	Nu este stație de epurare și toate deșeurile, surgerile pătrund în pământ, în apa subterană sau râu, fapt care dăunează foarte grav sănătății locuitorilor	comuna Tigheci
6	Nu este gunoiște autorizată, este aproape de sat sau este aglomerată.	comuna Tigheci

7	Terenurile agricole, grădinile nu sunt înregistrate la cadastru sau nu au fost eliberate titluri de proprietate	comuna Hănășenii Noi satul Filipeni comuna Cazangic satul Orac
8	Diferă suprafața terenului indicată în titlul de proprietate cu terenul alocat în natură	comuna Hănășenii Noi satul Colibabovca satul Orac
9	Sunt cazuri când oameni dețin titlurile de proprietate a terenurilor, dar de facto nu știu unde se află terenurile lor	satul Filipeni
10	Unii locuitori ai satului care au avut în posesie terenurile agricole au plecat peste hotare și nu au fost o perioadă lungă de timp în țară. Când ei au revenit în sat ei au aflat că o companie vitivinicola a plantat pe terenurile lor viața de vie fără acordul proprietarilor. O parte din aceste terenuri compania le-a vândut dar nu se știe în baza căror documente.	satul Filipeni
11	La unele persoane au fost repartizate terenurile cu solurile sărate din acesta cauza ei nu pot să lucreze pământurile sau să le transmită în arendă	satul Filipeni
12	Suprapunerea terenurilor	comuna Cazangic
13	Sunt cazuri când oficial un teren agricol este înscris în baza de date a cadastrului pe un proprietar, dar de facto acest teren este împărțit de doi proprietari	satul Orac

## CONCLUZII

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiul demonstrează că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate și procentul erorilor diferă substanțial între localități. Astfel, în satul Filipeni 80% din titlurile de proprietate nu corespund cu terenul alocat în natură, iar în satul Romanovca, sunt circa 20 % de erori. Este necesar ca reprezentanții administrației publice locale să cerceteze detaliat situația și să pregătească informații actualizate, astfel ca toate erorile existente din localitățile raionului să fie soluționate în cadrul Proiectului Băncii Mondiale de înregistrare a terenurilor și de evaluare a proprietăților.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN SATUL PITUȘCA RAIONUL CĂLĂRAȘI**

**Ionila LOZOVAR**

Primaria satului Pitușca

Satul Pitușca raionul Călărași, Republica Moldova, MD-4432,

e-mail: [primariapitusca@gmail.com](mailto:primariapitusca@gmail.com)

**Abstract.** The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on the analysis of the existing situation of the errors in the village of Pitușca Călarasi rayon. The study shows that there are multiple errors and urgent problem solving actions are needed, including in the World Bank project that is being implemented.

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, interview.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea terenurilor agricole. Deși s-au întreprins măsuri de soluționare a problemelor legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii, există încă multe probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiul s-a realizat în baza datelor administrației publice locale, precum și chestionarea unui eșantion reprezentativ ai fermierilor. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea percepțiilor și barierelor selectate pentru a obține date cantitative au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Prima “privatizare” a fost realizată în 1997- 2001 (50 ari teren arabil, 22 ari – livadă și 25 ari – vie (total 97 ari), dar titlurile le-au dat pe urmă. Cei care n-au luat titlurile, au rămas și fără pământ.

Unele terenuri sunt vândute fără ca proprietarii lor să știe despre aceasta. Astfel, fabrica de vinuri deja a plantat viță de vie pe unele terenuri, iar oamenii întreabă ce să facă?

Există persoane care achită impozitul funciar și în fondul social (pe 50 de ari), dar nu au primit titlu și pe pământul acestora deja a fost sădită livadă.

Astfel, pe aceleași terenuri sunt 2 titluri de proprietate, iar la Cadastru sunt înregistrați cei care au primit teren în 2010 (!!!) și vor să-i scoată pe cei care au primit în 1997- 2001.

Sunt persoane decedate care au titlu de proprietate și inginerul cadastral și fostul primar le foloseau în interesul lor.

Pe o suprafață de 15 ha nu are nimeni titlu de proprietate.

Conform primarului procuratura a găsit la inginerul cadastral 200 de titluri care nu le-a dat la proprietarii de terenuri.

Pe harta unde sunt terenurile – practic la nimeni din sat nu coincid terenurile care-l au.

Primarul Mogîldea a transferat persoanele în vîrstă pe alte terenuri și și-a luat lui și le-a dat la alții pământ acolo, apoi a cerut despăgubiri de la ei – 8000 lei. Unele persoane au dat în judecată și instanța de judecată a decis ca dl. Mogîldea să le plătească câte 11 mii lei, dar pe urmă le-au spus să găsească între ei o soluție amiabilă, iar litigiul încă nu-i soluționat.

Un câmp era împărțit de-a lungul dealului și respectiv așa au fost date și titlurile, iar primarul cu inginerul cadastral le-a reîmpărțit de-a curmezișul, iar în titluri a rămas ca și înainte.

Nu este o delimitare clară a pădurii comunale de cea a Agenției Moldsilva. Astfel, conform documentelor 1395 de hectare de pădure pe teritoriul satului aparțin Moldsilva și 400 ha – APL, dar de fapt APL are doar 30 ha, iar la Moldsilva gestionează 1695 ha.

Pe hartă imașul îl arată tot unde e pădurea, astfel trebuie din nou de făcut inventarierea și o reîmpărțire așa cum a fost făcută prima dată conform hărții pregătite înainte de privatizare care există în primărie. Înainte cu metrovca se făceau greșeli până la 30 de ari, iar acum greșelile sunt cu zecile și sutele de hectare în pofida faptului că se folosesc instrumente moderne.

## CONCLUZII

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiu demonstrează că s-au comis încălcări grave la privatizarea terenurilor, iar listele au dispărut, ceea ce face foarte dificilă soluționarea problemei. Este necesar de găsit o soluție în aceste cazuri, deoarece suferă cel mai mult persoanele vulnerabile.

# **STUDIU DE CAZ AL PROBLEMELOR FUNCIARE ÎN RAIONUL SOROCA**

**Gheorghe GĂINĂ**

Federația Fermierilor din Moldova

mun. Soroca, str. Gheorghe Asachi 1, Republica Moldova, MD-3000,

e-mail: [fnmoldova@gmail.com](mailto:fnmoldova@gmail.com)

**Abstract.** The study was conducted during the period 2018-2019 within the National Strategy for Involvement in solving the problems of the Earth, supported by the International Coalition of the Earth. The study is based on analyzing the existing situation of the errors in the Soroca rayon. The study shows that the data presented by the local public administration do not always correspond with the situation in reality and the percentage of errors differs substantially between localities. Thus, it is necessary to take urgent problem-solving actions, including within the World Bank project that is being implemented.

**Keywords:** owners, errors, privatization, farmers, interview.

## **INTRODUCERE**

Procesul de privatizare a terenurilor agricole a avut loc în două etape între anii 1990 și 2001. Ca urmare, pe baza titlurilor de proprietate, populația rurală a primit în proprietate privată terenuri agricole. Deși terenurile au fost distribuite corect, majoritatea parcelelor s-au dovedit a fi mici, iar proprietatea - fragmentată. Principalele realizări ale Programului național funciar au fost: crearea unui cadru instituțional al unităților cadastrale, înființarea unui sistem informațional cadastral și privatizarea terenurilor agricole. Deși s-au întreprins măsuri de soluționare a problemelor legate de proprietatea funciară și accesul la terenurile proprii, există încă multe probleme cu care se confruntă proprietarii de terenuri.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Studiul s-a realizat în baza datelor administrației publice locale, precum și vizitarea și chestionarea unui eșantion reprezentativ ale autorităților locale și fermierilor. Spectrul de metode utilizate pentru identificarea perceptiilor și barierelor selectate pentru a obține date cantitative au fost următoarele: interviuri semi-structurate, discuții în grupuri focale, plimbări transversale și analiza SWOT.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Conform datelor prezentate de reprezentanții administrației publice locale, în unele localități nu există careva probleme legate de proprietatea și accesul la terenurile proprii. Discuțiile avute cu primarii, inginerii cadastrali și fermierii din 3 sate ale raionului Soroca au demonstrat că în unele localități (s. Rudi) toți proprietarii au probleme (Tabelul 1.)

**Tabelul 1. Procentul de erori în localitățile interviewate din raionul Soroca**

Nr.	Localitatea	Numărul de proprietari	Procentul de erori	Numărul proprietarilor care se confruntă cu erorile
1	satul Rudi	800	100%	800
2	comuna Dărcăuți	600	35%	210

3	comuna Bulboci	1000	12%	210
---	-------------------	------	-----	-----

În localitățile respective au fost depistate mai multe subtipuri de erori (Tabelul 2), care necesită diferite acțiuni pentru a fi soluționate.

**Tabelul 2. Tipul problemei / erorii în localitățile raionului Soroca**

Nr.	Tipul problemei/ erorii	Localitatea
1	Sunt cazuri când proprietarul terenului deține titlu de proprietate a terenului într-un loc, dar teren agricol alocat în natură se află în alt loc. Sunt cazuri când pentru același teren agricol există două titluri de proprietate pe numele două persoane diferite. Terenurile agricole la unii proprietari conform titlurilor de proprietate au nimerit în fâșii, pe drumuri sau în pădure.	comuna Bulboci  satul Rudi  satul Rudi
2	Locația unor case nu coincide cu titlul de proprietate	
3	Locația grădinilor nu coincide cu titlul de proprietate	
4	Nu sunt înregistrate case în baza de date a cadastrului sau nu a fost eliberate titluri de proprietate	satul Rudi
5	Problema delimitării terenurilor cu Moldsilva (terenurile au fost transmise către Moldsilva temporar pentru restabilirea pădurilor sau sădirea pădurilor noi dar Moldsilva refuză să restituie terenurile menționate și din acest caz există litigii)	satul Rudi
6	Terenurile agricole, grădinile nu sunt înregistrate la cadastru sau nu a fost eliberate titluri de proprietate	comuna Bulboci
7	Diferă suprafața terenului indicată în titlul de proprietate cu terenul alocat în natură	satul Rudi comuna Dărcăuți comuna Bulboci
8	Sunt multe cazuri când oamenii prelucrează pământul nu conform titlului de proprietate	comuna Dărcăuți
9	Sunt cazuri când terenurile publice se suprapun cu terenurile private	satul Rudi
10	Există probleme cu filiala Cadastru situat în or. Soroca, exprimate prin: <ul style="list-style-type: none"><li>• Înregistrarea moștenirii tot se efectuează cu erori;</li><li>• Dezinteres în corectarea erorilor, astfel când oameni solicită corectarea greșelilor în titlul de proprietate Cadastru local solicită sume de bani exagerat de mari;</li><li>• Cadastrul local refuză să efectueze măsurări cadastrale pe terenuri unde sunt proprietari decedați</li><li>• Cadastrul local refuză să elibereze duplicate ale documentelor pierdute</li></ul>	satul Rudi  comuna Dărcăuți
11	Sunt cazuri când în apropiere de teren se aruncă chimicale, care poluează solul, proprietarii de teren solicită de la Primărie schimbarea terenurilor respective, unele primării au rezerve de teren, dar după legislație nu se permite efectuarea schimbul de terenuri cu persoanele fizice	satul Rudi
12	Terenurile se suprapun cu terenurile din satul vecin	comuna Dărcăuți
13	Sunt cazuri când proprietarul are titlul de proprietate cu indicarea coordonatelor terenului, dar în baza de date nu sunt coordonatele	comuna Bulboci

	terenului și nici nu este înregistrat terenul menționat	
14	Sunt erori în titlurile de proprietate și anume în numele, prenumele sau anul nașterii proprietarului	comuna Bulboci

Mai jos sunt prezentate câteva exemple care demonstrează că titlul de proprietate a terenului nu corespunde cu cel alocat în natură:

- Exemplu când titlul de proprietate a terenului a nimerit în pădure în satul Rudi



- Exemplu când terenurile se suprapun unul peste altul în comuna Dărcăuți



- Exemplu când terenurile agricole la unii proprietari au nimerit pe drum în comuna Bulboci:



## CONCLUZII

S-au făcut multe erori în timpul privatizării terenurilor agricole și punerea în aplicare a legislației ceea ce a compromis parțial reformele agricole, terenurile alocate în natură nu întotdeauna corespund cu cele indicate în titlul de proprietate și lipsește mecanismul de soluționare a problemelor. Studiul demonstrează că datele prezentate de administrația publică locală nu întotdeauna corespund cu situația în realitate și procentul erorilor diferă substanțial între localități. Astfel, în satul Rudi 100% din titlurile de proprietate nu corespund cu terenul alocat în natură. Este necesar ca reprezentanții administrației publice locale să cerceteze detaliat situația și să pregătească informații actualizate, astfel ca toate erorile existente din localitățile raionului să fie soluționate în cadrul Proiectului Băncii Mondiale de înregistrare a terenurilor și de evaluare a proprietăților.

# ABSTRACTS

---



# **ORIGIN AND EVOLUTION OF CHERNOZEMS IN SOUTH POLAND - NEW DATA FROM PEDO-ARCHEOLOGICAL INVESTIGATIONS**

**Cezary KABAŁA, Beata ŁABAZ**

Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Institute of Soil Science and  
Environmental Protection, 53 Grunwaldzka str., 50-357 Wrocław, Poland  
E-mail: [cezary.kabala@upwr.edu.pl](mailto:cezary.kabala@upwr.edu.pl)

## **Abstract**

Among the clay-illuviated soils, dominant in the loess belt in southern Poland, islands of chernozemic soils are distinguished by their spectacular agricultural productivity. However, those soils are not marked as Chernozems/Phaeozems in European and world soil maps due to their common excessive wetness and doubts regarding their origin. Well-preserved earthen barrows of the Funnel Beaker culture, discovered recently in Muszkowice / Henryków (SW Poland) offer an unique possibility of pedo-archaeological reconstruction (the first of such in SW Poland) of the pre- and post-Neolithic development of soil cover in loess-dominated areas, and explanation of the existing differentiation of soil cover into neighbouring Chernozems / Phaeozems and Luvisols / Retisols.

The buried chernozemic soil in Muszkowice / Henryków started to develop in the Late Pleistocene period (mean residence time of humus – 12,670–13,000 cal BP). Until the burial (ca. 5,480–5,310 cal BP), and at least 22-cm thick mollic horizon has developed, with secondary carbonates accumulation at ca 80 cm (below the Neolithic land surface). The barrow mound soil, constructed entirely of initially humus-rich topsoil material, has transformed into Retisol with fully developed, thick eluvial and illuvial (argic) horizons, and still preserved a high content of humus in the barrow mound soil profile. Further, the surrounding soils are entirely altered into Retisols or Luvisols (with secondary carbonates starting at 135–160 cm below present land surface). Taking into account the palynological reconstruction from the nearest pollen profile in the loess-covered area, a crucial importance of the open-canopy forests(probably dominated by oak) is concluded for the persistence of Chernozems under a temperate (increasingly moist) climate from the Early Holocene, through the Atlantic climate optimum, up to the Neolithic period. In turn, the close-canopy broadleaf forests (mainly beech, which started to succeed in Poland already after Atlantic period) are considered to be responsible for the rapid transformation of Chernozems / Phaeozems into Retisols / Luvisols in the Late Holocene. At land surface, Chernozems have persisted and probably even rejuvenated only in the areas of permanent settlement since the Neolithic until the present time, where human activity (farming, pasturing) has eliminated a continuous close-canopy forest cover.

**Key words:** Chernozems, Retisols, Kurgan, Neolithic, Micromorphology

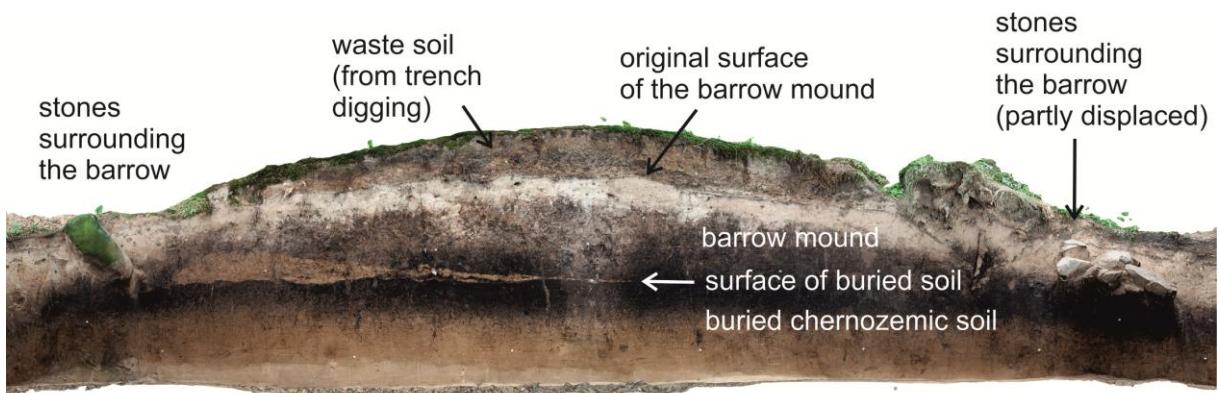


Figure 1. Cross-section of the transverse trench through the barrow and buried soil

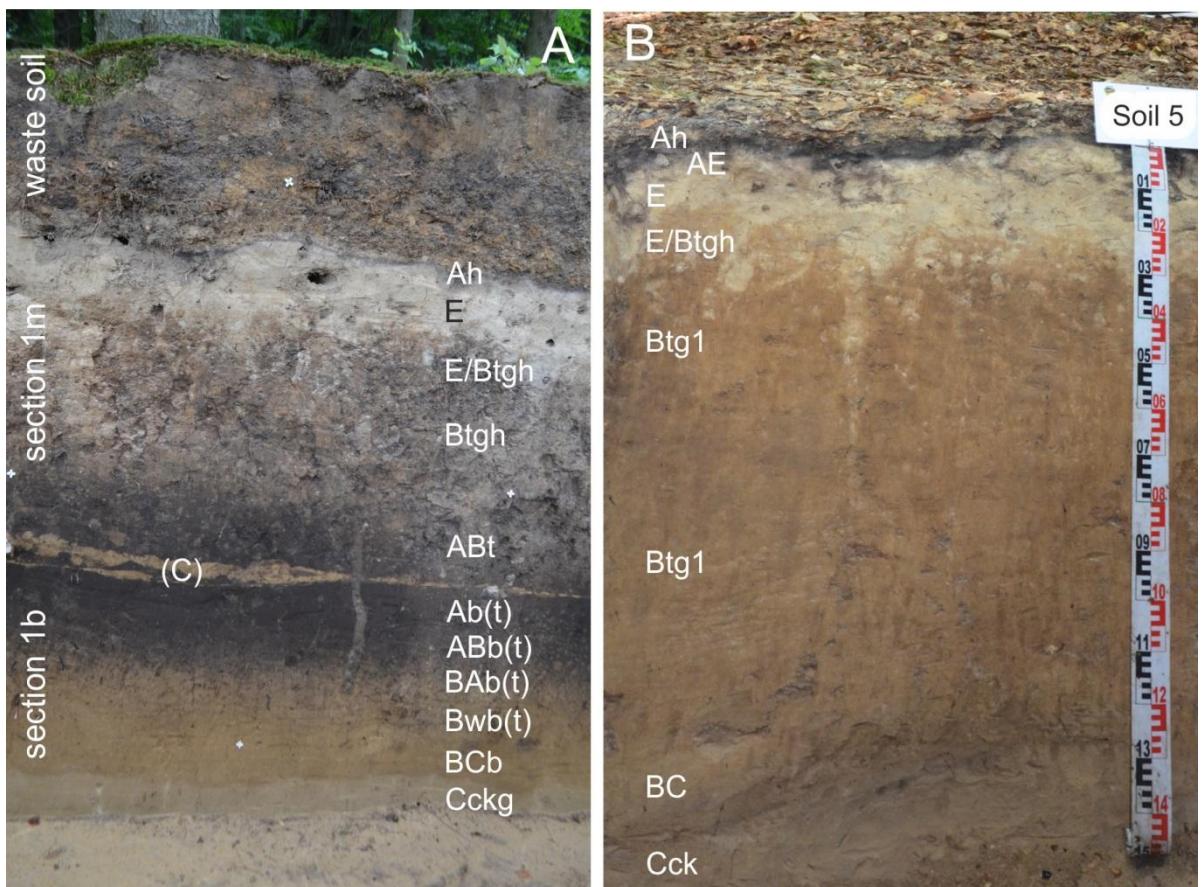


Figure 2. Morphology of (A) Retisol barrow mound and Chernozem buried under the barrow; and (B) Retisol profile located 50 m away of the barrow

## **INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND MULCH ON THE SOIL AND SOYBEAN PRODUCTION**

**Teodor RUSU<sup>1</sup>, Ileana BOGDAN<sup>1</sup>, Paula Ioana MORARU<sup>1\*</sup>, Adrian Ioan POP<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine - Cluj-Napoca, Romania.

\*Corresponding author, e-mail: rusuteodor23@yahoo.com

### **Abstract**

Drought affects each year increasing surfaces of agricultural crops, with serious effects in the case of row crops. A conservative soil tillage system must target especially the growth of resistance to drought by: maximizing the soil volume used for the crop, increasing the capacity of retaining water in the soil, sustained by optimizing the content of organic matter, accumulating rainfall during the cold season, minimizing losses by evaporation before and during vegetation. In order to fulfill these objectives, the reduced work of the soil and maintaining vegetal debris at the soil surface (with a mulch role) are decisive. To know the impact the soil tillage system and graduation of quantity of vegetal debris have upon the characteristics of soil (especially humidity and bulk density) as well as upon the production of soy crop. The experience was placed on a chernozem, during 2015-2018, tree-factor type. Results presented in the paper were obtained in the agricultural year 2017-2018, in the soy crop. Experimental factors established were: Factor A - Crop:a<sub>1</sub>-soybean; a<sub>2</sub>-wheat; a<sub>3</sub>-maize; Factor B - Soil tillage system: b<sub>1</sub>-conventional system: reverse plough + disk 2x + sowed + fertilized (witness); b<sub>2</sub>-conservative system with minimum tillage: chisel + rotary harrow + sowed + fertilized; b<sub>3</sub>-conservative system with direct sowing (sowed- fertilized-herbicides); Factor C -Vegetal debris:c<sub>1</sub>- 60% (3 t/ha);c<sub>2</sub>- 80% (4 t/ha);c<sub>3</sub>-100% (5 t/ha).

The soil moisture is influenced significantly by the quantity of vegetal debris from the soil surface, and to a less extent by the soil tillage system. In exchange, bulk density is influenced especially by the soil tillage system, with lower values (1.18-1.25 g/cm<sup>3</sup>) in the case of the conventional system with plough, respectively higher values (1.22-1.38 g/cm<sup>3</sup>) in the case of direct sowing. The bulk density differences were higher at the crop harvest, in the first 20 cm of the soil. The soy production ranged between 2582-2898 kg/ha, being more related with the soil moisture and less related with the tillage system. Under the conditions of climate variations recorded during the last years, the measures to adapt conservative agricultural technologies, especially the soil tillage system and the percentage of vegetal debris, are decisive for the soil moisture and the productions obtained.

**Key words:** *conservative agriculture, increasing resilience to drought, soybean production.*

**Acknowledgments:** This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI-UEFISCDI; project number PN-III-P1-1.2-PCCDI2017-

0301, contract no. 28PCCDI/2018: *Integrated management system of the agroecosystem resistance against pests in order to promote sustainable agriculture under the conditions of climate change*, within PNCDI III.

## CARBON STOCKS AND EMISSIONS FROM URBAN SOILS IN CENTRAL CHERNOZEMIC AREA OF RUSSIA

Viacheslav VASENEV

RUDN University, 117198, Miklukho-Maklaya, 8-2 Moscow, Russia  
e-mail: vasenov@mail.ru

### Abstract

C-sequestration, as a function of soils, is known to help mitigate climate change. The potential of urban soils to be C-sinks or sources is widely unknown. This study demonstrates several important findings about the C-balance capacities of urban soils and the multiple factors affecting this balance. Long-term and multi-variable monitoring, as well as consideration of anthropogenic and natural influences, is necessary in order to properly assess the capacities for C stock and CO<sub>2</sub> emissions of urban soils. This study focused on C stocks and CO<sub>2</sub> emissions of urban soils in the city of Kursk, located in the Central Chernozemic region of Russia; among the most fertile soils in the world. C stocks and emissions in residential, recreational, and industrial functional zones were studied in comparison to corresponding reference soils to analyze the influence of urbanization on C turnover in Chernozemic regions.

Urban soils stored 20 to 50 kg C m<sup>-2</sup> in 1.5 m depth, which was greater than reported for many other cities, but still 10-30% less than in natural reference Luvic Chernozems and Chernic Phaeozems. However, urban soils with developed cultural layers stored more C in subsoil compared to natural soils. Urban soils emitted 1.7 to 3.0 kg C m<sup>-2</sup> per year, which was higher than emissions from Chernic Phaeozems and comparable to those in Luvic Chernozems. The CO<sub>2</sub> / SOC stocks ratio in urban soils was two-three times higher than in natural soils. This outcome points on the intensive C turnover and low sustainability of C stocks in urban soils. This study showed evidence that the recent urbanization of the Chernozemic region has affected the C balance. Natural soils in the region are important C sinks, however they can convert to C sources in result of urbanization.

**Keywords:** *Carbon stocks, Chernozems, Urban soils.*

## **PERENNIAL GRAIN PRODUCTION FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SOIL RESOURCES AND FERTILITY**

**Özgür TATAR, Deniz İŞTİPLİLER**

Ege University Faculty of Agriculture Department of Field Crops 35100 Bornova-İzmir  
Turkey

e-mail: ozgur.tatar@ege.edu.tr

### **Abstract**

Food security is one of the most important global consequences of climate change. Sustainable use and management of natural resources have therefore become major challenges in agricultural production under progressively increasing global temperature. Wheat, which provides about 20% of protein and 20% of calories consumed per capita, is expected to largely influence by changing. Development of improved new wheat varieties and better management options have the potential to compensate some of the yield loses due to climate change. On the other hand, perennial grain crops which are now drawing the attention provide more options under diverse and generally marginal condition for the future.

Major challenges in perennial wheat researches are poor longevity and limited grain yield due to infertility. On the other hand, previous researches stated that perennial crops have many advantages due to reduced fertilizer and tillage use and generally no irrigation need. Although many researches refer the advantages of perennial crops in terms of sustainable use of the resources, limited comparative findings have been reported on resource and agricultural inputs use efficiency of these plants. The objective of this study is to examine the present findings about potential of perennial grain production for sustainable use of soil resources.

**Key words:** *perennial grain production, sustainable use, fertilizers.*

# CERNOZIOMURILE SPAȚIULUI PRIDANUBIAN: EVOLUȚIE, TRENDURI, MANAGEMENT SUSTENABIL

Gheorghe JIGĂU

Universitatea de Stat din Moldova

## Abstract

The formation and evolution of the chernozems in the Pridanubian area has been synchronized with the evolution of the regional landscape and is favored by the specificity of the parent rocks and the bioclimatic conditions of the region. During the last 4-7 thousand years the chernozomic pedogenesis in the region is performed within the genetic-evolutionary line: carbonatic chernozem → typical low humiferous chernozem → typical moderately humiferous chernozem → smooth chernozem → argilo-iluvial chernozem. The inclusion of the chernozems in the agricultural circuit and the intensification of the techno-anthropic pressures entails a series of natural and techno-anthropic processes that lead to the modification of the ecosystem functions of the soils and the quantitative and qualitative deterioration of their composition, properties and regimes. More recent research has shown that the techno – anthropic implications affect the processes of evolution of the chernozems in the region at subtype level. This implies the need to implement a sustainable regional landscape ameliorative system for the management of the chernozomic typogenetic processes.

## INTRODUCERE

Prin prisma conceptului funcțiilor globale ale solurilor învelișul de sol reprezintă spațiul în care se realizează interacțiunile și procesele care sunt responsabile de calitatea mediului ambiant și trendurile acestuia. În componența lui solurilor negre, în special cernoziomurilor, le revine rolul decesiv în sechestrarea carbonului, azotul și altor elemente biofile în cadrul uscatului. În același timp, datorită potențialului bioproducțiv sporit, cernoziomurile suportă cele mai mari presiuni tehnico-antropice.

Intensificarea progresivă a ultimelor a condus la aprofundarea dezechilibrelor în sistemul „factori pedogenetici ↔ regimuri pedogenetice ↔ procese elementare ↔ sol” materializată în perturbarea funcționalității acestuia. În acest context presupunem că evoluția agrogenă accelerată a solurilor negre, în special a cernoziomurilor, este unul din factorii cu impact negativ semnificativ asupra emisiilor de gaze cu efect de seră și, respectiv, încălzirea/instabilizarea climei. Totodată, procesele de evoluție a cernoziomurilor induse de agrogeneză conduc la reducerea capacitatei termice a solurilor în calitatea lor de suprafață așternută și sporirea albedoului. Aceasta se răsfrângă asupra regimului termic al unor spații geografice determinând diversificarea sensului și intensității proceselor de evoluție a cernoziomurilor în conformitate cu condițiile regionale.

Prin această prismă de idei regiunea Carpato-Danubiano-Pontică reprezintă un spațiu geografic deschis în cadrul căruia fenomenele specificate devin tot mai resimțite începând cu anii optzeci ai secolului trecut.

În condițiile când rolul factorului biologic în constituirea regimului hidrotermic al regiunii se reduce semnificativ în aceeași măsură sporește rolul învelișului de sol și modului de utilizare a acestuia în modelarea climei. Aceasta implică concluzia că managementul sustenabil al resurselor de soluri este unul din principaliii factori de adaptare la schimbările climatice, de atenuare a intensității și de reducere a impactului și consecințelor acestora.

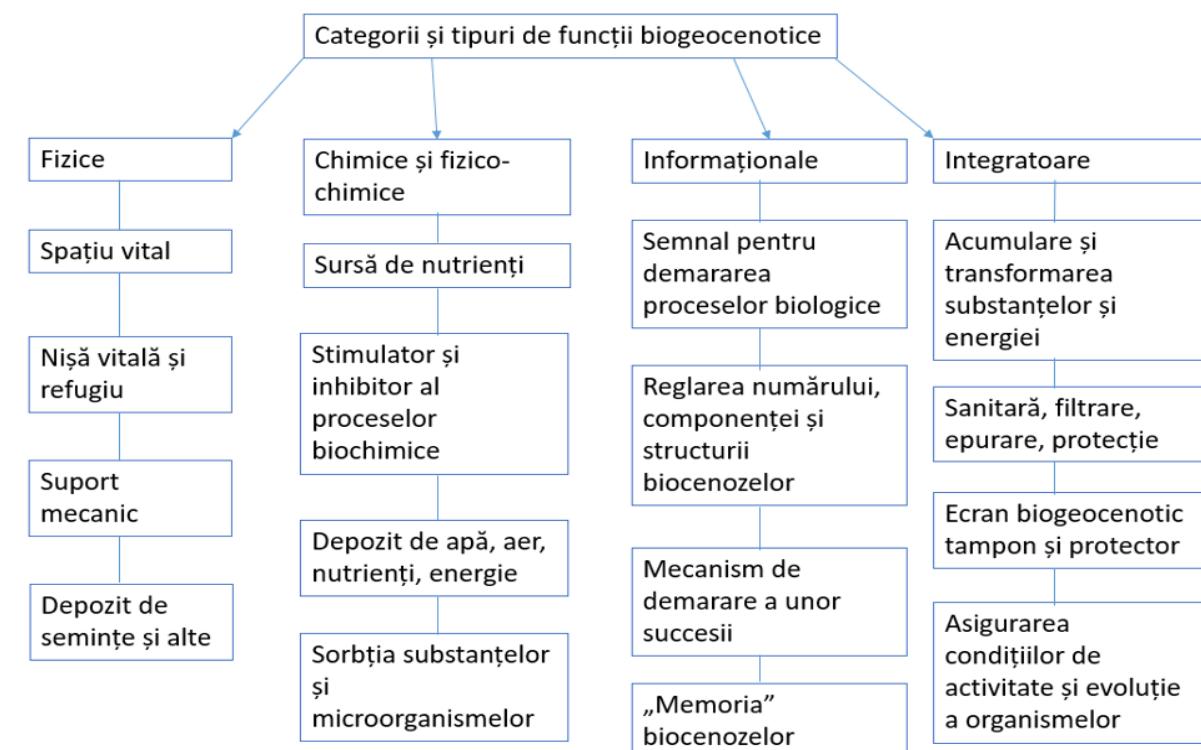
Prin această prismă de idei, prezenta lucrare are ca subiect definitivarea conceptului „resurse de soluri”, identificarea provocărilor natural-antropice care direcționează evoluția și reproducerea largită a acestora și elaborarea cadrului pedo-funcțional de management sustenabil al cernoziomurilor prin adaptarea la condițiile landșaftice de agrogeneză și de schimbare a climei.

## OBIECTIVE ȘI METODE DE STUDII

### Aspecte conceptual-metodologice ale cercetărilor

Cadrul conceptual-metodologic al prezentelor cercetări este asigurat de quadradigma: factori pedogenetici ← regimuri pedogenetice ← procese pedogenetice ← sol elaborată în ultimii 15-20 de ani (Jigău, 2009; Жигэу, Лешану, 2012). Actualmente în R. Moldova este acumulat un vast volum factologic vizând factorii și trendurile de evoluție a cernoziomurilor din spațiul Pridanubian și de evaluare a acestora (Крупеников, 2008; Жигэу, 2009). În majoritatea lucrărilor existente procesele contemporane de evoluție a cernoziomurilor aparte fără luarea în calcul a interacțiunilor dintre acestea și relațiilor cauză ↔ efect, dar și evoluția și aprofundarea acestora în timp. Pentru diagnosticarea și evaluarea proceselor contemporane în majoritatea cazurilor, se apelează doar la aspectele economice (recoltă) și financiare (pierderi de elemente nutritive exprimate în bani. În cercetările noastre degradarea solurilor este examinată ca fenomen de înrăutățire sau de pierdere totală a funcțiilor ecosistemice pentru o perioadă lungă de timp ca urmare a perturbării interacțiunilor dintre componentele solurilor, urmare a căreia ecosistemul solului pierde capacitatea de a se restabili fără intervenții energetice din exterior. Astfel degradarea solurilor: - la direct determină reducerea diversității biologice și schimbările climatice/ instabilitatea climatică:

- conduce la reducerea rolului prioritării procesului de formare și de acumulare a humusului în evoluția cenoziomurilor și reproducerea largită a însușirilor și funcțiilor ecosistemice (biogeocenotice) (Fig. 1).



**Fig. 1.** Funcțiile biogeocenotice ale solurilor care sunt afectate de interacțiunile tehnoloantropice asupra solurilor.

- presupune perturbarea circuitelor biogeochemice ale carbonului, azotului și altor elemente biofile, apei, substanțelor organice, minerale, organo-minerale; intensificarea unidirecționată a proceselor de alterare a componentelor minerale ale solurilor; reducerea capacitații de sechestrare a carbonului, azotului și altor elemente și substanțe.

În perspectiva atenuării impactului fenomenelor și proceselor și gestionării sustenabile a funcțiilor ecosistemice a cernoziomurilor în cercetările noastre pronim de la principiile

teoretice ale pedologiei genetice conform cărora solul reprezintă un sistem complicat, termodynamic deschis, polifuncțional, polifazic (4 faze), structurat care are câteva nivele structural-funcționale ierarhic subordonate. Toate nivelele structurale ale acestui sistem sunt în permanentă dezvoltare și interacțiune reciprocă cauză-efect. În același timp, acestea sunt în permanentă interacțiune directă și indirectă cu factorii pedogenetici.

Pornind de la principiile conceptuale specificate, reesă că pentru managementul sustenabil al solurilor în sensul evoluției unidirectionate și reproducerei largite a fertilității naturale este necesară gestionarea întregului lanț funcțional: particulă elementară → microagregat → agregat → orizont genetic → profil în cadrul quadradigmei factori pedogenetici ← regimuri pedogenetice ← procese elementare ← sol.

În acest context fiecare nivel ierarhic, în parte, presupune evaluarea unor anumitor parametri funcționali prin aplicarea de metode specifice (Розанеев, 1983; Воронин, 1984) (Tab 1).

Aceștea sunt considerați exprimare cantitativă a totalității proceselor din etapa preagricolă și celor contemporane de dezvoltare și evoluție a cernoziomurilor, particularităților contemporane de evoluție a stării fizice în calitatea acesteia de factor primordial care determină pedogeneza antropo-naturală.

Prin această prismă de idei considerăm că la faza actuală de evoluție a cernoziomurilor anume starea fizică (însușirile și regimurile fizice) determină gradul de realizare a potențialului pedogenetic regional.

În acest sens menționăm că starea fizică a solurilor determină relațiile, respectiv și procesele aferente, dintre faza solidă și celelalte faze ale solului cărora le revine rolul de modelare (fizică, chimică, biologică, biochimică etc) a matricei minerale. Astfel însușirile și regimurile fizice ale solurilor determină proporțiile și ritmica realizării proceselor chimice, biologice, biochimice de acumulare în ecosistemul solurilor a resurselor energetice, apei, aerului, elementelor chimice.

Starea fizică a solurilor determină viteza și caracterul dezvoltării sistemului radicular al plantelor, gradul de utilizare a fitonutrienților, formarea biomasei radiculare și aeriene. Acesteia îi revine un rol important în metabolismul agrocentotic, determină viteza ciclurilor biogeochimice, activitatea biotei solului, procesele de transformare a substanțelor și energiei.

Starea optimală a parametrilor însușirilor și regimurilor fizice a solurilor contribuie intensificării proceselor de transformare a substanțelor și energiei; intensiv decurg procesele biologice și biochimice.

*Tabelul 1*

Ierarhia nivelelor structural-funcționale a solurilor: elemente structurale, parametri-pedofuncționali (Зубкова, Карпачевский, 2001; adaptare Gh. Jigău)

Nivelul structural	Elemente structurale	Diametrul formațiunilor, mm	Parametrii pedofuncționali caracteristici nivelului
Ionic - molecular	Ioni, radicali stabili, matricea minerală (oxizi, hidroxizi, săruri, carbonați, gips, alumosilicați), matricea organică (proteine, polizaharide, acizi nucleici, acizi huminici și fluvici).	$10^{-7} - 10^{-4}$	Fizico-chimici, fizici, permeabilitatea pentru apă, pH, filtrarea, capacitatea de schimb cationic, gradul de mobilitate a nutrientilor și a apei, mecanici, reologici.
Aggregat Ultramicro-aggregat	Matricea minerală, humato-minerală, ferment – minerală. Microorganism – minerală. Ultramicroaggregate.	$10^{-4} - 10^{-3}$	Aero-hidrifici, Hidrotermici, Termofizici, Termici

Microagregat	Matricea organo-minerală	$10^{-3} - 0,5$	Termofizici Gradul de mobilitate și de accesibilitate a apei. Rezerve de apă productivă Aerohidrici Hidrotermici Conservarea rezervelor Stabilitate antierozională
Agregat	Agregate, microaggregate, cutane, mangane	0,5 – 20,0	Permeabilitatea și conductivitatea pentru apă. Procese de migrare și de acumulare a substanțelor (procese eluviale și iluviale). Capacitate pentru apă (maximal – moleculară, capacitate de câmp, capilară, totală).
Macroagregat	Macroaggregate	>5	Porozitatea de aeratie
Orizont	Morfolini, neoformațiuni, incluziuni		Bariere geochimice Trăsături morfologice Trăsături morfometrice
Pedon	Orizonturi. Profile pedofuncționale		Orizonturi: humusoacumulative, hidroacumulative, metamorfizate, eluviale, iluvial-carbonatice, argilo- iluviale, humuso-iluviale, alimo- iluviale, fier-iluviale etc. Profile: humifere, carbonatice, granulometric(textural), agregatic, hidrologic, salifere Profile pedogenetice: Omagene Textural-diferențiate eluvial-iluvial diferențiate, inversate fizic-stratificate hidrofizicstratificate

Din contra, degradarea unidirecționată a însușirilor și regimurilor fizice a cernoziomurilor sub influența activităților antropice implică necesitatea ecologizării (sustenabilizării) tehnologiilor practicate în scopul restabilirii și reproducерii lărgite a însușirilor solurilor.

Dezvoltarea bazelor științifice de ecologizare a sistemelor agricole plasează pe prim plan cunoașterea naturii însușirilor fizice și fizico-mecanice, studierea mecanismelor agregării – structurii, sporirii stabilității structurii căreia îi revine rolul decesiv în constituirea stabilității solului.

În acest sens, studierea organizării structural-funcționale la diverse nivele ierarhice de organizare a ecosistemului solurilor asigură cadrul necesar pentru evaluarea influenței factorilor antropici asupra stabilității solurilor și elaborării metodelor de sustenabilizare a tehnologiilor agricole în scopul sporirii stabilității solurilor și reproducерii unidirecționate a tipului cernoziomic de fertilitate.

## MATERIALE ȘI DISCUȚII

Procese natural-antropice de evoluție a cernoziomurilor spațiului Pridanubian și managementul sustenabil al acestora.

Cadrul bioclimatic specific spațiului Pridanubian este puternic diversificat în legătură cu ce aici se întâlnesc soluri caracteristice mai multor zone naturale.

Ponderea majoră în structura învelișului de sol revine cernoziomurilor, acestea fiind reprezentate printr-un număr impunător de subtipuri, genuri, specii, varietăți etc.

Cernoziomurile din spațiul Pridanubian se deosebesc de cele din alte regiuni prin geneza lor. Conform studiilor mai recente, aceasta a decurs sincronizat cu evoluția landşaftului regional (Jigău et al., 2018). Prin această prismă de idei И. А. Крупеников, constată că pe parcursul pleistocenului tipul cernoziomic de solificare cu o anumită periodicitate determinată de evoluția landşaftului regional s-a reluat de 13 ori (Крупеников, 2008).

Formarea, dezvoltarea și evoluția cernoziomurilor în regiune este favorizată de natura sialitico-carbonatică a scoarței de alterare și caracterul temperat al condițiilor climatice. Îmbinarea eficientă a acestor condiții au favorizat dezvoltarea unor asociații de ierburi xerofitice în zona de sud, mixte (xerofito-mezofite) în zona centrală și mezofite în zona de nord.

În acest context И. А. Крупеников с 1967 scoate în evidență câteva particularități specifice ale pedogenezei cernoziomice din regiune determinate de condițiile pedogenetice și regimurile intriseci:

1. formarea, practic, în exclusivitate a solurilor pe depozite lessoice și loessoide carbonatice, afânate în alcătuirea granulometrică a cărora predomină fractiunile de praf și argilă fină saturată cu hidromice, montmorillonit și alte minerale argiloase cu capacitate mare de schimb cationic;
2. temperaturi înalte ale solului acestea chiar și iarna rar coborând sub 0°;
3. regim dinamic și extrem de instabil regim anual al precipitațiilor atmosferice și al umidității solului. În atare condiții, deși rar, periodic are loc saturarea adâncă a profilului solului cu apă și precolarea adâncă a acestuia;
4. activitatea biologică sporită a sistemului radicular al plantelor, faunei din sol și microorganismelor numărul cărora este mare chiar și iarna.

Condițiile lito-bio-climatice specificate crează premise pentru realizarea unui șir de procese biochimice și biofizice care alcătuiesc esența pedogenezei cernoziomice:

- formarea și acumularea humusului;
- acumularea biogenă a elementelor biofile;
- agregarea – structurarea a masei solului;
- eluvierea-iluvierea carbonațiilor.

Procesele specificate au determinat formarea de formațiuni cernoziomice cărora le sunt caracteristice următoarele trăsături comune:

1. grosimea mare a stratului pedogenetic activ și celui humifer și conținuturi moderate de humus;
2. predominarea formelor pseudomicelare de carbonați și predispunerea acestora la migrare;
3. levigarea adâncă a produselor ușor solubile ale procesului de pedogeneză;
4. gradul avansat de micro- și macroaggregare a întregului strat pedogenetic activ;
5. argilizarea straturilor superioare cu acumularea argilei fine în segmentul superior al solurilor.
6. Acumularea biologică a P,S,Ca,Cu,Zn și altor elemente.

În funcție de intensitatea proceselor tipogenetice cernoziomurile din regiune formează două perechi de subtipuri genetice și geografice:

- 1) cernoziomuri carbonatice – cernoziomuri tipice slab humifere (zona de sud)
- 2) cernoziomuri minice - cernoziomuri tipice moderat humifere (zona de nord)

În opinia noastră pedogeneza cernoziomică se realizează în cadrul rândului genetic-evolutiv: cernoziom carbonatic → cernoziom tipic slab humifer → cernoziom tipic moderat humifer → cernoziom tipic levigat → cernoziom argilo-iluvial (Jigău et al., 20).

Distribuția spațială a subtipurilor de cernoziomuri corelează, în linii generale, cu adâncimea de precolare a profilului solurilor și cu durata perioadei de predominare a curentelor descendente de apă în profilul solului. Acumularea în soluri a umidității care determină precolarea profilului solului are loc în perioada octombrie-martie. Sporirea de la

sud la nord a cantității de precipitații atmosferice conduce la sporirea de la sud la nord a adâncimii de umectare și de precolare a profilului solului. Aceasta conduce la conturarea distribuirii în spațiu a subtipurilor de cernoziomuri în funcție de condițiile climatice.

Cernoziomurile carbonatice reprezintă cele mai aridizate formațiuni cernoziomice cu regim hidric nepercolativ cu elemente de regim exudativ. În cernoziomurile carbonatice arabile aridizarea regimului hidric devine mai pronunțată.

Cernoziomurile tipice slab humifere se formează în condiții de climă cu deficit pronunțat de umiditate. Regimul hidric este pronunțat nepercolativ. În anii secetoși se implică elemente de regim exudativ. În orizontul humuso-acumulativ al acestora se atestă o ușoară sporire a conținutului de argilă fină datorată procesului de argilizare și parțial procesului de acumulare a formei coloidal-dispersă de materie organică.

Cernoziomurile tipice moderat humifere s-au format în condiții de participare la pedogeneza a franjului de apă capilar-sprijinită în perioada octombrie-iunie. Regimul hidric al acestora este nepercolativ cu perioadă îndelungată de saturare cu apă. În aceste condiții în soluri se asigură un grad înalt de stabilitate al sistemului  $[CAS]_{Mg^{2+}}^{Ca^{2+}} \leftrightarrow CaCO_3(CaHCO_3)_2$ . Ulterior evoluție a bazei de eroziune a condus la sporirea adâncimii nivelului pânzei freatici și a adâncimei franjului de apă capilar sprijinită. Prin urmare sporește durata perioadei cu predominare a curentelor descendente de apă cu precolarea adâncă a profilului solurilor și intensificarea proceselor de levigare a carbonaților.

În aceste condiții are loc o ușoară dezechilibrare a sistemului carbonato – calcic cu inițierea procesului de decalcifiere a complexului adsorbtiv și reducerea valorilor pH sub 7 în orizontul humuso-acumulativ.

În pofida acestor modificări în cernoziomurile tipice la etapa contemporană nu se atestă începuturi de mobilizare a argilei fine din stratul humuso-acumulativ.

Cernoziomurile levigate reprezintă o fază inițială a procesului de degradare a profilului cernoziomurilor ca urmare a substituirii regimului hidric nepercolativ cu cel periodic percolativ. În cadrul acestuia carbonații au fost înstrăinați sub nivelul reangajării lor în procesul de pedogeneza.

În aceste condiții în stratul eluvial-carbonatic sporește gradul de instabilitate a reacției solului (pH) și se reduce stabilitatea complexului adsorbtiv al solului materializată în reducerea gradului de saturare a complexului adsorbtiv cu  $Ca^{2+}$ . Prin urmare în cernoziomurile levigate se atestă eluvierea, parțială, a argilei fine și acumularea acesteia în orizontul B1. În același timp, în acesta se atestă sporirea gradului de compactitate și se reduce volumul porozității totale.

În cernoziomurile argilo-iluviale procesele de degradare a profilului și funcțiilor solurilor se intensifică.

În baza celor expuse constatăm că în cadrul rândului genetic-evolutiv cernoziom carbonatic → cernoziom tipic slab humifer → cernoziom tipic moderat humifer → cernoziom levigat → cernoziom argilo-iluvial sporește conținutul de humus, grosimea stratului pedogenetic activ, grosimea stratului eluvial – carbonatic, adâncimea orizontului iluvial-carbonatic, adâncimea de levigare a sărurilor ușor solubile.

Reducerea conținutului de calciu în complexul adsorbtiv și soluția solului conduce la: - reducerea capacitatei de agregare structurare și stabilității agregatice;

- sporirea solubilității Fe, Al, Mn și a elementelor și concentrației acestora în soluția solului. În unele cazuri cantitatea acestora poate alcătui concentrații tehnice pentru unele culturi;

- sporește gradul de instabilitate a însușirilor fizico-chimice, în special a capacitatei de temponare.

- dezvoltarea mai slabă a unor specii de microorganisme.

În baza celor expuse considerăm că procesul de evoluție naturală a cernoziomurilor din spațiul pridanubian determină predispunerea acestora la procesele degradative. Astfel, degradarea cernoziomurilor este o trăsătură genetic determinată a cernoziomurilor.

Includerea cernoziomurilor în circuitul agricol și intensificarea presiunilor tehnico-antropice atrage după sine o serie de procese naturale (eroziunea cu apă și vântul, supraumezirea, aridizarea și tehnico-antropice (dehumificarea, dehumusierea, destructurarea, compactarea, supracompactarea și.a.) care conduc la modificarea funcțiilor ecosistemice ale solurilor și deteriorarea cantitativă și calitativă a compoziției, însușirilor și regimurilor acestora. La etapa actuală de evoluție a agroecosistemului solului aceasta este una din cele mai importante probleme ambientale, ecologice și social-economice consecințele căreia devin tot mai resimțite.

În acest sens, chiar și cele mai simple lucrări ale solului au implicat degradarea echilibrelor constituuite pe parcursul mileniilor. Ca urmare în evoluția cernoziomurilor din regiune, relativ recent (300-250 ani în urmă, a intervenit o nouă etapă natural-antropică de evoluție determinată de încadrarea lor în circuitul agricol.

Conform unor cercetări mai recente, cernoziomurile din spațiul Pridanubian sunt afectate de 5 fenomene și 31 de procese regionale de degradare cu răsfrângere asupra principalelor funcții biogeocenotice cu implicarea unor efecte funcțional-genetice (Tab. 2,3,4) (Fig. 1,2.).

*Tabelul 2*

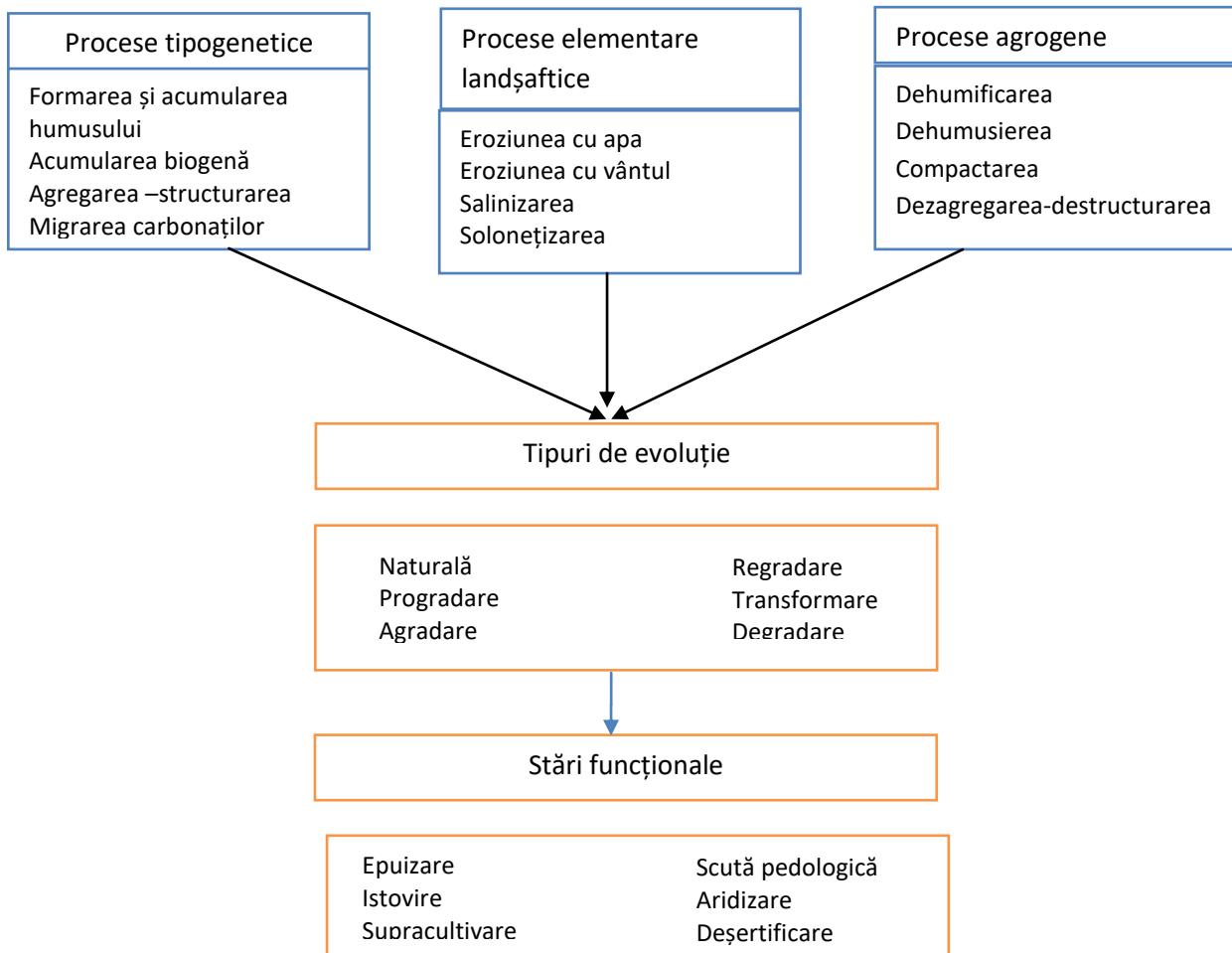
Fenomene și procese care determină trendul antropo-natural de evoluție a cernoziomurilor din spațiul Pridanubian

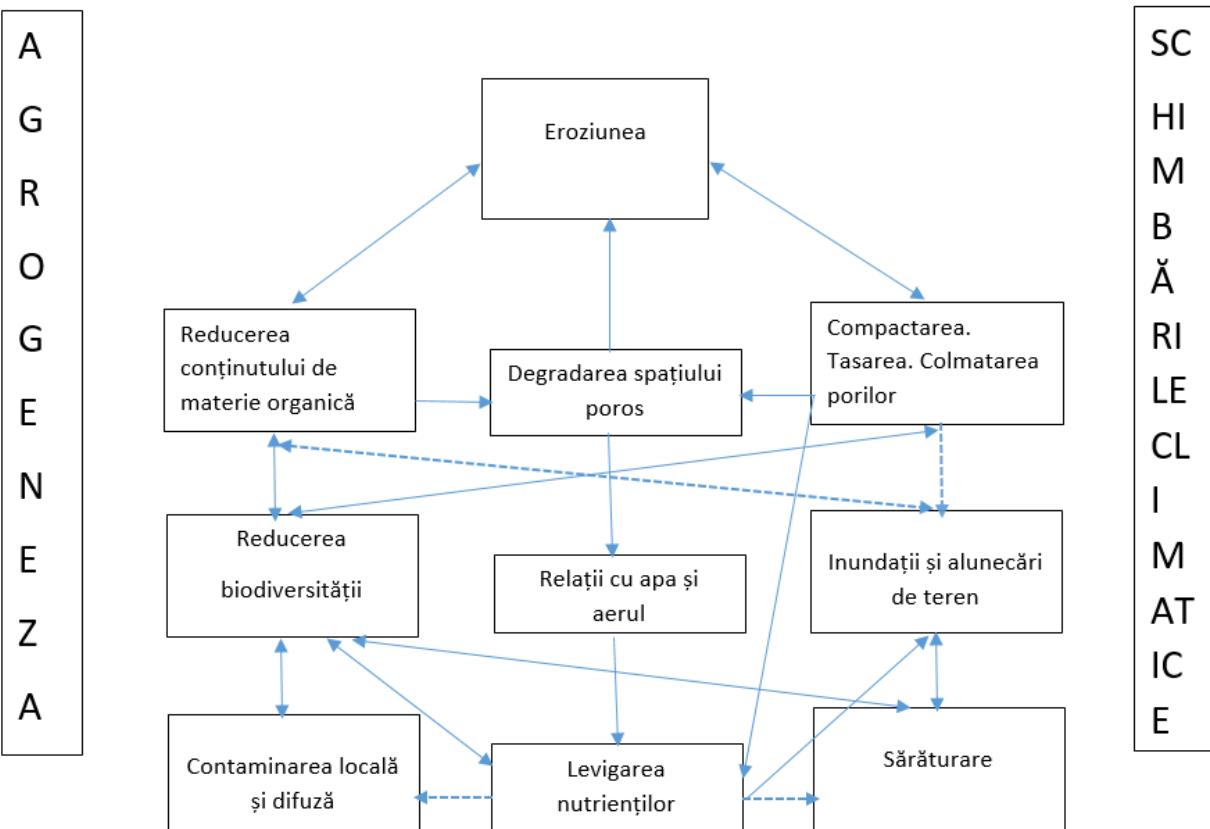
Fenomene	Procese	Funcții ecosistemice afectate
Perturbarea regimurilor bioenergetice a solurilor și eco/agroecosistemelor	-Devegetarea solurilor -Dehumificarea -Dehumusierea -Istovirea -Epuizarea -Supracultivarea	Bioecologică Bioenergetică Climatică Bioproducțivă Biogeochimică
Agropedoturbaționale	-Formare de neorizonturi -Perturbarea profilului -Inversarea profilului -Decopertare (eroziunea cu apă) -Desargilizare	Hidrologică Bioenergetică Bioecologică Bioproducțivă Biogeochimică Climatică
Perturbarea regimului hidric și chimic	-Hidromorfizarea -Salinizarea -Alcalinizarea -Decalcifierea -Solonețizarea magnezială -Poluarea	Hidrologică Climatică Bioproducțivă Bioecologică
Perturbarea regimurilor pedofuncționale (hidrotermic, aerohidric, de oxido-reducere, biologic)	-Compactarea -Crustificarea -Copertarea -Destructurarea -Calmatarea porilor	Hidrologică Bioecologică Climatică Bioproducțivă
Aridizarea ca urmare a perturbării funcționalității hidrofizice a cernoziomurilor.	-Reducerea permeabilității pentru apă și conductivitatea hidraulice. -Reducerea capacitații de câmp pentru apă (CC). -Reducerea rezervelor de apă productivă. -Sporirea rezervelor de apă neproductivă. -Reducerea diapazonului de apă utilă. -Sporirea vulnerabilității la seceta atmosferică -Seceta pedologică -Debiologizarea agroecosistemului solului	Bioproducțivă Climatică Bioecologică Biogeochimică

Tabelul 3

## Efectele determinante de interacțiunea agrogenezei și schimbărilor climatice

Agrogeneza	Schimbările climatice
Intensificarea proceselor de mineralizare a substanțelor humice – dehumificarea. Bilanț negativ al humusului	Intensificarea procesului de mineralizare a resurselor organice și reducerea intensității proceselor de humificare. Necompensarea pierderilor de humus – bilanț negativ al humusului.
Destructurarea ca urmare a reducerii conținutului de humus. Distrugerea mecanică a sturcturii	Modificarea structurii și texturii solului cauzată de tendință stabilă de dezagregare/alterare sub influența factorilor climatici excesivi
Compactarea solului sub acțiunea presiunilor mecanice exercitate de mașinile și agregatele agricole	Așezarea mai rigidă a constituenților solizi ca urmare a dezagregării/alterării. Consolidarea solului ca urmare a uscării excesive
Sporirea intensității procesului de deflație (eroziunea eoliană) ca urmare a mărunțirii structurii	Amplificarea eroziunii eoliene ca rezultat al creșterii temperaturilor estivale și a reducerii precipitațiilor în timpul verii
Degradarea biotei solului și reducerea biodiversității ca urmare a degradării spațiului poros	Reducerea biotei din sol ca rezultat al creșterii temperaturii și reducerii conținutului de apă
Modificarea compoziției soluției solului ca urmare a unui schimb mai defectuos al substanțelor pe profilul solului	Sporirea concentrației și modificarea compoziției soluției solului ca urmare a evaporării intensive a apei din sol
Reducerea funcției bioproducitive a solului ca urmare a reducerii cantității de apă productivă, a proceselor biologice și a gradului de mobilitate și de accesibilitate a elementelor	Reducerea cantității și calității materiei organice din sol ca rezultat al reducerii concomitente a rizodepunerii





**Fig. 2** Interacțiunea factorilor induși de agrogeneză și schimbările climatice în evoluția contemporană a cernoziomurilor spațiului dintre Prut și Nistru.

**Tabelul 4**  
Efecte funcțional-genetice provocate de degradare fizică a cernoziomurilor arabile din spațul Pridanubian.

Criterii	Conținutul și sensul proceselor	Efecte funcțional-genetice
Humificarea-mineralizarea	Acumularea de substanțe organice parțial descompuse și pseudohumice în porii agregatici	Reducerea intensității proceselor tipogenetice (formarea și acumularea humusului, agregarea – structurarea)
Activitatea biologică și microbiologică	Reducere și degradarea biodiversității și a activității biologice a solurilor	Abiotizarea parțială (mozaică) a stratului subarabil
Modificarea relațiilor: faza solidă – faza lichidă	Sporirea volumului de apă fizic (termodinamic) legată.	Conservarea substanțelor în agregate, reducerea capacitatii de migrare a acestora atât pe descendenta cât și pe ascendentă
Transformarea substanțelor în cadrul circuitului mare și mic al substanțelor	Reducerea intensității și vitezei de transformare a substanțelor participante la circuitul mare și mic al substanțelor	Reducerea intensității procesului cernoziomic de solificare
Formarea surgerilor superficiale lichide și solide	Diferențierea spațială a substanțelor în cadrul landșaftului	Intensificarea eroziunii
Poluarea elementelor depresionale ale landșaftului	Migrarea poluanților	Acumularea poluanților și reducerea intensității proceselor biologice

În timp, etapa natural-antropică de evoluție a cernoziomurilor din regiune s-a suprapus cu demararea unei noi etape de schimbare globală a climei, care a implicat o serie de modificări în evoluția solurilor.

Aceasta, la rândul său, a condus la reducerea rolului factorului biologic și sporirea rolului factorilor climatic și geomorfologic în evoluția cernoziomurilor. Ca urmare, s-a redus, semnificativ, rolul prioritar al procesului de formare și de acumulare a humusului în funcționarea și evoluția cernoziomurilor și fertilității naturale a acestora. Astfel, după o perioadă scurtă de sporire a recoltelor după încadrarea cernoziomurilor în circuitul agricol, asigurată de minerealizarea accelerată a detritului humifer, s-a instaurat o tendință stabilă de reducere a fertilității naturale, legată de degradarea bioenergetică a solurilor.

Principalele cauze ale degradării bioenergetice și reducerii rolului prioritar al procesului de formare și de acumulare a humusului sunt:

- perturbarea, degradarea antropică a cadrului pedofuncțional (regiuni pedofuncționale) de realizare al procesului de formare și de acumulare a humusului;
- calitatea energetică scăzută și puțin variată a surselor de humus;
- deficitul de azot biologic necesar pentru realizarea procesului de formare a humusului;
- intensitatea accelerată a proceselor de descompunere a resturilor organice în absența detritului humifer cu formarea unui humus „antropizat”, mai puțin polimerizat și condensat, respectiv, mai puțin stabil;
- starea „stresată” a biotei solului ca urmare a dinamicii „haotice” a cantității, compoziției și terminilor de depozitare a resturilor organice;
- reducerea considerabilă a biomasei microbiotice în calitate de sursă de humus activ regenerabilă în sol de la 28-30 t/ha la 1-2 t/ha;
- necoincidența spațială a zonei de depunere a resturilor organice și celei cu condiții optimale de realizare a proceselor de formare și de acumulare a humusului, ca urmare a modificării intensive a stratului arabil;
- conținutul scăzut și extrem de redus a detritului humifer;
- intensificarea proceselor de mineralizare a substanțelor humice ca urmare a lucrării solurilor și sporirii gradului de aeratie.

În cadrul unei atare ambianțe bioenergetice are loc perturbarea bilanțului bioenergetic al ecosistemului cernoziomurilor și al agroecosistemelor cu o ulterioară reducere a stabilității acestora și sporirea vulnerabilității la schimbările climatice și diverse forme de degradare (Tab. 4).

Pentru evaluarea acestui trend al indicilor stării de humus al cernoziomurilor propunem aplicarea a doi parametri (Jigău et al., 2018):

- a) conținut critic de humus;
- b) stare minimal-admisibilă a conținutului de humus;

Conținutul critic de humus – conținut sub care se atestă înrăutățirea însușirilor funcționale și a rezistenței la presiunile tehnoclimatice. Pentru cernoziomurile din regiune conținutul critic al humusului alcătuiește 4% .

Reducerea conținutului de humus sub nivelul critic a condus la demararea supracultivării – proces elementar distructiv (reducerea conținutului de humus, destrucțarea, supracompactarea) ca urmare a utilizării solurilor în condiții de intrări insuficiente de surse de humus în acestea.

Starea minimal – accesibilă a conținutului de humus – conținut de humus sub care densitatea aparentă, porozitatea totală și diferențială, alcătuirea structurală – agregatică prezintă valori identice celor care sunt caracteristice rocii mamă.

Reducerea conținutului de humus sub nivelul stării minimal-admisibile a condus la demararea procesului de aridizare a învelișului de sol în cadrul unor arii restrânse, în special afectate de procesele de eroziune, solonetzizare, destrucțare intensivă.

Lucrarea sistematică a solurilor a contribuit la formarea stratului agrogen în segmentul superior al profilului cernoziomurilor. Acesta se formează în baza stratului humuso-

acumulativ (Am) și reprezintă o formațiune pedogenetică nouă constituită ca rezultat al interacțiunii intercalate (frecvent unidirectionate) a proceselor naturale și celor antropice, care se distinge de segmentul subiacent al profilului solului prin circuitul, regimul și bilanțul substanțelor.

Conform cercetărilor noastre în acesta are loc perturbarea bilanțului bioenergetic al ecosistemului cernoziomurilor și al agroecosistemelor cu o ulterioară reducere a stabilității acestora și sporirea vulnerabilității la diverse forme de degradare (Tab. 5).

Trăsături specifice ale stratului arabil/agrogen sunt destructurarea, compactarea și alte procese degradative care se materializează în indici ai alcăturirii structurii agregatice și ai celor ai stării de aşezare (densitatea aparentă, rezistența la penetrare, porozitatea totală și diferențială) și au exprimare diferită în funcție de tehnologiile aplicate (Tab. 6,7). Pornind de la aceasta propunem de a utiliza indicii stării fizice ai stratului arabil în calitate de criterii de evaluare a gradului de transformare agrogenă a profilului cernoziomurilor (Tab. 8).

În baza propriilor cercetări și generalizării rezultatelor din literatură au fost elaborate criteriile de evaluare a stabilității agroecologice a agrolandșaftelor și principiile de sustenabilizare a proceselor de evoluție a solurilor în scopul reproducерii lărgite a tipului cernoziomic de solificare.

*Tabelul 5*  
Etape de evoluție a degradării bioenergetice a cernoziomurilor din spațiul Pridanubian

<b>Etapa</b>	<b>Specificații</b>	<b>Metode de combatere (soluții tehnologice)</b>
Agropedoturbațională	Reducerea cantității și schimbarea componenței surselor de humus intrate în sol. Descompunerea accelerată a detritului humifer	Practicarea asolamentelor adaptiv-landșafto-ameliorative. Practicarea „ogorului verde”, „ogorului ocupat”, culturilor intermediare. Managementul rotațional al resturilor organice.
Bio-fizică	Sporirea gradului de aeratie a solurilor ca urmare a lucrării acestora. Evaporarea fizică intensivă a apei din sol. Regim aerohidric, preponderent, oxidant	Reducerea numărului de lucrări. Mulcirea suprafeței solului. Conservarea apei în sol prin metode agro-tehnice (tăvălugirea, mulci de sol.)
Biologică și biochimică	Degradarea biotei solului; reducerea activității biologice a solului, dar și a proceselor de humidicare și de polimerizare a substanțelor humice	Restabilirea biotei solului și renaturarea proceselor biologice și biochimice în sol prin utilizarea preparatelor biologice și a preparatelor biohumice. Optimizarea regimurilor hidrotermic și aerohidric.
Chemică, fizico-chimică și biochimică.	Sporirea gradului de mobilitate a substanțelor humice sub acțiunea fertilanților minerali; reducerea conținutului de acizi huminici care formează compuși cu calciul.	Diversificarea componenței resturilor vegetale încadrate în pedogeneză; sporirea ponderii resturilor vegetale de boboase în componența surselor de humus. Utilizarea preparatelor biologice și biochimice. Administrarea amendamentelor cu Ca (deșeuri de la fabricile de zahăr; biocompozite îmbogățite cu calciu).

Tabelul 6

Elemente de evoluție agrogenă a stării structural-agregatice a stratului arabil al cernoziomurilor tipice

Mod de lucrare	Adâncimea, cm	Conținutul agregatelor, %			Stabilitate agregatică, %		
		>10 mm	10 – 0,25 mm	<0,25 mm	5 – 3 mm	3 – 0,25 mm	<0,25 mm
Fâșie de pădure (41 de ani).	0 – 10	6,3	85,6	8,1	27,0	52,0	21,0
	10 – 20	8,7	84,0	7,3	21,0	59,6	19,4
	20 - 30	11,3	79,2	9,5	23,6	58,2	17,6
Lucrat 53 ani	0 – 10	13,9	73,6	12,5	7,4	53,0	39,6
	10 – 20	19,7	65,0	14,3	4,4	49,0	46,6
	20 – 30	31,7	58,2	10,1	11,8	41,9	46,3
	30 – 40	30,3	56,9	12,8	10,7	44,4	44,9
	40 – 50	17,8	69,8	12,4	10,9	52,0	37,1
Lucrat 47 ani	0 – 10	12,5	68,0	19,5	7,7	52,0	40,3
	10 – 20	19,4	68,5	12,1	6,1	47,0	46,9
	20 – 30	30,7	58,0	11,3	9,7	42,0	48,3
	30 – 40	30,3	56,9	12,8	10,3	41,5	48,2
	40 - 50	14,7	73,0	12,3	9,1	47,3	43,0

Tabelul 7

Starea fizică a stratului arabil al cernoziomurilor levigate, tipice moderat și slab humifere lutoargiloase și argilolutoase cu grad diferit de degradare fizică (n> 440 profile).

Parametrii	Valori reale	Sol nedegradat	Grad de degradare		
			slab	moderat	puternic
Conținut de aggregate >10mm, %	8 - 65	<30	30 - 40	40 - 50	>50
Conținut de aggregate 0,25 – 10,0 mm, %	20 - 85	>70	60 - 70	50 - 60	<50
Porozitatea agregatelor 7 – 5mm, %	29 - 44	>42	40 - 42	36 - 40	<36
Porozitatea agregatelor 5 – 3mm, %	28 - 42	>38	38 - 35	35 - 33	<33
Porozitatea agregatelor 3 – 1 mm, %	28 - 39	>36	36 - 39	33 - 30	<30
Stabilitate agregatică, %	23 - 60	>55	55 - 45	45 - 40	<40
Densitatea aparentă, g/cm <sup>3</sup>	0,84 – 1,57	1.0 – 1.30	1.30 – 1.35	1.35 – 1.47	>1.47
Permeabilitatea pentru apă, mm/min	0,02 – 2,5	>1.0	1.0 – 0.7	0.7 – 0.5	<0.5
Capacitatea de câmp, %/g	24 - 38	>38	38 - 34	34 - 28	<28

Tabelul 8

Criterii de evaluare a gradului de transformare agrogenă a profilului cernoziomurilor

Densitatea aparentă, g/cm <sup>3</sup>	Rezistența la penetrare kg/cm <sup>2</sup>	Conținut de aggregate > 10 mm, %	Gradul de supracultivare, Nota	Specificații
1.1 – 1.2 1.2 – 1.3	10 – 25 25 - 30	< 10	Neafectat de supracultivare Nota 1 - 2	Parametri corespunzători intervalului de valori optimale. Sunt prezente începuturi de degradare fizică
1.3 – 1.4	30 - 50	30 - 40	Moderat supracultivat	Conținut sporit de aggregate > 10 mm. Se conturează clar stratul subarabil
>1.4	50 - 100	40 - 60	Puternic supracultivat	Strat subarabil prismatic puternic consolidat

Cadrul conceptual-normativ al managementului sustenabil al cernoziomurilor este asigurat de platforma neutralității proceselor de degradare a terenurilor. Adaptarea acesteia la condițiile spațiului Pridanubian presupune nu doar stopare/evitarea unor procese degradative în parte ci un complex de măsuri capabil să reducă până la minimum impactul factorilor care cauzează degradarea agrolandșafturilor dar și să contribuie sporirii stabilității și echilibrelor solurilor în relațiile cu factorii de mediu.

Obiectivul major al managementului sustenabil al cernoziomurilor presupune asigurarea unui cadru funcțional capabil să asigure optimizarea circuitelor biogeochemice lanțurilor trofice și echilibrelor tuturor agrolandșafturilor materializat în reproducerea largită a intensității și sensului proceselor tipogenetice și a funcțiilor ecosistemice a solurilor (Fig. 3).

Acestui imperativ corespund agrobiotehnologiile adaptiv-landșafto-ameliorative care presupun conformarea agrobiotehnologiilor practicate la condițiile agroecologice ale agrolandșaftului în scopul reducerii până la minim a impactului factorilor și proceselor degradative, optimizării factorilor de fertilitate, sporirii stabilității agrolandșafturilor, reproducerei largite a fertilității naturale a solurilor și bioproductivității agroecosistemelor (Жигэу, et al. 2018).

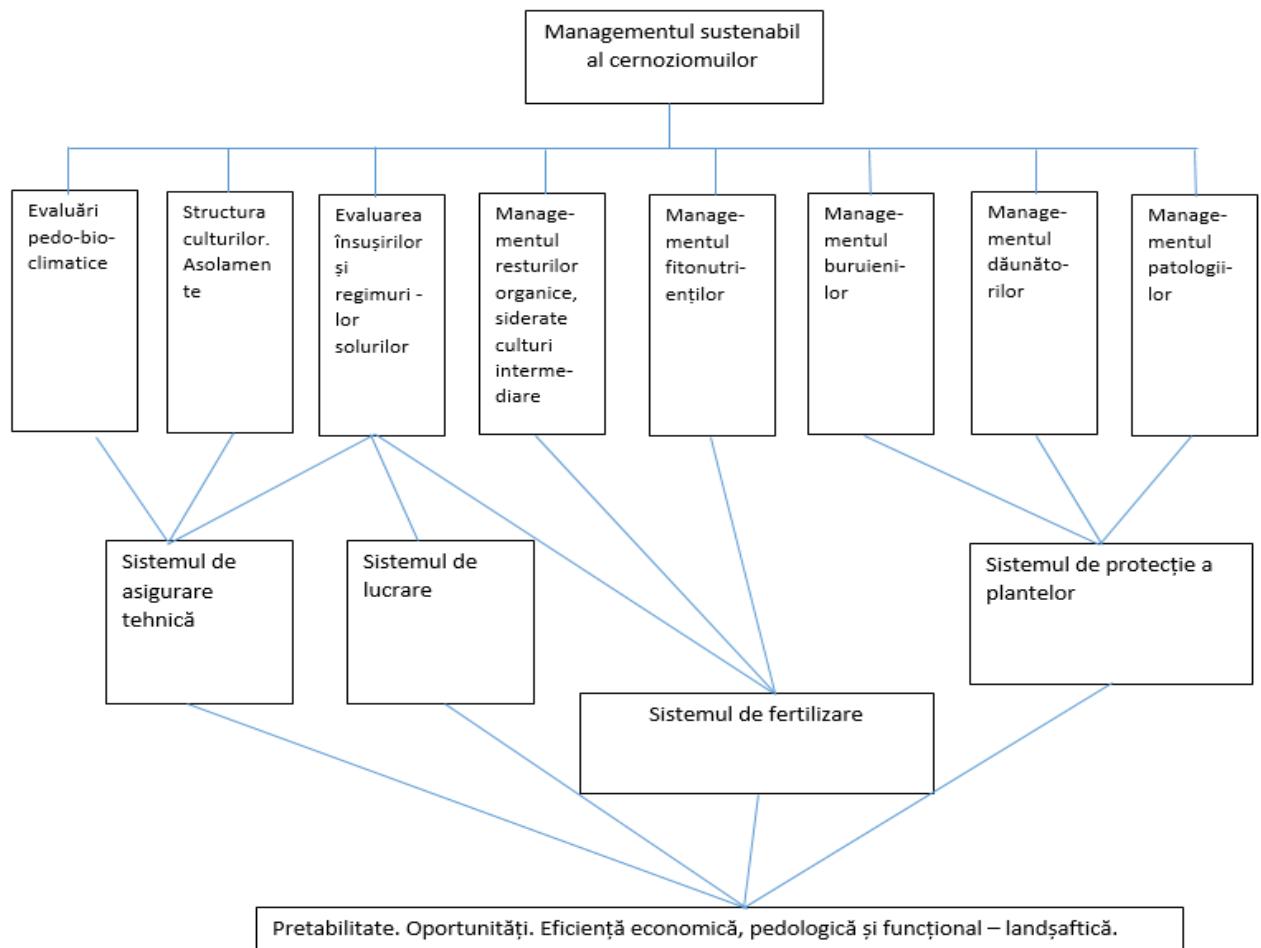
Conținutul agrobiotehnologiilor adaptiv-landșafto-ameliorative presupune:

1. Amplasarea culturilor agricole în conformitate cu condițiile agroecologice, capacitatea de adaptare a culturilor și potențialului adaptiv al landșaftului;
2. Adaptarea tuturor componentelor agroecosistemului la condițiile agroecologice ale agrolandșaftelor;
3. Organizarea teritoriului ținându-se cont de relațiile landșaftice și procesele de schimb de substanțe;
4. Asigurarea stabilității agrolandșaftului prin ecologizarea proceselor tehnologice, crearea unei infrastructuri de utilizare a terenurilor optimală, prevenirea proceselor de degradare;
5. Efectuarea lucrărilor de optimizare a agrolandșafturilor în conformitate cu cerințele imperiativelor ecologice;
6. Managementul procesului de producție prin înlăturarea eşalonată a factorilor limitativi (Tabelul 9).

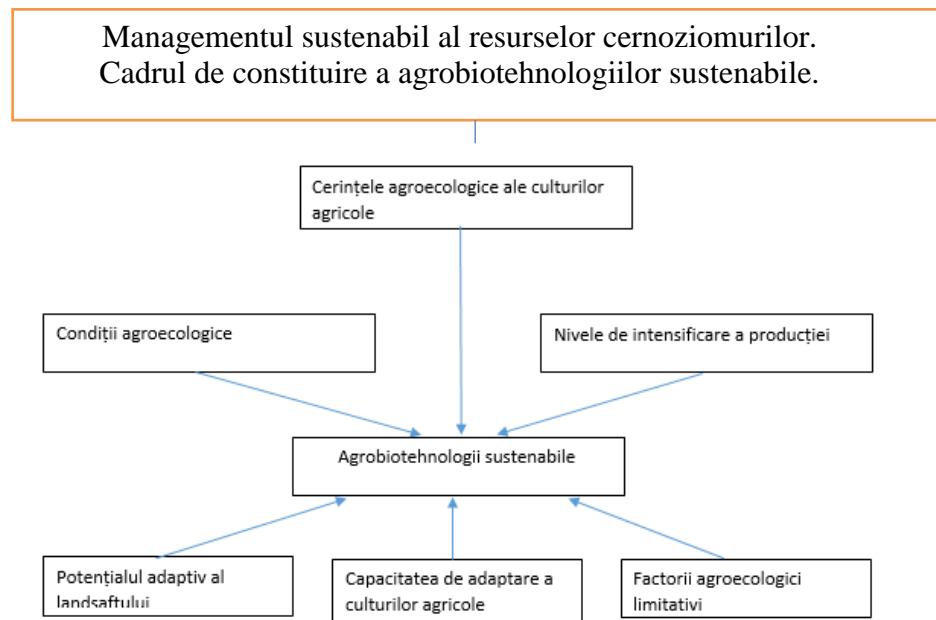
Adaptarea landșaftică a agrobiotehnologiilor sustenabile implică 3 premise prioritare:

1. Tipizarea agroecologică a agrolandșaftelor și identificarea condițiilor de implementare diferențiată a agrobiotehnologiilor adaptiv-landșafto-ameliorative (Fig. ).
2. Implementarea planurilor de măsuri adaptăționale și evaluarea sistematică a eficienței acestora;
3. Inventarierea periodică a condițiilor de landșaft și corectarea agrobiotehnologiilor adaptiv-landșafto-ameliorative aplicate.

Crearea sistemelor agricole adaptiv-landșafto-ameliorative presupune, în mod obligatoriu, biologizarea agroecosistemelor în scopul intensificării proceselor biochimice și reproducerei largite a fertilității solurilor.



**Fig. 3** Componentele managementului sustenabil al cernoziomurilor.



**Fig. 4** Cadrul metodologic de constituire a agrobiotehnologiilor sustenabile.

Tabelul 9

## Etape de implementare ale modelului regional de agricultură sustenabilă

Nr d/o	Etapa	Conținut
1	De tranziție (de remediere)	Sistem de lucrări adaptat la regimurile și însușirile stratului agrogen. Sporirea resurselor bioenergetice în sol. Biologizarea și optimizarea însușirilor fizice ale stratului agrogen. Îmbinarea eficientă a procedeelor (respectiv proceselor) agrotehnice și celor biologice
2	De restabilire a proceselor elementare pedogenetice și landșaftice zonale	Minimalizarea lucărărilor. Sisteme de lucrare adaptate la condițiile de landșaft. Asolamente diferențiate în conformitate cu necesitățile adaptiv-ameliorative ale landșaftului. Practicarea ogorului cu siderale, culturilor intermediare și intercalate adaptate la necesitățile landșaftului. Favorizarea proceselor biologice în sol. Fertilizarea moderată corespunzătoare capacitatii de valorificare a solului.
3	De reproducere lărgită a proceselor tipogenetice și funcțional-landșaftice.	Sistem de agricultură sustenabilă adaptat la condițiile de landșaft. Asolamente adaptate la condițiile de landșaft. Structură a culturilor cu eficiență economică și pedofuncțională înaltă. Includerea ierburilor multianuale în rotație. Plasarea accentelor pe resursele biologice ale landșaftului și susținerea acestora. Promovarea metodelor biologice de protecție a plantelor.

Componente prioritare în cadrul agrobiotehnologiilor sustenabile adaptiv-landșafto-ameliorative sunt:

- utilizarea cu maximum de eficiență a potențialului adaptiv al landșaftului și capacitatei de adaptare a culturilor agricole;
- asigurarea unui cadru biofizic – funcțional optimal pentru desfășurarea proceselor biochimice în soluri;
- reducerea până la minimum a presingurilor energetice din exterior. Plasarea accentelor pe intensificarea proceselor biochimice și utilizarea unor sisteme cu efect nociv minimal;
- plasarea accentelor pe restabilirea rolului prioritar al procesului de formare și de acumulare a humusului în pedogeneza cernoziomică antropo-naturală și reproducerea lărgită a sistemului de substanțe organice în sol corespunzător condițiilor bioclimatice ale regiunii și condițiilor de landșaft.

## Tipizarea agroecologică a terenurilor

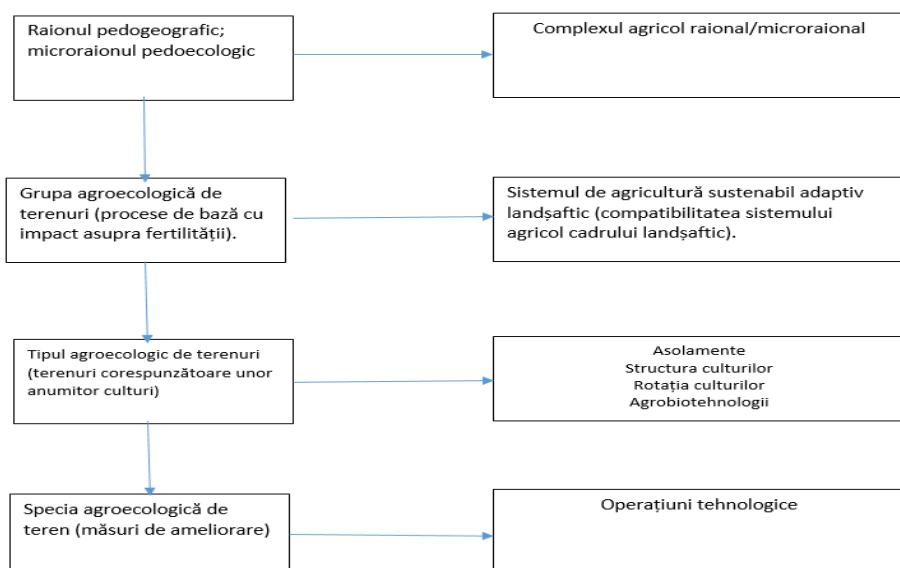
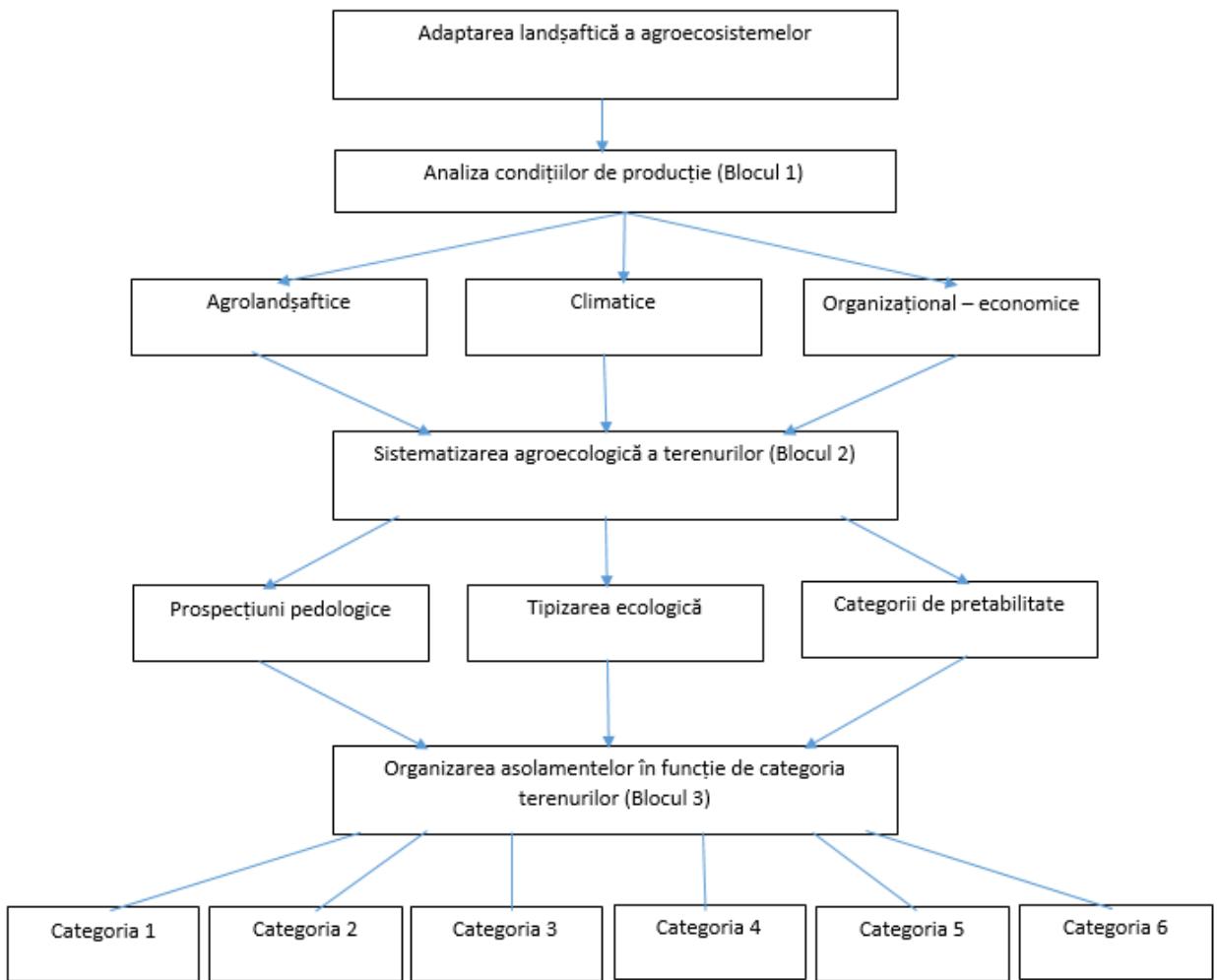
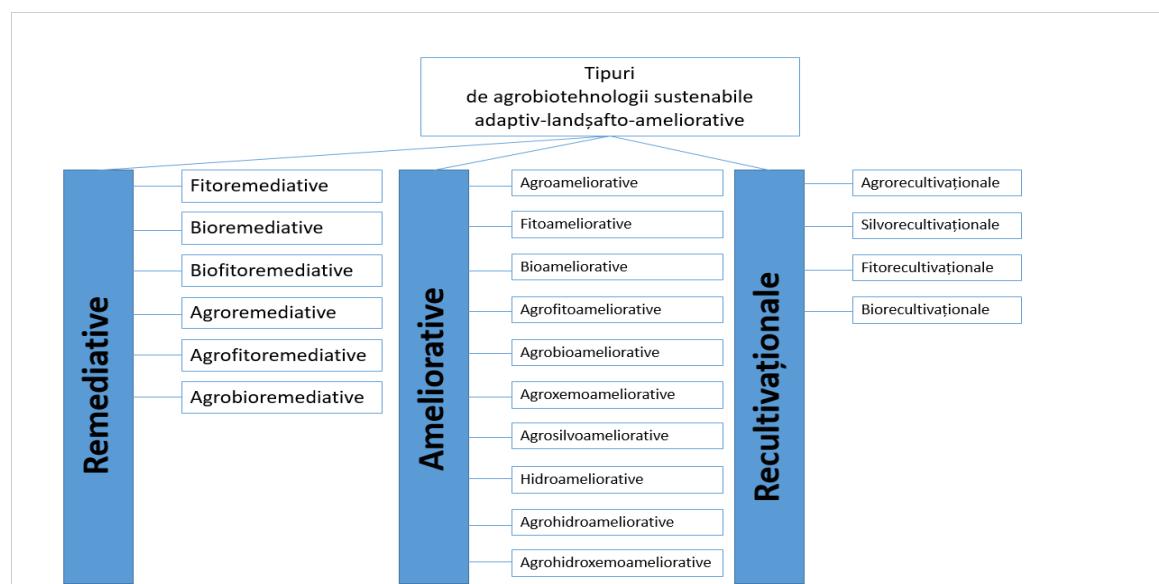


Fig. 5. Schema tipizării agroecologice a agrolandșaftelor.



**Fig. 6.** Cadrul metodologic de adaptare landșaftică a agroecosistemelor.



**Fig. 7.** Tipuri de agrobiotehnologii sustenabile adaptiv-landșafto-ameliorative.

## BIBLIOGRAFIE

1. Jigău Gh. Fizica și geneza solurilor. – Chișinău: CEP USM. 2009. 164 p.
2. Cainarean Gh., Jigău Gh., Galupa Dm. Managementul durabil al terenurilor. – Chișinău: s.n., 2015 (ÎS „Tipografia Centrală”). 192 p.
3. Jigău Gh., Fala A., Botnaru V. Ghid de autoevaluare a practicilor de management durabil al terenurilor. – Chișinău: s.n. 2018 (ÎS „Tipografia Centrală”) 112p.
4. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. – Москва. МГУ. 1984. 204 с.
5. Лешану М., Жигэу Г. Биотехнологии по воспроизведству элементарных почвообразовательных процессов в условиях антропогенеза в Придунайском регионе// Сб. мат. „Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология.” – Баку. 2012 с. 786 – 790.
6. Зубкова Т. А., Карпачевский А. О. Матричная Организация почв. – Москва: Русаки. 2001. 296 с.
7. Крупеников И. А. Черноземы: возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. – Chișinău: Pontos, 2008. 285 с.
8. Крупеников И. А. Черноземы Молдавии. – Кишинэу : Картя Молдовеняскэ. 1967. 427 с.
9. Розанов Б. Г. Морфология почв. – Москва: МГУ. 1983. 320 с.

# **APLICAREA BIOMASEI ALGEI *NOSTOC GELATINOSUM* (SCHOUSBOE) ELENKIN ÎN CALITATE DE BIOFERTILIZAN LA CUTIVAREA FLORII SOARELUI (*HELIANTHUS ANNUUS*)**

**Sergiu DOBROJAN, Gheorghe JIGĂU, Victor ȘALARU**

**Summary:** This article presents the scientific results obtained from the application of the algae biomass *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin as a biofertilizer in the open field cultivation of the sunflower (*Helianthus annuus*). When applying the algal biofertilizer, there was a positive influence both on the soil and on the plants, manifested by a minor change of soil pH in the weak alkaline direction, the quantitative increase of the total nitrogen accumulated in the soil, the increase of the height of the plant stems and the increase of the obtained crop. It is recommended to apply the algal biofertilizer based on the cyanophyte algae biomass nitrogen fixing *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin to the cultivation of the sunflower under the conditions of the Republic of Moldova.

## **INTRODUCERE**

Aplicarea biofertilizanților în agricultură este extrem de importantă în situația în care se află actualmente mediu încunjurător, în special pentru asigurarea utilizării durabile a solului și totodată pentru obținerea produselor alimentare vegetale inofensive omului. Utilizarea biofertilizanților contribuie la îmbunătățirea stării biotei și a fertilității solului, majorarea productivității și îmbunătățirea calității recoltei plantelor de cultură și totodată duce la reducerea cantitativă a fertilizanților chimici, la degradarea pesticidelor, erbicidelor, insecticidelor și altor substanței chimice aplicate pe larg atât în agricultura clasica cât și cea ecologică [3,5,6].

Potrivit datelor statistice prezentate de Organizația pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO) pe plan mondial administrarea fertilizanților cu azot în agricultură este în continuu creștere. Astfel, pentru perioada a. 2002-2017 aplicarea azotului în agricultură a crescut de 1,30 ori, iar în a. 2018 se aștepta o creștere cu 1,4% comparativ cu a. 2017, marea majoritate a căruia fiind de natură chimică [4,7]. În situația dată este absolut necesar de a identifica, a experimenta și aplica pe larg noi biofertilizanți pe baza biomasei algelor cianofite fixatoare de azot.

Actualmente utilizarea practică a biofertilizanților algali în agricultură prezintă o prioritate politică mondială care se regăsește și în obiectivele planului strategic pe a. 2014-2019 a FAO [2].

În vederea realizării obiectivelor politicii agricole mondiale, în cercetările noastre, rezultatele cărora au fost publicate anterior, să demonstrează efectul benefic al administrării biofertilizantului pe baza biomasei algei *Nostoc linckia* atât asupra solului cît și asupra plantelor de cultură și în special a recoltei acestora [3].

Astfel, în scopul identificării noilor biofertilizanți și evaluării efectului aplicării biofertilizantului algal pe baza biomasei algei *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin, au fost realizate cercetări experimentale de aplicare a acestuia la cultivarea florii soarelui (*Helianthus annuus*) în condițiile Republicii Moldova.

## **MATERIALE ȘI METODE**

În experiment a fost utilizată biomasa algei cianofite *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin, tulipina căreia se depozitează în cultură pură în colecția LCŞ “Algologie Vasile Șalaru” a Universității de Stat din Moldova.

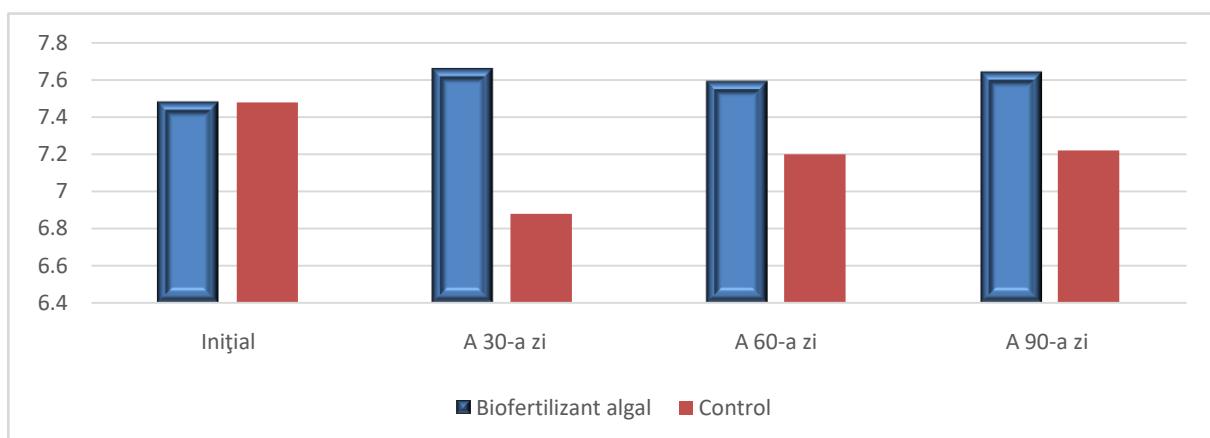
Cercetările date au fost realizate, în câmp deschis, în a. 2018, perioada lunilor mai-august, în com. Măleiești a rn. Orhei în cadrul întreprinderii SRL „Vindex Agro”, din Republica Moldova. În experimente s-a utilizat biomasa vie a speciei *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin în doza de 3 kg/ha, iar în calitate de control a servit un lot învecinat,

cu aceeași suprafață, unde nu s-a administrat biomasa algală. Experimentele au fost montate pe o suprafață de  $30\text{ m}^2$  fiecare lot, fiecare variantă fiind expusă în trei repetări. Biomasa algală a fost administrați prin stropire cu apă potabilă la suprafața solului în perioada când plantulele de floarea soarelui avea 13 frunze.

Pe parcursul experimentelor s-a monitorizat procesul de creștere a plantelor, analiza cantitativă a recoltei de floarea soarelui azotul total și pH-ul solului (la adâncimea de 0-10 cm).

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

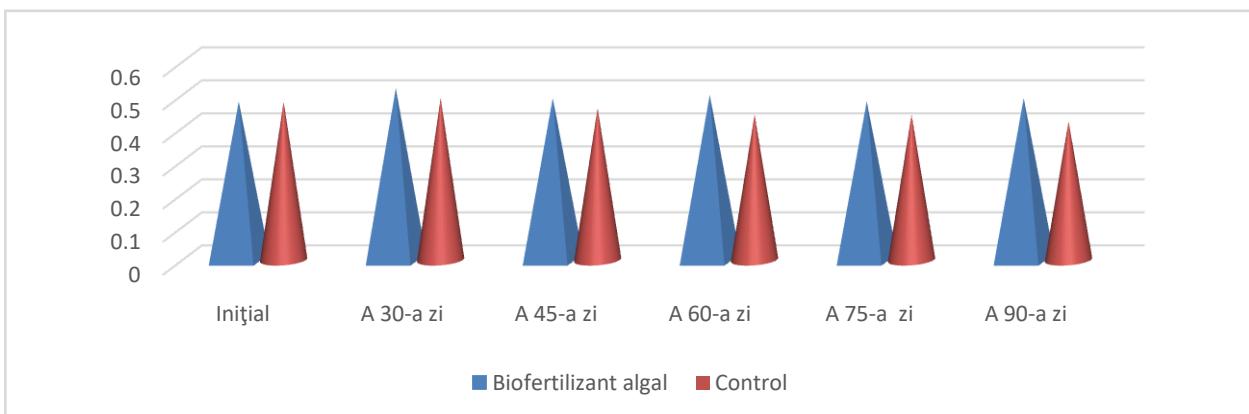
Cunoașterea pH-ului solului reprezintă o importanță practică deosebită, în special pentru creșterea optimă a plantelor de cultură, majoritatea cărora preferă reacția slab acid-neutră (6,3-7,2) [1]. De aceea în experimentele date a fost monitorizată modificările în dinamică a acestui indicator.



**Fig. 1.** Modificările pH-ului solului la administrarea biofertilizantului algal

Valorile pH-ului solului din loturile experimentale sunt încadrat în clasele neutră-slab alcalină. În varianta cu administrare de biofertilizant algal pH-ul solului avea valori mai înalte decât în cea de control, fapt ce indică că ca rezultat al activității algei *Nostoc gelatinosum* pH-ul solului se modifică puțin în direcția slab-alcalină (fig.1).

Biofertilizantul algal a manifestat o influență pozitivă asupra acumulării conținutului de azot total din sol.



**Fig. 2.** Modificările conținutului de azot total din sol în variantele experimentale, %

Analizând modificările în dinamică a azotului total din sol, se observă că atât în variantele cu administrare de biofertilizant algal cât și în cea de control cantitatea azotului nu este stabilă, ceea ce indică că se produce procesul de consum și fixare a azotului (fig. 2). În lotul cu administrare de biofertilizant algal se atestă cantități mai înalte de azot în sol

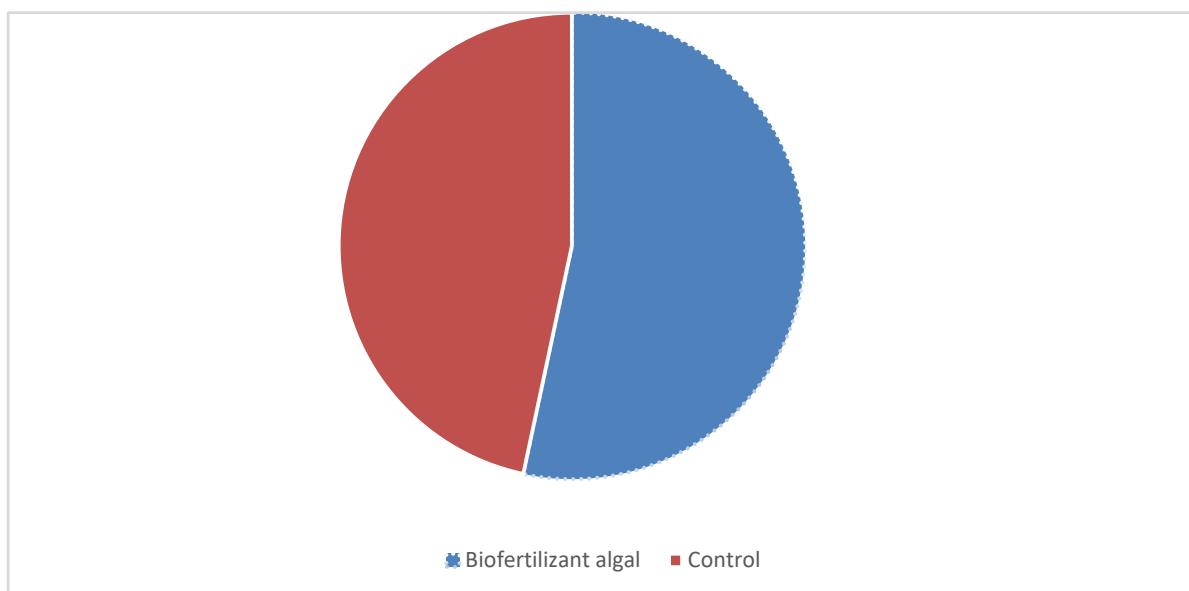
comparativ cu lotul de control. Ține de menționat că în varianta cu administrare de biofertilizant se observă o creștere a conținutului de azot total urmată de descreștere, după care acest proces se repetă, fapt ce ne permite să constatăm că biomasa algei experimentate contribuie la autoreglare cantitativă a azotului din sol. Această legitate a fost evidențiată și în alte cercetări similare realizate anterior [3].

Administrarea biofertilizanților algali contribuie la stimularea creșterii în înălțime a tulpinii plantelor experimentate.

**Tab. 1.** Modificările înălțimii tulpinilor de floarea soarelui în variantele experimentate

Variantele experimentale	La începutul experienței	La finele experienței
Cu aplicare de biofertilizant algal	24,40±1,88	135,14±2,47
Control	30,00±2,22	130,20±1,85

Aplicarea biofertilizantului algal a avut un impact pozitiv asupra creșterii în înălțime a tulpinilor plantelor de floarea-soarelui. Dacă la începutul experimentului plantele din varianta cu administrare de biofertilizant aveau dimensiuni ale înălțimii mai mici față de lotul de control atunci la sfârșitul experimentului acestea înregistrat o înălțime mai mare cu aproximativ 4,95 cm comparativ cu varianta de control.



Administrarea biofertilizantului algal influențează pozitiv și asupra recoltei semințelor de floarea soarelui. În lotul cu administrare de biofertilizant cantitatea de semințe obținută la o suprafață de 1 ha este cu 430 kg mai înaltă decât în varianta de control.

## CONCLUZII

Aplicarea biofertilizantului algal pe baza biomasei algei cianofite fixatoare de azot *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin a manifestat un efect benefic asupra solului și plantelor de floarea soarelui (*Helianthus annuus*). În lotul cu administrare de biofertilizant algal s-a atestat modificarea neesențială a pH-ului solului în direcția slab alcalină, majorarea cantitativă a azotului în sol, creșterea înălțimii plantelor și sporirea cantitativă a recoltei obținute. Se recomandă aplicarea biofertilizantului algal pe baza biomasei algei cianofite

fixatoare de azot *Nostoc gelatinosum* (Schousboe) Elenkin la cultivarea florii soarelui în condițiile Republicii Moldova.

### BIBLIOGRAFIE

1. Blaga Gh., Filipov F., Rusu I., Udrescu S., Vasile D. Pedologie. Ed.: AcademicPress, Cluj Napoca, 2005.
2. Codex Alimentarius Commission Strategic plan 2014-2019, Roma: FAO 2014, 20 p.
3. Dobrojan S., Șalaru V., Jigău Gh., Ciobanu E. Utilisation biomass of *Nostoc linckia* Bornet ex Bornet et Flahault algae as biofertilizer for cultivation sunflower (*Helianthus annuus*). VI International Conference “Advances in Modern Phycology”, Kiev, 2019, p. 33-34
4. FAO. World fertilizer trends and outlook to 2018. Roma: FAO 2014, 66 p.
5. Massol C., Ochieng J. R. A., Bernard V. Worldwide contrast in application of bio-fertilizers for sustainable agriculture: lessons for sub-saharan Africa. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 2015, Vol.5, no.12, p. 34-50.
6. Mazid, M., Khan, T.A. Future of bio-fertilizers in Indian Agriculture: An Overview”, International Journal of Agricultural and Food Research, 3, 2014, p. 10-23.
7. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN/visualize>.