

**MINISTERUL AGRICULTURII, DEZVOLTĂRII REGIONALE ȘI MEDIULUI
AL REPUBLICII MOLDOVA**

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

Cu titlu de manuscris

C.Z.U:631.58 : 631.431(478)(043.2)

MACRII LUCIA

**CARACTERISTICA ȘI EVALUAREA INDICILOR
ECOPEDOLOGICI FIZICO-MECANICI A
AGROECOSISTEMELOR MOLDOVEI CENTRALE**

411.10 – AGROECOLOGIE

Teză de doctor în științe agricole

Conducător științific:

Ungureanu Valentin,

membru corespondent al AȘM
dr. hab. în biologie, prof. univ.

Consultant științific:

Andriucă Valentina,

dr. în științe agricole
conferențiar universitar

Autorul:

Macrii Lucia

CHIȘINĂU, 2018

© MACR11 Lucia, 2018

CUPRINS

ADNOTARE	5
LISTA ABREVIERELOR.....	8
INTRODUCERE	9
1. STUDIUL PRIVIND PROPRIETĂȚILE AGROFIZICE ȘI FIZICO-MECANICE ALE SOLULUI ÎN CADRUL AGROECOSISTEMELOR	14
1.1. Necesitatea studierii proprietăților agrofizice și însușirilor mecanice ale solului în agroecosisteme	14
1.2. Starea actuală a unor parametri agrofizici ai solului.....	17
1.3. Starea actuală privind indicii fizico-mecanici ai solului.....	25
1.4. Concluzii la capitolul 1	35
2. OBIECTELE ȘI METODELE DE CERCETARE.....	36
2.1. Obiectele de cercetare	36
2.2 Caracteristica meteorologică.....	39
2.3. Metode de cercetare și evaluare a rezultatelor	41
2.4. Concluzii la capitolul 2	45
3. PROPRIETĂȚILE AGROFIZICE ȘI FIZICO-CHIMICE ALE CERNOZIOMULUI CARBONATIC ARABIL LUTOS ÎN DIVERSE AGROECOSISTEME	47
3.1. Însușirile fizice și fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele cercetate și influența lor asupra proprietăților solului	47
3.2. Influența lucrării de bază a solului și postacțiunea fondului de fertilizare asupra proprietăților agrofizice ale solului	53
3.3. Dinamica proprietăților agrofizice ale solului în asolament și culturi permanente	56
3.4. Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme	65
3.5. Concluzii la capitolul 3	72
4. CARACTERISTICA ȘI EVALUAREA INDICILOR FIZICO-MECANICI ÎN AGROECOSISTEME CU DIVERS IMPACT ANTROPIC	74
4.1 Plasticitatea cernoziomului carbonatic în dependență de modul lui de folosință	74
4.2. Aderența cernoziomului carbonatic în funcție de folosințele agricole	82
4.3. Gonflarea solului.....	95
4.4. Concluzii la capitolul 4	98
5. PRODUCTIVITATEA CULTURILOR DE CÂMP ÎN ASOLAMENT ȘI ÎN CULTURA PERMANENTĂ A PORUMBULUI ÎN FUNCȚIE DE TEHNOLOGIE. EFICIENȚA ENERGETICĂ A TEHNOLOGIILOR CERCETATE	100
5.1. Productivitatea agroecosistemelor	100

5.2. Evaluarea structurii intrărilor de energie și eficiența energetică a agroecosistemelor cu culturi cerealiere	109
5.2.1. Agroecosistemele de grâu de toamnă.....	111
5.2.2. Agroecosistemele de porumb în asolament și în cultură permanentă	113
5.3. Concluzii la capitolul 5	118
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	119
BIBLIOGRAFIE	121
ANEXE	137
Anexa 1. Condițiile meteorologice în anii de cercetare	138
Anexa 2. Caracteristica fizico-chimică generală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme	143
Anexa 3. Corelații stabilite privind proprietățile agrofizice ale solului.....	147
Anexa 4. Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme.....	149
Anexa 5. Aderența cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme	156
Anexa 6. Corelații stabilite între indicii fizico-mecanici (plasticitatea, aderența) și structura cernoziomului carbonatic.....	165
Anexa 7. Consumul de combustibil și orele de lucru în funcție de lucrarea solului.....	173
Anexa 8. Structura și indicii energetici (energia netă, eficiența energetică, energia specifică) în agroecosistemele cercetate.....	180
Anexa 9. Act de implementare.....	190
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	191
CURRICULUM VITAE	192

ADNOTARE

Macrii Lucia „**Caracteristica și evaluarea indicilor ecopedologici fizico-mecanici a agroecosistemelor Moldovei Centrale**”, teză de doctor în științe agricole, or. Chișinău, 2018.

Structura tezei: introducere, 5 capitole, concluzii și recomandări, bibliografia conține 213 surse, 9 anexe (cu 45 tabele), 120 pagini text de bază, 31 figuri, 37 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 8 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: indici ecopedologici fizico-mecanici, indici agrofizici, agroecosisteme, asolament, cultura permanentă, lucrarea solului, impact antropic, eficiența energetică.

Domeniul de studiu: 411.10 – Agroecologie.

Scopul și obiectivele cercetărilor. Cercetarea, evidențierea și evaluarea modificărilor indicilor fizici și fizico-mecanici ai solului, productivității agroecosistemelor cu divers impact antropic sunt orientate spre identificarea elementelor tehnologice capabile să evite și atenueze degradarea acestora, cu majorarea eficienței energetice a agroecosistemelor.

Noutatea și originalitatea științifică. Indicii ecopedologici fizico-mecanici și agrofizici au fost studiați în dinamică în verigi de asolament, sub diverse tehnologii.

Pentru prima dată în staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului din SDE „Chetrosu” a fost estimată eficiența energetică a agroecosistemelor în funcție de tehnologia aplicată prin metoda conversiei de energie.

Problema științifică importantă soluționată. S-a confirmat, că proprietățile fizice și fizico-mecanice ale solului sunt indici de diagnosticare a tendințelor de degradare a solurilor agroecosistemelor sub diferit nivel de impact antropic. În baza rezultatelor cercetărilor s-a constatat rolul pozitiv al minimizării lucrării asupra proprietăților fizico-mecanice și agrofizice ale solului, însoțite de micșorarea intrărilor (inputurilor) de energie tehnologică, care contribuie ulterior la fortificarea capacității de autosusținere a agroecosistemului exprimată prin eficiență energetică mai mare.

Semnificația teoretică. Indicii fizici și fizico-mecanici sunt parametri importanți de diagnosticare a proceselor de degradare a solului agroecosistemelor. Au fost stabilite valorile proprietăților fizice și fizico-mecanice care asigură funcționarea și menținerea capacității de producție a solului pe termen lung, fapt ce influențează pozitiv autosusținerea agroecosistemelor și echilibrul ecologic. S-a creat banca de date privind proprietățile agrofizice și fizico-mecanice sub diverse agrocenoze și impact agricol.

Valoarea aplicativă a lucrării. Rezultatele obținute prezintă suport științific în promovarea agroecosistemelor durabile, sistemelor conservative de lucrare a solului. Materialele pot fi utilizate în procesul didactic și de activitate științifică.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele cercetărilor științifice sunt implementate în gospodăria S.R.L. ”CIMCAZAC” din s. Cimișeni, raionul Criuleni pe o suprafață de cca. 230,0 ha.

ANNOTATION

Macrii Lucia „**The characteristic and evaluation of the ecopedological physico-mechanical indexes of the Central Moldavian agroecosystems**”, PhD in agricultural science, Chisinau, 2018.

Structure of the thesis: introduction, 5 chapters, conclusions and recommendations, bibliography from 213 sources, 9 attachments (with 45 tables), 120 pages of the basic text, 31 figures, 37 tables. The results have been published in 8 scientific papers.

Keywords: ecopedological physico-mechanical indexes, agrophysical indexes, agroecosystems, crop rotation, monoculture, soil tillage, human impact, energy efficiency.

Field of study: 411.10 – Agroecology.

Purpose and objectives of the work. Researching, highlighting and assessing changes of the physical and physico-mechanical soil indexes, agroecosystems productivity with diverse human impact for identification technological elements capable to avoid and alleviate their degradation, with increasing the energy efficiency of agroecosystems.

Novelty and scientific originality. The physico-mechanical and agro-physical soil indexes were studied in dynamics in crop-rotation links, under various technologies.

For the first time in the long-term crop-rotation and corn-monoculture from DES „Chetrosu” were evaluated the energy efficiency of agroecosystems depending on the applied technology by using energy conversion method.

The important scientific solved problem. It was confirmed that the physical and physico-mechanical soil properties can serve as diagnostic indexes of agroecosystems soil degradation trends under different anthropic impact levels. Based on the research it has been found the positive role of minimizing soil tillage on the physico-mechanical and agro-physical soil properties, accompanied by decreasing of technological energy inputs, that subsequently have contributed to the self-sustaining capacity of agroecosystem expressed through greater energy efficiency.

Theoretical significance. The physical and physico-mechanical indexes are important diagnosis parameters of soil degradation processes in agroecosystems. There were established the physical and physico-mechanical parameters that ensure functioning and maintenance the long-term soil production capacity, which positively influences the self-sustaining of agroecosystems and the ecological balance. The data bank on agrophysical and physico-mechanical properties was created under various agrocenoses and agricultural impacts.

Applicative value of the work. The obtained results provide scientific support in promoting sustainable agroecosystems, conservative soil tillage systems. The materials can be used in educational and scientific activities.

Implementation of scientific results. Scientific research results are implemented in household S.R.L. ”CIMCAZAC” the village Cimişeni, district Criuleni on area of approx. 230 ha.

АННОТАЦИЯ

Макрий Лучия “Характеристика и оценка почвенно-экологических физико-механических показателей агроэкосистем Центральной Молдовы”, диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Кишинев, 2018.

Структура диссертации. Введение, 5 глав, выводы и рекомендации, библиография из 213 источников, 9 приложений (45 таблиц), 120 страниц основного текста, 31 график, 37 таблиц. Полученные результаты были опубликованы в 8 научных работах.

Ключевые слова: физико-механические показатели, агрофизические показатели, агроэкосистемы, севооборот, бессменные культуры, обработка почвы, антропогенное воздействие, энергетическая продуктивность.

Область исследований. 411.10 – Агроэкология.

Цель и задачи исследований. Исследование и оценка изменений физических и физико-механических показателей почвы, продуктивность агроэкосистем с различным антропогенным воздействием для идентификации технологий, способных избежать и смягчить их деградацию, с повышением энергоэффективности агроэкосистем.

Новизна и научная оригинальность. Почвенно-экологические физико-механические, агрофизические показатели были изучены в динамике и в звеньях севооборота, под воздействием различных технологий.

Впервые проведена оценка энергоэффективности агроэкосистем в зависимости от технологий возделывания культур в стационарном опыте по изучению звеньев севооборота и возделывания кукурузы в бессменной культуре (У.О.С. “Кетросы”).

Решенная научная проблема. Было подтверждено, что физические и физико-механические свойства почвы являются диагностическим показателем тенденций деградации почв агроэкосистем с различным уровнем антропогенного воздействия. Обнаружена положительная роль минимизации обработки почвы на физико-механические и агрофизические свойства почвы, сопровождающиеся уменьшением входов техногенной энергии. В результате, возрос потенциал самоподдержания агроэкосистемы с одновременным ростом ее энергоэффективности.

Теоретическая значимость работы. Физические и физико-механические показатели почв являются важными параметрами диагностики процессов деградации почв агроэкосистем. Установлены значения физических и физико-механических свойств, которые обеспечивают функционирование и поддержание способности долговременной производительности почв, что положительно влияет на самоподдерживаемость агроэкосистем и экологический баланс. Банк данных по агрофизическим и физико-механическим свойствам был создан при различных агроценозах и сельскохозяйственных воздействиях.

Практическая значимость работы. Полученные результаты служат в качестве научного обоснования для продвижения устойчивых агроэкосистем, консервативных систем обработки почвы. Материалы могут быть использованы в образовательном процессе и в научных целях.

Внедрение полученных результатов. Результаты научных исследований были внедрены в хозяйстве S.R.L. “СІМCАЗАС” с. Чимишень, Криулянского района на площади около 230 га.

LISTA ABREVIERELOR

- Ah** – orizont mineral de acumulare a humusului;
- Ahp** – strat humifer arat;
- Bh** – orizont humifer de tranziție;
- BC** – roca parentală slab modificată de procesul de humificare;
- C** – roca parentală, orizont mineral format pe baza rocilor, constituit din material neconsolidat;
- CC** – capacitatea pentru apă în câmp;
- CH** – coeficientul de higroscopicitate;
- CHT** – coeficientul hidrotermic după Seleaninov;
- CO** – coeficientul de ofilire;
- D** – densitatea solului;
- DA** – densitatea aparentă a solului;
- GT** – gradul de tasare;
- k** – orizont de acumulare a carbonaților;
- MJ** – megadjouli;
- N, P, K** – azot, fosfor, potasiu;
- PT** – porozitatea totală;
- RP** – rezistența la penetrare;
- W** – umiditatea solului;
- SDE** – Stațiunea Didactico Experimentală;
- UASM** – Universitatea Agrară de Stat din Moldova.
- Simbolurile utilizate la prelucrarea statistică a datelor experimentale:**
- DL_{0,5}** – diferența limită;
- ±s** – abaterea mediei pătratice;
- V** – coeficientul de variație, %;
- $\bar{X}$** - media aritmetică.

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța problemei abordate este determinată de reducerea productivității sistemelor agricole și amplificarea neconținută a necesarului în produse alimentare în condițiile degradării intense a resurselor de sol. Intervenția umană în stoparea și conservarea degradării și poluării resurselor naturale, inclusiv a solurilor devine o prerogativă primordială în vederea supraviețuirii speciei umane. Prin managementul corect al solurilor pot fi redresate multe provocări ale agriculturii moderne [9].

Promovarea agroecosistemelor sustenabile poate fi efectuată prin evidențierea factorilor și componentelor funcționale la diferite nivele, forme de organizare și management agricol. Studierea și evaluarea componentei fundamentale a agroecosistemelor – biotopul, reprezentat de sol, permite identificarea degradărilor provocate de aplicarea tehnologiilor agricole cu adaptarea unor măsuri de remediere a solurilor.

Proprietățile fizice au influență majoră asupra modului de funcționalitate a solului în ecosistem [60], și prin elementele de fertilitate a solului determină obținerea recoltelor înalte și stabile [35]. În prezent aceste proprietăți sunt slab cercetate, evaluate și utilizate la majorarea potențialului productiv al agroecosistemului [16]. Cercetarea stării de calitate fizică a solului în timp și spațiu în agroecosistem, înregistrează rapid modificările acestuia sub impactul antropic, iar degradările de termen lung pot fi apreciate prin indicii agrofizici și parametri fizico-mecanici. Monitorizarea proprietăților fizice și fizico-mecanice ale solului, permite identificarea indicilor optimali și aplicarea măsurilor cu influență benefică asupra capacității de autorestabilire a solului și de autosusținere a agroecosistemului. Din acest punct de vedere devine actuală aprecierea durabilității agroecosistemelor în baza evaluării eficienței energetice a măsurilor întreprinse.

Scopul și obiectivele lucrării. Cercetarea, evidențierea și evaluarea modificărilor indicilor fizici și fizico-mecanici ai solului, productivității agroecosistemelor cu divers impact antropic sunt orientate spre identificarea elementelor tehnologice capabile să evite și să atenueze degradarea acestora, cu majorarea eficienței energetice a agroecosistemelor.

Pentru atingerea scopului au fost realizate următoarele **obiective**: caracteristica însușirilor fizico-chimice ale solului sub diverse agrocenoze; caracteristica și evaluarea indicilor fizici și fizico-mecanici ai solului din diverse agroecosisteme; identificarea elementelor tehnologice de remediere și preântâmpinare a degradării solului în cadrul agroecosistemelor; aprecierea productivității culturilor de câmp din asolament și cultură permanentă în dependență de tehnologia aplicată; determinarea eficienței energetice a agroecosistemelor în funcție de tehnologiile utilizate.

Noutatea și originalitatea științifică. Indicii ecopedologici fizico-mecanici și agrofizici au fost studiați în dinamică în verigi de asolament, sub diverse tehnologii.

Pentru prima dată în staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului din SDE „Chetrosu” a fost estimată eficiența energetică a agroecosistemelor în funcție de tehnologia aplicată prin metoda conversiei de energie.

Problema științifică importantă soluționată. S-a confirmat, că proprietățile fizice și fizico-mecanice ale solului sunt indici de diagnosticare a tendințelor de degradare a solurilor agroecosistemelor cu diferit impact antropic. În baza cercetărilor s-a constatat rolul pozitiv al minimizării lucrării asupra proprietăților fizico-mecanice și agrofizice ale solului, însoțite de micșorarea intrărilor (inputurilor) de energie tehnologică, care contribuie ulterior la fortificarea capacității de autosusținere a agroecosistemului exprimată prin eficiență energetică mai mare.

Importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării. Cercetarea în dinamică a proprietăților agrofizice (densitatea aparentă, porozitatea, gradul de tasare) și fizico-mecanice ale solului (aderența, rezistența la penetrare) arată, că influența culturii și tehnologiilor agricole aplicate în agroecosistem se evidențiază mai corect și complex la sfârșitul perioadei de vegetație, comparativ cu fazele timpurii. În procesul monitorizării stării de calitate fizică a solului în agroecosisteme, proprietățile precum hidrostabilitatea structurală, aderența, plasticitatea, gonflarea – sunt parte componentă pentru aprecierea degradării solului cu exactitate mai mare. Rezultatele obținute prezintă suport științific în promovarea agroecosistemelor durabile, sistemelor conservative de lucrare a solului, evaluate prin conversia de energie. Materialele pot fi utilizate în procesul didactic, științific și în exploatații agricole.

Aprobarea rezultatelor. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate la ședințele catedrei Agroecologie și Știința Solului (2009, 2010, 2015), la ședința Consiliului Științific al Facultății de Agronomie (anii 2009, 2010, 2015), inclusiv participări la manifestări științifice: Simpozion Științific Internațional „100 ani de la nașterea distinsului savant și om de stat Mihail Sidorov” din 30-31 octombrie, 2014, UASM – Chișinău; Conferința internațională „Agricultura pentru viață, viața pentru agricultură” din 9-11 iunie, 2016, USAMV, București, România. Pe baza cercetărilor au fost publicate 8 lucrări științifice.

Sumarul compartimentelor tezei

1. Studiul privind proprietățile agrofizice și fizico-mecanice ale solului în cadrul agroecosistemelor

Capitolul include sinteza bibliografică a rezultatelor cercetărilor din RM și de peste hotare privind dinamica proprietăților agrofizice (densității aparente, porozității, structurii) și fizico-

mecanice (rezistenței la penetrare, aderenței, plasticității, gonflării) ale solului în agroecosisteme; dependența acestora de alte însușiri ale solului, inclusiv studii cu referire la diverse procedee tehnologice care modifică proprietățile agrofizice și fizico-mecanice. Partea introductivă cuprinde studiu privind necesitatea cercetării proprietăților agrofizice și fizico-mecanice ale solului în agroecosisteme, de care depinde funcționalitatea sistemului agricol și productivitatea acestuia.

Studiile realizate în domeniu au constatat, că proprietățile fizico-mecanice ale solului sunt capabile să sesizeze solicitările antropice de scurtă și lungă durată din agroecosisteme, în baza cărora se pot monitoriza elementele tehnologice.

2. Obiectele și metodele de cercetare

În acest capitol sunt descrise obiectele de cercetare, solul obiectelor studiate, soiurile și hibridii cultivați, condițiile meteorologice în anii de cercetare (2008-2010 și 2013-2014), metodele utilizate în câmp și laborator. Adicional sunt prezentate clasele de evaluare a rezultatelor cercetărilor. Datele obținute au fost prelucrate statistic prin diferite metode.

Cercetările s-au efectuat în experiențe de lungă durată de la Stațiunea Didactico Experimentală „Chetrosu” a UASM (r. Anenii-Noi) și au inclus: 1) staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului; 2) staționarul cu culturi permanente. Aceste staționare includ agroecosisteme diferențiate după intensitatea influenței factorului antropic.

3. Proprietățile agrofizice și fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic arabil lutos în diverse agroecosisteme

În capitolul dat sunt prezentate rezultatele cercetării însușirilor fizico-chimice și agrofizice ale cernoziomului carbonatic în funcție de nivelul de organizare al agroecosistemelor din staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului și staționarul cu culturi permanente.

Proprietățile fizico-chimice studiate (apa higroscopică, conținutul de humus, cationii schimbabili (Ca^{++} și Mg^{++}), conținutul de carbonați, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, conținutul fracțiunii granulometrice $<0,01$ mm) confirmă, că solul este cernoziom carbonatic lutos submoderat humifer. Cercetările arată, că în asolament sub diverse agrofonduri proprietățile fizico-chimice nu suferă modificări semnificative în funcție de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea îngrășămintelor (gunoi de grajd/îngrășămintă verzi+NPK). Pe variantele martor (privind controlul buruienilor la porumb) se constată tendința majorării conținutului de humus și baze schimbabile pe varianta cu elemente tehnologice reduse în lupta cu buruienile, întrucât solul este mai îmbogățit cu resturi vegetale. Evaluarea comparativă a însușirilor fizico-chimice ale solului în asolament și cultura permanentă a porumbului nu conturează diferențieri, ceea ce indică necesitatea diversificării componenței și numărului de culturi în asolament. În staționarul cu culturi

permanente, varianta ogor negru cedează după proprietățile fizico-chimice ale solului, comparativ cu pârla care se caracterizează cu valori optime ale indicilor.

Studierea proprietăților agrofizice (densitatea aparentă, porozitatea totală, gradul de tasare, rezistența la penetrare) ale cernoziomului carbonatic în funcție de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea îngrășămintelor (îngrășăminte verzi+NPK/gunoi de grajd) arată, că însușiri agrofizice mai favorabile s-au constatat pe varianta cu lucrarea redusă a solului (paraplow) cu îngrășăminte organice. Cercetarea proprietăților agrofizice în diferite perioade de vegetație arată că acestea sunt influențate de agrocenoză, faza de dezvoltare a plantelor, cultura premergătoare. Determinarea alcătuirii structurale a solului a evidențiat degradarea structurii cernoziomului carbonatic arabil, comparativ cu solul întelenit. Conform claselor de valori, hidrostabilitatea structurală a solului arabil, a coborât cu 2-3 clase de valori în agroecosistemele cu culturi de câmp și cu 3-4 clase de valori la ogorul negru, comparativ cu varianta pârlă.

4. Caracteristica și evaluarea indicilor fizico-mecanici în agroecosisteme cu divers impact antropic

Acest capitol prezintă modificările indicilor fizico-mecanici ale cernoziomului carbonatic (plasticitatea, aderența, gonflarea) în funcție de modul de utilizare agricolă a solului. Concomitent a fost studiată dinamica aderenței solului în funcție de perioada de vegetație și agrocenoză. Au fost stabilite corelații între unii indici fizico-mecanici (plasticitate, aderență) și structura solului.

Cercetarea plasticității cernoziomului carbonatic, caracterizată prin limitele și indicele de plasticitate, nu atestă diferențieri esențiale privind agrofondul aplicat. Aceasta confirmă, că modificarea metodei de lucrare de bază a solului - înlocuirea arăturii cu paraplow, nu influențează semnificativ plasticitatea solului. Acest indicator în mare parte depinde de textura solului. Pentru îmbunătățirea plasticității solului sunt necesare măsuri de majorare a conținutului materiei organice în sol, care ar echilibra evident consecințele negative ale impactului antropic.

Cercetarea variantelor martor privind controlul buruienilor la porumb atestă majorarea limitei superioare și indicelui de plasticitate pe varianta cu combaterea redusă a buruienilor, ca urmare a îmbogățirii solului cu resturi organice. Micșorarea semnificativă a valorilor plasticității solului s-a evidențiat pentru varianta ogorul negru. Pe varianta pârlă solul fixează cele mai înalte valori ale limitelor superioare și inferioare ale plasticității cernoziomului carbonatic în stratul superficial, îmbogățit cu materie organică labilă semidescompusă.

Cercetarea aderenței și gonflării solului în dependență de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea fondului de îngrășăminte (gunoi de grajd/ îngrășăminte verzi + NPK) a arătat, că lucrarea solului cu paraplowul favorizează din punct de vedere fizico-mecanic stratul arabil și mai cu seamă, cel de la suprafață (0-10 cm), iar îngrășămintele organice atenuează

impactul negativ al lucrării solului mai efectiv, în comparație cu îngrășămintele verzi + NPK. În asolament se constată, că culturile semănate dens (grâul de toamnă, lucerna) în faza de vegetație avansată contribuie la micșorarea aderenței solului în stratul arabil, în timp ce culturile prășitoare (porumbul) majorează indicii aderenței. Evaluarea aderenței solului sub agrocenozele de porumb în asolament și în cultură permanentă atestă o stare mai favorabilă a acestui indice în favoarea asolamentului și totuși, se poate afirma, că porumbul tolerează relativ cultura permanentă.

5. Productivitatea culturilor de câmp în asolament și în cultura permanentă a porumbului în funcție de tehnologie. Eficiența energetică a tehnologiilor cercetate

Capitolul prezintă evaluarea productivității grâului de toamnă și porumbului în asolament și cultura permanentă în funcție de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea fertilizării (gunoi de grajd/ îngrășămintele verzi+NPK), inclusiv metode de control a buruienilor la porumb studiate (a. 2009-2010). Pentru a. 2014 se prezintă date privind productivitatea culturilor în dependență lucrarea solului (convențională și conservativă - No-till). A fost determinată eficiența energetică în funcție de tehnologie prin raportarea intrărilor de energie utilizată în procesul agricol la ieșirile de energie, exprimate prin recolta principală.

Datele arată, că agrocenoza de grâu de toamnă asigură producții mai mari pe variantele cu lucrarea redusă a solului, paraplow (anii 2009-2010) și pe variantele cu aplicarea sistemului conservativ de lucrare a solului – No-till (a. 2014). La capitolul eficiență energetică, agroecosistemele grâului de toamnă sunt mai competitive pe variantele cu lucrarea conservativă a solului, comparativ cu variantele convenționale.

Productivitatea înaltă a porumbului în asolament și cultura permanentă este constatată pentru variantele cu arătură amplasate pe martorul cu tehnici sporite privind combaterea buruienilor. Porumbul în cultura permanentă este mai vulnerabil în lupta cu buruienile pe variantele cu lucrări reduse ale solului, comparativ cu porumbul în asolament, însă pe variantele cu tehnologii eficiente de combatere a buruienilor determină recolte apropiate cu cele din asolament. Sistemul conservativ de lucrare a solului - No-till poate fi aplicat la porumb fără pierderi de producții și cu majorarea treptată a eficienței energetice cu condiția respectării tehnologiilor și asolamentului.

Volumul și structura tezei: Teza este alcătuită din introducere, 5 capitole, concluzii și recomandări, bibliografia conține 213 surse, 9 anexe (cu 45 tabele), 120 pagini text de bază, 31 figuri, 37 tabele. Volumul total al lucrării constituie 193 pagini.

1. STUDIUL PRIVIND PROPRIETĂȚILE AGROFIZICE ȘI FIZICO-MECANICE ALE SOLULUI ÎN CADRUL AGROECOSISTEMELOR

1.1. Necesitatea studierii proprietăților agrofizice și însușirilor mecanice ale solului în agroecosisteme

Ocupație tradițională și ramura de bază a economiei naționale, agricultura se desfășoară într-un peisaj geografic unanim recunoscut prin varietatea și alcătuirea sa armonioasă, în care condițiile pedo-climatice sunt favorabile principalelor culturi agricole și horticole, precum și zootehniei. De menționat, că rolul predominant în agricultură îl are solul, pământul roditor, cu mari resurse și un potențial de producție peste nivelul multor țări din Europa și chiar din lume [52].

Astăzi, productivitatea sistemului agricol s-a diminuat la nivel global, în timp ce necesarul de produse agricole crește neconținut, cu o rată anuală tot mai mare, atât datorită creșterii populației umane, cât și a cerințelor individuale.

Mansholth S. [9], specialist și realizator de analize și programe în cadrul FAO, întrebat cât timp se mai poate face agricultură, răspundea: atât timp cât există soare, sol, aer și microorganisme.

Poziția omului în lanțul trofic al ecosistemelor agricole se bazează pe resursele de sol și teren arabil – de unde rezultă importanța acestei resurse pentru specia umană și în dependență de care se vor contura atât politicile demografice, strategiile alimentare, dar și politicile, strategiile și tacticile privind agroecosistemul [9].

Actualmente, știința care se ocupă de studierea agroecosistemelor este Agroecologia, iar definiția contemporană după Черников В.А. și Чекеpec А.И. [211] cuprinde clar și succint domeniul de studiu al acestei științe care este definită ca disciplină științifică complexă, ce studiază relațiile omului cu mediul înconjurător în procesul agricol, influența agriculturii asupra componentelor și complexelor naturale; relația dintre componentele agroecosistemelor și specificul circuitului substanțelor și energiei în cadrul agroecosistemului, caracterul funcțional al agroecosistemelor în condiții tehnogene intensificate. Agroecosistemul – este un tip aparte de ecosistem, în cadrul căruia producția netă este mai mare decât într-un ecosistem natural. Producția servește drept hrană pentru om, pentru consumatorii secundari pe care omul îi folosește în alimentație. Stabilitatea în agroecosistem se datorează investițiilor de energie.

În agroecosisteme odată cu recolta se pierde o bună parte de substanțe nutritive, pe când într-un ecosistem natural acestea revin în circuit. Procesele de oxidare și mineralizare se intensifică de pe urma micșorării densității covorului vegetal și creșterii temperaturii solului, iar agrotehnica nediversificată duce la scăderea eficienței folosirii apei și mărește pericolul pierderii substanțelor nutritive pe profil [211]. Astfel, capacitatea de producție a solului este diferită în agroecosisteme

și biocenozele naturale [69], iar agroecosistemele contemporane includ procese de relaționare: materiale, energetice, economice și ecologice [211].

În agroecosistem, biotopul este reprezentat de sol – principala resursă de producție în agricultură, suport material pentru plante. Cantitatea și calitatea recoltelor este în mare măsură condiționată de tipul de sol, de conținutul lui în substanțe nutritive, de capacitatea lui de a reține apa. Solul constituie o resursă inepuizabilă a mediului ambiant, o adevărată fabrică de producere a substanțelor nutritive, un uriaș acumulator de energie potențială. Interacțiunea biocenoză – biotop este permanentă în ecosistem. Orice modificări în biotop ce nu mai corespund cerințelor comunității ecologice - plantelor cultivate, conduc la scăderea potențialului lor de producție. Monitorizarea biotopului, a componentelor sale fizice este foarte importantă pe teren agricol [52].

Fizica solului trebuie înțeleasă drept știință de bază și practică cu o gamă foarte largă de interese, multe din care sunt împărtășite de alte ramuri ale științei solului și de alte științe precum hidrologia, climatologia, agronomia, botanica, ecologia și geologia.

Un sol, care conține o cantitate adecvată de substanțe necesare nutriției plantelor poate fi considerat că posedă ”fertilitate chimică”. Această fertilitate, deși esențială, nu poate de una singură să asigure recolte de succes. Solul potrivit creșterii plantelor depinde nu doar de prezența și cantitatea substanțelor nutritive, dar și de starea și mișcarea apei, aerului precum și de însușirile mecanice și regimul termic al solului. Astfel că, adițional ”fertilității chimice”, solul trebuie să posede și ”fertilitate fizică”, ambele esențiale în egală măsură productivității solului [114].

Abilitatea solurilor de a păstra integritatea ciclurilor elementelor nutritive și fluxurile de energie, precum și capacitatea de recuperare în urma perturbațiilor cauzate de sistemele tehnologice agricole, sunt cruciale în evaluarea calității și sănătății solului.

Solul, în calitate de reactor eterogen, necesită să fie caracterizat fizic și chimic pentru a înțelege funcționarea lui globală. Calitatea solului ar fi capacitatea solului de a funcționa în cadrul hotarelor ecosistemului, de a susține productivitatea biologică, menține calitatea mediului înconjurător și promova sănătatea plantelor și animalelor [80].

Proprietățile fizice ale solului au influență majoră asupra modului în care solul funcționează în cadrul unui ecosistem [60]. Prognozarea științifică a modificărilor proprietăților fizice în stratul activ al solului este una din cele mai importante sarcini ale pedologului contemporan, din moment ce proprietățile și regimurile fizice favorabile ale solului sunt unul din factorii de bază ce determină fertilitatea lui, obținerea recoltelor înalte și stabile [35].

În procesul de cultura plantelor, solul – ca mijloc de producție – este frecvent intens modificat, îndeosebi prin lucrările agricole anuale, care au efecte mai ales în stratul superior al solului [29, 39].

Valorificarea solurilor, începând cu prima brazdă, modifică în mod radical procesele pedogenetice naturale. Înlocuirea vegetației naturale cu culturi agricole, lucrarea solului reduc rezervele de substanțe organice, activează procesele biochimice, reduc variabilitatea și cantitatea faunei solului, favorizează activizarea proceselor distructive. Reducerea conținutului de humus, distrugerea structurii naturale condiționează tasarea solului, scăderea permeabilității, activizarea proceselor de eroziune și deflație, alte procese negative [71].

Funcția energetică a solului exprimată prin energia potențială acumulată în humus, funcția biogeochimică (circuitul elementelor nutritive) și respirația solului (schimbul de gaze între atmosferă și sol) sunt influențate semnificativ de proprietățile fizice, de starea de așezare – compactare, de capacitatea solului de a reține o cantitate optimă de apă, iar apoi disponibilizarea treptată a acesteia pentru consumul plantelor [64]. În legătură cu aceasta, o semnificație actuală capătă controlul asupra stării ecoagrofizice a solurilor, modificărilor lor în timp și spațiu [16].

În literatura internațională găsim studii privind indicatorii calității solului, care joacă un rol important în evaluarea calității solului. Acești indicatori ar trebui: să sesizeze schimbările managementului agricol; să deosebească schimbările naturale de cele antropice; să fie ușor determinate; să fie relevante în timp; să coreleze reacțiilor de lungă durată; să răspundă măsurilor ameliorative. Proprietățile fizice și chimice ale solului fac parte din acești indicatori [83]. În orice caz este dificil de a separa aceste proprietăți din cauza dinamicii și interacțiunii, astfel că valorile unui indicator sunt afectate și asociate cu unul sau mai mulți indicatori de acest gen [179, 197].

Cercetarea în domeniul fizicii solului presupune alegerea și fundamentarea componentelor tehnologice și optimizarea însușirilor și regimurilor fizice ale solurilor. Este unanim acceptat, că nu există un sistem universal valabil de lucrare a solului datorită diferențelor locale, în special climat și sol, dar și datorită nivelului tehnic de dotare. Obiectivele propuse trebuie să se bazeze pe cunoașterea caracteristicilor fizice ale solurilor locale, având în vedere faptul că acestea au un grad relativ mare de variabilitate în spațiu și în timp, intervenția antropică accentuînd-o. Această definenție implică necesitatea diferențierii în teritoriu a sistemelor tehnologice în scopul favorizării diferitelor procese din sistemul sol-mașină-plantă [19, 39].

Potrivit Kovrigo V.P. și colab. [197, p. 68-69] pentru optimizarea tuturor proceselor și regimurilor în cadrul asolamentului se schițează modele cu un complex de măsuri ce ia în considerație fiecare cultură în parte (solă).

Andriucă Valentina [5] menționează că, în scopul practicării unei agriculturi durabile și promovării unei dezvoltări sustenabile se cere supravegherea permanentă și evaluarea indicilor ecopedologici fizico-mecanici la diferite tipuri și niveluri de impact antropogen, caracteristic sectorului agricol. La fel, Blaga Gh. și colab. [11, p. 151] susține, că însușirile fizico-mecanice

caracterizează relațiile solului cu solicitările la care este supus, iar după Kovrigo V.P. și colab. [197, p. 141-142] prezintă importanță mare pentru evaluarea proprietăților tehnologice ale solului – condițiile de lucrare, trasabilitatea agregatelor agricole. Cu toate acestea, în cercetările pedologice actuale proprietățile fizico-mecanice nu sunt utilizate la multiplele posibilități aplicative ale lor, inclusiv pentru utilizarea durabilă a resurselor funciare și energetice [7].

Urmărirea modificărilor parametrilor fizico-mecanici furnizează informații despre partea dispersă a solului, degradarea structurii și microstructurii, compoziției chimice și conținutului materiei organice și altele. Monitorizarea acestora în timp și spațiu sunt surse informaționale utile ce permit depistarea valorilor critice a influenței impactului antropogen asupra solului [79]. Evaluarea proprietăților fizico-mecanice ale solului lucrat în agroecosisteme, indică rolul semnificativ al cunoașterii parametrilor fizico-mecanici în proiectarea și construcția mașinilor, agregatelor de lucrare a solului, dar are importanță și în managementul agroecosistemului, îndeosebi la traficabilitatea terenului. Formarea unor condiții optime de dezvoltare a sistemului radicular al plantelor prin evaluarea parametrilor ecopedologici fizici și fizico-mecanici în agricultură este strict necesară.

Reacția de răspuns a solului la modul în care este lucrat se urmărește mai cu seamă prin intermediul proprietăților fizice și fizico-mecanice, care captează operativ schimbările de scurtă și lungă durată și permit modelarea lucrărilor agrotehnice după cerințele solului. Produsul finit al agroecosistemelor – recolta, prezintă un indice socio-economic important, care în cele din urmă reflectă în ansamblu starea de „sănătate” a agroecosistemului. Doar agroecosistemul cu un biotop „sănătos” (solul) este capabil să bucure agricultorul cu recolte calitative și cantitative adecvate [49].

1.2. Starea actuală a unor parametri agrofizici ai solului

a) Densitatea aparentă și porozitatea totală

Densitatea aparentă este un indicator integral al stării de calitate fizică a solului, o însușire relativ independentă, a cărei cunoaștere oferă elemente de caracterizare fizică a solului de sine stătătoare. De cele mai multe ori, un sol aparținând unui tip genetic, cu o anumită textură, cu însușiri chimice specifice, poate avea valori foarte diferite ale densității aparente. Dimpotrivă, multe dintre celelalte însușiri fizice ale solului depind, pe lângă textură sau unele caracteristici chimice, și de densitatea aparentă [20, p. 52]. Cunoașterea acestui parametru are o importanță deosebită în calcularea rezervelor de apă, elemente nutritive, săruri, a necesarului de îngrășăminte și amendamente [37].

Densitatea aparentă, ca indice integral al stării de calitate fizică a solului [57, 203], este o însușire variabilă în timp și spațiu. Variabilitatea în timp este determinată de variabilitatea umidității solului [38, p. 98], astfel DA crește pe parcursul perioadei de vegetație – de la semănat la recoltare [173]. Variabilitatea spațială se realizează atât pe orizontală, cât și pe verticală. Variabilitatea orizontală a valorilor densității aparente este determinată de variabilitatea în spațiu a factorilor care determină densitatea aparentă: componența granulometrică, conținutul de humus, gradul de structurare, iar variabilitatea pe verticală presupune sporirea valorilor densității aparente pe profilul solului concomitent cu adâncimea [38, p. 98].

Un alt indicator al stării de calitate fizică a solului este porozitatea totală, valorile căreia invers corelează cu mărimile DA. Valorile optime ale porozității totale indică permeabilitate bună a apei și aerului, capacitate înaltă a solului de a reține apa. Valorile mari ale densității aparente reduc porozitatea totală [89, 115] și schimbă raportul între capacitatea de reținere a apei și capacitatea pentru aer, în favoarea primei [115].

Densitatea aparentă și porozitatea totală a solului sunt funcții ale conținutului materiei organice în sol, stabilității agregatelor structurale și fracționării acestora. Micșorarea materiei organice în sol mărește densitatea aparentă, scade porozitatea totală, reduce infiltrarea și capacitatea solului de a reține apa și aerul [86]. Dokuceaev V.V. în lucrarea „Картография русских почв” (1879) scria „... cernoziomul este înzestrat cu cele mai bune proprietăți fizice”, și „... anume humusul este componentul principal care favorizează proprietățile fizice pe care le are cernoziomul nostru” [200]. Cercetările efectuate de Boincean B. și colab. [14] în experiențe de câmp de lungă durată pe cernoziom tipic, atestă influența benefică a îngrășămintelor organice pe fondul celor minerale, asupra proprietăților agrofizice și biologice ale solului.

Mai mulți cercetători au constatat, că exploatarea intensă a solurilor Moldovei fără folosirea sistematică a îngrășămintelor organice (gunoi de grajd, compost, îngrășămintă verzi) duce la scăderea conținutului de humus în sol, uneori sub 2 % și prin urmare, la reducerea fertilității, înrăutățirea însușirilor fizice și agrochimice [2, 17, 68].

Evaluarea schimbărilor sezoniere ale proprietăților fizice din sol presupun o mai bună înțelegere a funcționării fizicii solului sub diverse sisteme tehnologice, ceea ce ajută la definirea strategiilor manageriale, care vor crea condiții fizice favorabile creșterii plantelor. Flexibilitatea fizică a solului, definită drept abilitatea intrinsecă a solului de a reveni de la stresuri la un nou echilibru similar stării inițiale este componenta cheie a calității fizice a solului [112].

Sistemele de lucrare a solului (convenționale și reduse) și intensitatea acestora modifică direct și indirect proprietățile solului precum: temperatura, umiditatea, densitatea aparentă, porozitatea, rezistența la penetrare, structura. În ceea ce privește sistemul No-till, unde solul nu

este mobilizat, evoluția acestor proprietăți este influențată mai mult de calitățile intrinseci ale solului, de stratificarea profilului, de condițiile climatice și managementul precedent [150].

Rezultate ale cercetărilor internaționale arată că, proprietățile solului în diverse sisteme de lucrare depind în mare măsură de tipul de sol, condițiile climatice, gradul de acoperire al solului cu mulci în sistemele conservative. Unii cercetători au obținut valori mai mari ale densității aparente în sistemele conservative, comparativ cu cele convenționale [98, 99, 107, 135], ori atestă valori mai mici ale densității aparente [124, 85] și însușiri hidrofizice mai bune în cadrul sistemelor conservative [162].

Badalikova B. și Hruby J. [82], au cercetat timp de 3 ani, influența diferitor sisteme de lucrare pe două tipuri de sol cu textură diferențiată. Rezultatele constată eficiența lucrărilor minime asupra principalelor proprietăți fizice ale solului. În ceea ce privește porozitatea totală, s-a observat reducerea acestui indicator odată cu creșterea adâncimii, ceea ce a dus și la creșterea densității aparente a solului.

În Lituania, cercetări de lungă durată (9 ani) ale influenței sistemelor de lucrare convențională și redusă asupra densității aparente au demonstrat, că în pofida sistemului aplicat, solul lucrat tinde să revină la starea sa originală – înregistrată în perioada de semănat, iar solul atinge propria stabilitate de echilibru pentru fiecare sistem în parte. După recoltare densitatea diferă semnificativ între variante. Cele mai mici valori ale densității au fost înregistrate în sistemele convenționale, iar cele mai mari în cele conservative [98].

Cercetările efectuate pe diferite soluri în România arată, că indiferent de agrocenoza cultivată, în comparație cu solul lucrat cu plugul cu cormană, densitatea aparentă (DA) are valori mai mari, iar în cazul utilizării altor unelte, mobilizarea solului este mai mică (cizel, paraplow, disc, combinator). Această creștere este, în general, în limite normale dacă lucrările solului se execută la umiditate adecvată [37]. În RM, Bucur Gh. și colab. [15, p. 11] atestă valori mai sporite ale DA la variantele cu lucrarea solului fără întoarcerea brazdelor. Aplicarea sistemelor de lucrare conservativă a solului (no-till și minim-till) timp de doi ani pe cernoziomurile din partea de Nord a țării a generat compactare mai mare a solului față de cele convenționale [155].

Cara M. [21] studiind trei sisteme de lucrare (arat la 20 cm, lucrat cu paraplow și lucrat cu grapa cu discuri) susține, că în cursul perioadei de vegetație DA oscilează pe adâncime în funcție de sistemul de lucrare utilizat. Valori scăzute ale densității aparente s-au înregistrat în varianta arată, iar în variantele paraplow și cizel s-au obținut valori medii intermediare între arătură și varianta lucrată cu grapa cu discuri.

Cercetări de lungă durată (4 ani) ale densității aparente și porozității totale sub influența a cinci metode de lucrare (convenționale, reduse, conservative și no-till), pe un sol argilo-lutos din

Cehia, într-o rotație grâu – soia arată, că la grâu diferențele între variante nu au fost semnificative, pe când pentru agrocenoza de soia - acestea sunt evidente. În ceea ce privește productivitatea – cele mai mari recolte de soia, în primul an de experiență au fost obținute în sistemul convențional, iar mai mici în cele conservative. În ceilalți ani de experiență, cele mai ridicate producții de grâu și soia au fost obținute sub sistemele conservative, pe când cele mai mici sub lucrarea redusă a solului [115]. Rezultate pozitive privind productivitatea grâului de toamnă cultivat în sisteme conservative (minim-till, no-till) comparativ cu cel convențional au fost obținute și de alți cercetători de peste hotare [73, 174].

Rezultatele studierii diferitor metode de lucrare de bază a solului în experiențe staționare de lungă durată din centrul RM arată, că în asolament este necesară alternarea arăturii și lucrării cu “ploscorez” – organ de lucru „laba găștei”. Culturile semănate dens tolerează lucrările minime (paraplow), la grâu poate fi utilizată grapa cu discuri, fără scăderi de producție [26]. Inițierea ulterioară a noi experiențe cu sistemul No-till au demonstrat, că productivitatea grâului de toamnă este mai mare pe varianta conservativă, comparativ cu cea clasică – arătură [76]. Cercetările asemănătoare din România au arătat, că lucrările minime ale solului cu cizelul pot substitui arătura de toamnă fără a afecta producția grâului de toamnă. Asemenea o fost observat, că în varianta cu paraplow - grâul de toamnă a înregistrat recoltă mai mare [171], iar tehnologia no-till nu cedează după nivelul de productivitate, în comparație cu sistemul convențional [87].

Porumbul necesită lucrări mai adânci ale solului. Lucrarea convențională a solului prin arătură determină de regulă obținerea celor mai ridicate producții de porumb [26, 50, 61, 90, 135, 153, 172]. În literatura de specialitate sunt atestate și rezultate ce demonstrează același nivel de productivitate a porumbului cultivat în sistemele conservative și convenționale [88].

Dezvoltarea culturilor agricole și recoltele acestora sunt influențate de compactarea solului [61, 121]. Compactarea straturilor subarabile ale solurilor agricole este o îngrijorare globală, datorită efectelor adverse asupra productivității culturilor și problemele mediului înconjurător. Creșterea rădăcinilor în stratul subarabil al solului poate fi inhibată de condițiile chimice și fizice nefavorabile. Condițiile fizice, determinante la proliferarea sistemului radicular în stratul subarabil, adeseori sunt datorate “hardpanului” – talpa plugului, care se formează sub stratul arabil [101] și se caracterizează cu densitate aparentă înaltă, număr redus de micropori și limitare mecanică suficient de mare pentru creșterea rădăcinilor [111].

Compactarea cauzează schimbări nefavorabile a valorilor densității aparente, porozității și rezistenței la penetrare a solului. În cadrul unei experiențe cu orz a fost observat, că densitatea rădăcinilor în stratul de sol de 0-30 cm precum și înrădăcinirea acestora în straturile subiacente s-a micșorat pe măsura creșterii numărului de treceri ale tractorului de la zero la șase. Densitatea

aparentă a solului crește pe rândurile cu circulația mașinilor agricole și este mult mai mare, comparativ cu rândurile ne traficate. Această variație a proprietăților solului poate modifica distribuirea sistemului radicular pe profil [117]. Efectele adverse ale orizonturilor solului compactate asupra creșterii rădăcinilor plantelor și productivității sunt recunoscute de mai mulți cercetători [96, 119, 143].

Răus L. și Jităreanu G. [61] în urma calculării coeficienților de corelație și a ecuațiilor de regresie constată că între producția obținută și valorile densității aparente și a rezistenței la penetrare există corelații negative, deoarece producția a scăzut odată cu creșterea stării de tasare a solului.

Schimbările de scurtă durată privind proprietăților fizice din sol pot avea loc sub influența diferitor factori precum: mașinile agricole, tipul de sol, topografia, clima [149] și specificul culturilor [127, 167].

Culturile de câmp au diferite tipuri de sisteme radiculare și sunt semănate în rânduri cu spațiere diferită. De aceea, adițional lucrărilor agricole, fiecare cultură poate cauza schimbări în condițiile fizice ale solului. Evaluarea efectelor rotației culturilor asupra sistemului de pori din sol a arătat, că fiecare sistem a afectat porozitatea solului diferit [102]. Deosebiri legate de porozitatea solului au fost menționate de Sasal M.C. și colab. [154], care au comparat culturile de soia, porumb și grâu de toamnă.

Medvedev V.V. [201] în baza multiplelor cercetări a ajuns la concluzia, că densitatea optimală a solului pentru o serie de culturi variază în limitele 1,1-1,2 g/cm³, iar uneori acest parametru este majorat frecvent cu 0,1-0,3 g/cm³ [4]. După Revut (1972), pentru majoritatea culturilor de câmp densitatea aparentă optimală a solurilor argilo-lutoase și lutoase este de cca. 1,0-1,25 g/cm³ [204], iar după Canarache A. [20, p. 54] solurile cu textură lutoasă se consideră a fi slab afânate la indicii DA mai mari de 1,25 g/cm³.

b) Structura

Structura reprezintă o caracteristică proprie solului, de o mare importanță pentru procesele fizice în parte, cât și pentru cele chimice și biologice care se petrec în sol și influențează sistemul sol-plantă-atmosferă. Structura este trăsătură distinctă a solului, funcție a tipului de pedogeneză și a unui șir de factori intrinseci: componență granulometrică, conținut și componență a humusului, alcătuire mineralogică a fracțiunii fin dispersate, componența cationilor adsorbiți. În regim natural dinamica stării structural-agregative a solului este determinată de modificările volumetrice cauzate de umezire-uscăre și, respectiv gonflare-contrație, materializate în valori ale densității aparente și rezistenței la penetrare [20, p. 45, 40 p. 56, 70].

Unii cercetători [141] consideră că, structura solului este configurația internă a matricii solului. Această proprietate, la general, este cea mai necesară condiție pentru creșterea plantelor, în special la etapele critice de germinare și răsărire. Formarea și menținerea agregatelor stabile este o particularitate esențială necesară solului arabil, un indice calitativ folosit pentru a aprecia acea condiție fizică în care solul este optimal afânat, friabil și cu asamblare poroasă. Structura favorabilă permite pătrunderea și mișcarea liberă a apei și a aerului în sol, ușurează cultivarea, germinarea, răsărirea plantelor și dezvoltarea sistemului radicular.

În concepțiile moderne “structura solului” reprezintă una dintre caracteristicile esențiale cu influențe directe asupra tuturor proceselor fizice, mecanice și biologice ce au loc în sol [62]. Solurile cu structură agronomică favorabilă, spre deosebire de cele nestructurate sau cu structură deteriorată, asigură plantelor condiții optime de creștere și dezvoltare. Din această cauză fertilitatea solului este strâns legată de starea lui structurală [59].

Mărimea agregatelor din sol determină în mare parte proprietățile fizice ale acestuia. Agregatele cu diametrul mai mic de 0,25 mm sunt numite micro-agregate, în timp ce agregatele cu diametrul cuprins între 0,25 și 10 mm sunt numite macro-agregate. Macro-agregatele, comparativ cu micro-agregatele au rezistență redusă la acțiunile mecanice și ale apei [158].

Rezistența structurii solului la stresurile externe este cunoscută drept stabilitatea acesteia. Sunt cunoscute două tipuri principale ale stabilității structurii solului: 1) abilitatea solului de a-și păstra structura sub acțiunea apei (hidro-stabilitate); 2) abilitatea solului relativ uscat de a-și menține structura sub acțiunea impactelor mecanice externe – asemenea stresurilor de compactare cauzate de roțile mașinilor agricole [140].

Una dintre importanțele evaluări agronomice a structurii solului este stabilitatea hidrică a agregatelor. Stratul arabil are o așezare stabilă dacă conține nu mai puțin de 40-45% agregate hidrostabile cu diametrul $>0,25$ mm, în caz contrar, solul este supus ușor tasării care conduce la înrăutățirea însușirilor fizice, în deosebi a permeabilității pentru apă și aer [55, 200].

Structura solului și stabilitatea agregatelor sunt factori cheie ale funcționării solului și capacității acestuia de a asigura creșterea culturilor [130].

Hidrostabilitatea structurală, indiferent de tipul de lucrare și perioada de vegetație, crește cu adâncimea. Analizele statistice ale valorilor medii au arătat, că lucrarea cu cizelul a favorizat intensificarea formării structurii drept consecință a acumulării materiei organice la suprafața solului [150].

Materia organică din sol are un rol important la obținerea producțiilor agricole. Intensificarea fluxului de substanță organică în stratul arabil duce la remedierea parțială a structurii solului,

majorează hidrostabilitatea agregatelor agronomic favorabile, micșorează densitatea aparentă [1, 22, 44, 55, 72, 109, 169, 200, 208].

Cercetările efectuate în RM au relevat, că solul fertilizat cu gunoi de grajd și gunoi + siderate a înregistrat un conținut mai sporit al agregatelor agronomic valoroase (10-0,25 mm). Aceasta implică ideea, că aplicarea îngrășămintelor organice diminuează efectele mecanice de modificare a structurii în cadrul pedogenezei antropizate. Solurile arabile de sub culturile de câmp cu diferite regimuri de întreținere suferă schimbări ale structurii în stratul 10-20 cm prin sporirea semnificativă a conținutului de agregate >10 mm, ca urmare a compactării acestuia [55].

Aratul de lungă durată (mai mult de 40 ani) a cernoziomului carbonatic fără introducerea îngrășămintelor a dus la majorarea părții disperse a solului, creșterii factorului de dispersie, care intensifică înrăutățirea capacității de agregare a solului. Introducerea îngrășămintelor minerale nu ameliorează esențial starea solului. În legătură cu aceasta, apare necesitatea de a introduce obligatoriu îngrășămintele organice [196]. Înierbarea și mulcirea, cât și lipsa lucrărilor tehnice, contribuie la păstrarea structurii solului utilizat sub livezi [32, 138].

Numeroase studii și cercetări au arătat, că unele componente granulometrice ale solului au rol decisiv în formarea agregatelor structurale. Dintre diferitele fracțiuni granulometrice cele mai importante sunt particulele fine (argila coloidală și argila fizică). Este importantă de asemenea cantitatea de argilă, originea mineralogică, mărimea, suprafața specifică și chiar modul de orientare a particulelor. Efectul fracțiunii argiloase este cu atât mai puternic, cu cât este mai scăzut conținutul de materie organică, dar el devine nesemnificativ atunci când materia organică se află în cantitate mare. Elementele structurale formate în orizonturile lipsite de humus (sau cu conținut redus al acestuia), în contact cu apa, se desfac în particule primare și în elemente structurale, de regulă sub 0,25 mm, ceea ce are drept efect tasarea solului. Agregatele structurale glomerulare din solurile cu textură medie, cu conținut apreciabil în humus saturat cu calciu sunt stabile și în prezența apei [38, p. 90-91]. Oxidarea rapidă a materiei organice din sol odată cu intensificarea agriculturii cauzează deteriorarea proprietăților fizice [159].

Structura solului este proprietatea de cele mai multe ori aplicată la determinarea calității solului sub diferite practici de folosire a terenurilor și sisteme de lucrări ale solului, fiind de obicei evaluată indirect din datele proprietăților precum: conținutul carbonului organic din sol, densitatea aparentă, porozitatea, rezistența solului la penetrare, rata de infiltrare. Aceste proprietăți pot fi folosite în calitate de indicatori ai calității fizice a solului [149]. Operațiunile agrotehnice și schimbările din mediul înconjurător modifică structura solului [161]. Pierderea integrității structurii solului duce la micșorarea volumului de sol, creșterea densității aparente, micșorarea porozității [139].

Cercetările efectuate de Abid M. și Lal R. [72] în staționar de lungă durată (13 ani) arată, că stabilitatea agregatelor din sol a crescut sub sistemul tehnologic No-till, comparativ cu lucrarea solului cu cizelul, însă cu diferență semnificativă doar pentru stratul 0-10 cm.

Lucrarea solului, de obicei, are menirea de a crea artificial condiții optime de afânare a stratului arabil al solului pentru creșterea plantelor și formarea recoltelor. Rădăcinile plantelor necesită apă și oxigen, ambele fiind furnizate prin intermediul solului. Proprietățile fizice ale stratului arabil dirijate prin sistemul tehnologic aplicat, includ densitatea aparentă și structura solului. Lucrarea solului cauzează schimbări privind componența agregatelor mici și mari, la fel și distribuirea acestora pe profil. Îmbunătățirea stabilității structurii solului prezintă interes de mai mulți ani, deoarece solul trebuie să-și păstreze condițiile fizice, chimice și biologice favorabile, mai ales când este expus la acțiunea apei și altor stresuri externe aplicate [91].

Lucrările mecanice prea numeroase și necorespunzătoare condițiilor, contribuie la distrugerea structurii solului [11, 93]. Executarea arăturii solului cu umiditate prea mare sau prea mică duce la formarea de brazde, curele sau bulgări mari. De asemenea, pășunatul irațional, mai ales în miriște, duce la deteriorarea structurii [11, p. 143-144].

Lucrarea solului distruge agregatele structurale și provoacă compactarea solului, dereglează activitatea microflorei și faunei din sol, care contribuie la agregarea masei minerale a acestuia [148]. Traficul mașinilor, lucrarea solului și pierderea materiei organice din sol au efecte adverse asupra calității structurii, care duce la compactare [105].

Cercetările multianuale efectuate de Jigău Gh. [39] în cadrul diverselor sisteme de întreținere a solului au arătat, că componența granulometrică și fracțiunea de argilă fină sub influența impactului agricol nu suferă modificări, drept urmare, în măsură mai mică influențează evoluția nefavorabilă a factorilor fizici de fertilitate. Mai receptivi la presiunile agricole sunt: indicele de așezare, de stabilitate a agregatelor structurale și de porozitate. Structura solurilor agricole este influențată de două procese contrar opuse: bolovănirea și pulverizarea, consecințele negative ale cărora adesea se acumulează de la un an la altul, de la o etapă la alta, ajungând să devină factori limitativi în definirea capacității productive a solului. Cercetările în cadrul mai multor regimuri de întreținere a solurilor au arătat, că remedierea stării fizice a solurilor poate fi realizată prin implicarea unui complex de măsuri organizatorice, agrotehnice, agrochimice și fitotehnice.

Solurile, în lipsa aplicării îngrășămintelor organice de obicei au un conținut mai mic de materie organică și masă microbiologică, la fel se caracterizează cu densitate aparentă mai mare, iar agregatele sunt rezistente doar în condiții uscate și mai puțin rezistente la acțiunea apei. Îngrășămintele afectează structura solului, dar sub aspect chimic și fizic diferit [137].

La general, ionul de Ca^{++} este mult mai efectiv la îmbunătățirea structurii solului, comparativ cu cel de Mg^{++} [183]. În ceea ce privește cationul de Na^{++} , acesta poate dispersa argila, iar rezultatul acestui proces este distrugerea agregatelor [129].

Materia organică din componența agregatelor se descompune lent, ceea ce determină stabilitatea agregatelor. Cercetările efectuate de Simansky V. și colab. [161] au arătat, că structura solului este mai puțin vulnerabilă pe varianta cu lucrarea redusă a solului, comparativ cu sistemul convențional. Coeficientul vulnerabilității poate fi influențat de umiditatea solului, conținutul de calciu și materia organică.

Studierea mai multor variante de lucrare a solului (timp de 4 ani) a evidențiat, că sistemele conservative de lucrare a solului facilitează păstrarea și îmbunătățirea structurii solului, efecte datorate lipsei distorbanței solului și reziduurilor organice cu rol de protecție de la suprafață. Semănatul direct, deși stopează eventualele degradări ale solului, nu asigură sporuri de producție [108].

1.3. Starea actuală privind indicii fizico-mecanici ai solului

a) Rezistența la penetrare

Proprietatea particulelor de sol de a se mișca una față de alta, de a se împotrivi forțelor de strivire și penetrării diferitor obiecte în interiorul solului sunt legate de mecanica solului – știință care studiază proprietățile fizico-mecanice ale solului [198, p. 25]. Rezistența solului la penetrare este capacitatea lui de a se opune la pătrunderea unui corp rigid. Acest parametru este ușor de determinat, atât în teren cât și în laborator cu ajutorul penetrometrului [53]. Penetrometrele manuale sunt dispozitive simple, relativ ieftine folosite pe larg la studierea rezistenței solului la penetrare în cadrul diverselor tehnologii agricole [177].

Rezistența solului la penetrare este un indicator important care caracterizează calitatea fizică a solului. Acesta este folosit în scopul cuantificării calității solului [134], indentificării straturilor cu grad sporit de compactare [134, 170], estimării rezistenței solului la arat, aprecierii condițiilor răsăririi și dezvoltării sistemului radicular al plantelor [104].

Mai mulți cercetători de peste hotare au arătat, că pentru majoritatea culturilor creșterea sistemului radicular diminuează sau se stopează din moment ce rezistența solului la penetrare depășește 2 Mpa (sau cca. 20 kgf/cm²) [104, 134]. Korciaghin A.A. și colaboratorii [198, p. 36] menționează, că pentru solurile cu textură lutoasă valoarea critică a rezistenței la penetrare este de cca. 30 kgf/cm², ceea ce provoacă pătrunderea anevoioasă a sistemului radicular în sol, tergiversarea dezvoltării plantelor. După Bahtin P.U. [189, p. 118] valorile maxime ale penetrării solului pentru majoritatea culturilor cerealiere, peste care brusc se înrăutățesc condițiile de

dezvoltare, sunt 15-19 kgf/cm², pentru culturile perene – 5-10 kgf/cm², iar pentru cartof – 5 kgf/cm². Cel mai ușor sunt lucrate solurile cu valori ale penetrării cuprinse între 10-20 kgf/cm².

Rezistența la penetrare este un parametru important în studii geotehnice și evaluării diverselor tehnologii agricole. Este un parametru dependent de tipul de sol și proprietăți cum ar fi textura, umiditatea, densitatea aparentă, porozitatea, materia organică. Aceasta implică dificultatea procesării datelor obținute în timp și spațiu pentru soluri, variabilități ale umidității, câmpuri, activități de lucrare a solului [176].

Pentru a reduce influența umidității solului asupra rezistenței la penetrare se recomandă obținerea datelor la umiditatea solului apropiată capacității de câmp [165], ori de corectat datele obținute la umidități diferite cu cele ale capacității de câmp pentru apă [176].

O serie de cercetări au demonstrat dependență mare între penetrare și umiditate. Această legitate este valabilă pentru toate culturile, iar după Kacinskii și Ursulov A.N. (citați de Bahtin P.U.) dependența penetrării solului de umiditate este semnificativă doar pentru solurile bine structurate (structură grăunțoasă) [189, p. 117]. Totodată s-a stabilit, că rezistența la penetrare a solului este un indice mult mai sensibil, comparativ cu densitatea aparentă, în ceea ce privește efectele managementului agricol. Măsurările acestui parametru pot furniza o imagine complexă a efectelor compactării și stării umidității solului [135]. O serie de studii în laborator și câmp au corelat rezistența solului la penetrare cu densitatea aparentă, porozitatea, conținutul de apă, textură sau plasticitate prin intermediul ecuațiilor de regresie [94, 113, 181].

Unii cercetători consideră, că rezistența la penetrare este mai mică în cadrul lucrărilor convenționale, comparativ cu cele minime [160], iar valori mari ale rezistenței solului la penetrare în sistemele conservative reduc creșterea sistemului radicular [136].

Studii efectuate în România, în cadrul diverselor sisteme tehnologice au arătat, că rezistența la penetrare a avut cele mai mari valori, cu diferențe semnificative față de martor, în varianta lucrată cu grapa cu discuri. Variantele arate la 20 cm și lucrate cu cizelul au avut valori apropiate între ele și apropiate de martor, iar arătura la 30 cm este cea care a dovedit statistic diminuarea tasării, indiferent de condițiile climatice [61].

Indiferent de sistemul tehnologic aplicat, rezistența solului la penetrare crește cu adâncimea și pe parcursul perioadei de vegetație, de la semănat la recoltare [171].

Riley H.C.F. și colab. [152] comparând sisteme clasice cu sisteme în care lucrarea de bază se face fără întoarcerea brazdei arată diferențe marcante ale rezistenței la penetrare pe intervalul 33-36 cm. Acest fapt indică existența “hardpan-ului” pe variantele lucrate cu plugul. Valori mai

mici ale rezistenței la penetrare sunt înregistrate pe varianta cu lucrarea minimală a solului - cu combinatorul timp de 10 ani.

Sisteme efective de lucrare a solului sunt considerate acele capabile să creeze condiții bune de umiditate, temperatură și rezistență a solului la penetrare, optime pentru răsărirea și dezvoltarea plantelor, creșterii nestingherite a sistemului radicular [126].

Productivitatea culturilor poate fi redusă din cauza compactării solului, manifestată prin rezistență la penetrare majorată, care împiedică creșterea sistemului radicular, limitează utilizarea eficientă a apei și substanțelor nutritive de către plante [61, 117]. Cercetările efectuate de Ishaq M. și colab [117] au atestat, că compactarea stratului subarabil, manifestată prin creșterea densității aparente și rezistenței la penetrare a micșorat absorbția elementelor nutritive și creșterea rădăcinilor la culturile de grâu de toamnă și sorg.

Mai multe studii au stabilit corelații strânse între rezistența la penetrare și creșterea sistemului radicular [123, 125, 144], precum și influența ei asupra recoltei [61, 166, 180].

Pe cernoziomurile din România, pierderile în urma compactării se manifestă prin scăderea recoltei totale cu 5 %, creșterii consumului de combustibil cu 5 % în cadrul operațiunilor de lucrare a solului [175].

b) Aderența

Fenomenul adeziunii solului a ocupat întotdeauna un loc proeminent printre pedologi, ingineri și fermieri, întrucât este una din cele mai problematice proprietăți agrofizice [122].

Adeziunea este proprietatea solului umezit la consistența plastic lipicioasă de a adera la obiectele cu care vine în contact. Această proprietate fizico-mecanică este determinată de forțele de atracție între particulele de sol și suprafața uneltelor prin intermediul peliculelor de apă. Forțele de atracție între particulele de sol devin mai mici decât cele dintre particulele și obiectele cu care vine în contact [11, p. 152-153].

Forța aderenței este definită drept forța necesară de a separa două materiale aderente. Aderența solului la suprafețe solide depinde de forțele capilare ale peliculei de apă ce apare la interfața dintre sol și obiect. Forțele capilare cresc odată ce grosimea peliculei de apă se micșorează. Aceste forțe stimulează deplasarea apei de la interfață în interiorul matricei solului, astfel că volumul lichidului de la interfață se reduce. Forțele capilare depind de proprietățile mineralogice ale argilei, la fel și de starea de saturație a matricei solului [84].

Sunt o mulțime de mecanisme prin care două particule din natură exercită forță una asupra alteia; forța de atracție dintre acestea este un fenomen natural obișnuit. În dependență de tipul particulei, forța poate fi coezivă – dacă două particule sunt din același material parental, ori pot fi adezive – dacă ambele sunt din material parental diferit. Coeziunea și aderența sunt fenomene

moleculare, care au loc la interfață de lichid sau gaz, rezultând din interacțiunile electrice ale particulelor microscopice solide [81].

Proprietățile adezive ale solurilor aparțin proprietăților geotehnice. De aceea este important de a înțelege fizica aderării solului la obiectele metalice [84], întrucât aderența solului la suprafețele de lucru ale mașinilor și echipamentelor agricole afectează calitatea lucrărilor, majorează consumul de energie, limitează timpul și modalitatea lucrării solului [27, 110, 122, 189, 197], determină în mare măsură rezistența la arat [56], iar în cazuri extreme (la umiditate mare a solului) nu permit mașinilor să se deplaseze [122]. Aderența solului la organele de lucru ale mașinilor de semănat micșorează considerabil rata apariției semănăturilor [127], iar tehnicile menite să reducă aderența solului sunt importante și la recoltarea rădăcinoaselor cum ar fi sfecla pentru zahăr [178].

Aderența solului este o sistemă complexă polifazică [122] influențată de un șir de factori: mecanici, fizici, fizico-chimici, chimici ș.a. [189].

Adezivitatea depinde de textura solului [127, 197], fiind mai mare la soluri cu textura fină decât la cele cu textură mijlocie și grosieră [11]. Solurile argiloase sunt mult mai adezive decât cele lutoase și nisipoase. Altfel spus forța aderenței este invers proporțională cu diametrul particulelor din sol. Aderența solurilor argiloase diferă de la sol la sol și depinde de natura particulelor argiloase – compoziție mineralogică [197], mărimea lor și materialul parental. Aderența la fel este influențată de capacitatea de schimb cationică din sol – forțele adezive se micșorează conform șirului: K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , H^+ , Fe^{+++} , Al^{+++} [122]. Ionii monovalenți de sodiu și potasiu din complexul adsorbtiv imprimă solului o adezivitate considerabil mai mare față de ionii de calciu și magneziu [11, 197]. Astfel, aderența solurilor castanii saturate cu Na este egală cu 30,7; Ca – 17,4 și Fe – 14,2 g/cm² [189, p. 22].

Prezența sau absența materiei organice și conținutul acesteia în sol are un efect semnificativ asupra aderenței [122, 127, 189, 197]. Cercetări ale aderenței solului efectuate pe cernoziom carbonatic au arătat că îngrășămintele organice (gunoiul de grajd) a micșorat aderența solului [77].

Adeziunea crește odată cu majorarea conținutului de umiditate din sol – atinge valoarea maximală și descrește la majorarea ulterioară a conținutului de apă [67, 81]. De obicei, forțele adezive sunt maxime când conținutul de apă din sol este între limitele inferioară și superioară de plasticitate [122, 127]. Pentru cernoziomuri umiditatea aderării inițiale coincide cu umiditatea limitei inferioare a plasticității. Aceasta din urmă este limita superioară la care se permite lucrarea solului. După Kacinskii, această limită se află la umiditatea solului cu 2-3 % mai mică decât umiditatea la care solul începe să adere. La această umiditate rezistența la penetrare a solului nu

este mare (10-20 kg/cm²), dar încă se păstrează aderența în interiorul solului, care ajută la agregarea solului în bulgări [189, p. 32-33].

Vadiunina [190] pentru prima dată a demonstrat, că diferite tipuri de sol au valori diferite ale umidității la care solul începe să adere, iar cu majorarea dispersiei și deteriorării structurii solului, aderența crește [11, 77, 190].

Investigații asupra efectelor densității aparente și umidității solului asupra aderenței constată că, solurile afânate sunt mai puțin adezive comparativ cu cele umede și compacte [122].

Influența antropică prin lucrarea solului modifică semnificativ plasticitatea și aderența. În ecosistemul antropizat pierderea humusului, structurii solului și altele majorează semnificativ aderența (de 10 ori mai mare) comparativ cu ecosistemul natural. Este evident, că procesele de degradare prin dehumificare, destructurare influențează indicii fizico-mecanici. Lucrările în condiții peste umiditatea optimală duc la compactarea orizonturilor arabile și subarabile, cu toate consecințele degradărilor agrofizice, exprimate prin regimul de aerație, nutritiv, biologic și altele. Aderența solului poate fi utilizată ca parametru diagnostic în aprecierea nivelului de impact antropic în cadrul agroecosistemelor [79].

Aderența solului față de obiecte mai depinde și de caracteristicile materialului de contact [56, 81], suprafața obiectelor, viteza de lucru, forțe externe și mediu [122]. Rezistența alunecării va depinde și de unghiul de frecare dintre sol și interfață [127]. Având în vedere că principalele corpuri folosite în practică sunt metalice, ne interesează cu precădere frecare sol-metal. Aceasta depinde atât de adeziunea solului, cât și a metalului, utilizându-se și unele procedee speciale de tratare a suprafețelor metalice ale uneltelor agricole, care să reducă frecarea externă [56].

Măsura principală care duce la reducerea efectului adeziunii și a forțelor de frecare externă manifestate în timpul efectuării lucrărilor agricole o constituie alegerea momentului optim sau al „maturizării fizice” a solului, când umiditatea sa nu trece de limita la care adeziunea crește puternic [53, 56]. Evidențierea umidității optimale de lucrare a solului în baza cercetării plasticității și aderenței pot indica metode de atenuare a degradării solului prin măsuri de lucrare, iar în consecință – economisirea resurselor energetice [79].

c) Plasticitatea

Plasticitatea este proprietatea solului ca într-un anumit interval de umiditate, sub acțiunea unor forțe exterioare să-și schimbe forma fără a se crăpa sau sfărâma, și s-o mențină după încetarea acțiunii și după uscare [11, 133].

Factorii principali care determină plasticitatea solului sunt conținutul de argilă, tipul mineralelor argiloase, cationii adsorbiți și conținutul materiei organice din sol [106, 189]. La fel plasticitatea solului este favorizată de: forma discoidală a particulelor de argilă care în stare umedă

pot aluneca unele peste altele fără frecare mare; prezența particulelor fine disperse care în stare umedă joacă rol de lubrifiant; existența particulelor coloidale în jurul particulelor grosiere de sol.

La un anumit grad de umiditate moleculele de apă periferice din jurul particulelor coloidale se desprind ușor de acestea sub acțiunea forțelor exterioare. Devenind libere ele au rolul unui lubrifiant, care micșorează frecarea interioară și favorizează alunecarea particulelor argiloase.

Plasticitatea se manifestă numai la soluri cu textură mijlocie și fină. La același conținut de argilă ($<0,002$ mm) plasticitatea cea mai ridicată se înregistrează în soluri în care predomină mineralul argilos de tip montmorilonit. Argilele caolinitice au plasticitate mai redusă, iar argilele de tip haloisit nu posedă această proprietate [11 p. 151-152, 106].

Cationii bivalenți (Ca^{++} și Mg^{++}) tind să majoreze ambele limite ale plasticității solului. Datorită razei ionice mai mari, Mg are efecte mai puternice asupra limitelor plasticității comparativ cu Ca. Cationii monovalenți (K^+ și Na^+) reduc sau majorează limitele plasticității – în timp ce cationul de K^+ tinde să micșoreze plasticitatea solului, cel de Na^+ o majorează.

Materia organică din sol are o capacitate mare de adsorbție pentru apă. Pelicula de apă din jurul particulelor de sol nu se formează până nu are loc hidratarea completă a materiei organice. De aceea materia organică majorează limitele plasticității, dar mai puțin afectează indicele de plasticitate. Asemenea se ține cont de conținutul, tipul și calitatea materiei organice din sol. Spre exemplu, în soluri de aceeași textură și conținut de materie organică prezența lipidelor cu catene lungi tind să modifice limitele plasticității la un conținut mai mare de apă [106].

Humusul influențează coeziunea și plasticitatea solurilor. Conținutul ridicat de humus în sol maschează plasticitatea, reduce posibilitatea formării bulgărilor [11 p.151-152, 209]. Materia organică poate majora valorile limitei inferioare de plasticitate fără a majora magnitudinea indicelui de plasticitate. Altfel spus, două tipuri de sol pot avea același indice de plasticitate, dar plasticitatea se poate manifesta la grade diferite de umiditate [164].

Plasticitatea se manifestă numai la anumite grade de umiditate. Solurile uscate și prea umede nu au această proprietate. Cantitatea minimă de apă (% g/g) la care apare plasticitatea reprezintă **limita inferioară a plasticității**, iar cantitatea maximă de apă până la care se menține este denumită **limita superioară a plasticității**.

Domeniul de umiditate în care solul este plastic definește indicele de plasticitate:

$$I_p = W_l - W_p$$

Unde: I_p – indicele de plasticitate; W_l – limita superioară de plasticitate (% g/g); W_p - limita inferioară de plasticitate (% g/g) [11, p. 151-152].

Limitele plasticității Atterberg - divizează starea de consistență a solului, care la rândul său prezintă gradul de rezistență a solului la deformare [156].

În stare plastică, solul poate fi modelat și răsucit fără a se rupe, crăpa ori fărâmița. Limita inferioară de plasticitate presupune ca particulele solului să alunece liber și ușor una de alta și totodată să fie puternic atrase una de alta de forțele de coeziune. Aceasta de obicei necesită prezența mineralelor argiloase și a materiei organice, astfel comportamentul plastic ori plasticitatea tinde să se manifeste doar în solurile cu textură fină bogate în argilă [104].

Conținutul de argilă este legat de limitele plasticității [92, 131]. În orizonturile B și C, conținutul total al argilei este cea mai importantă variabilă de care depind limitele plasticității, pe când în orizonturile Ap, conținutul materiei organice influențează plasticitatea la fel ca și argila [92].

Plasticitatea solului este o proprietate fizică importantă, frecvent determinativă pentru lucrarea solului, semănatul și recoltarea la timpul oportun, precum și în scopuri de clasificare a solurilor și efectuarea tehnicilor ameliorative [100].

Plasticitatea ridicată are influență negativă asupra creșterii rădăcinilor plantelor, datorită fenomenelor frecvente de gonflare și contracție ce se manifestă prin modificarea stării de umiditate a solurilor. Datorită plasticității mari unele soluri (vertisoluri, lăcoviștile etc.) opun rezistență mare la arat și au un interval foarte scurt la care se pot lucra în cele mai bune condiții, un consum mai mic de carburanți, lucrări de calitate. La un conținut scăzut de apă sau prea ridicat arătura este necorespunzătoare, nu realizează indici de calitate, fiind prea bolovănoasă sau prezintă brazde slab revărsate, lucioase, sub formă de „curele” [56].

Solurile plastice opun rezistență mai mică agregatelor mecanice. Cu cât e mai mare plasticitatea, cu atât solul formează mai multe cărări la trecerea agregatelor [197, p. 142].

Din punct de vedere agrotehnic, limita inferioară de plasticitate reprezintă cea mai importantă caracteristică a solului [100], folosită larg pentru a proiecta momentul în care solul poate fi lucrat fără a cauza compactare excesivă ori distrugerea structurii. Majoritatea solurilor agricole nu sunt traficabile și suportă compactare semnificativă când acestea au un conținut de apă mai mare decât acel al limitei inferioare de plasticitate. Totuși, condițiile optime de lucrare a solului adesea au loc la umiditatea limitei inferioare de plasticitate sau chiar mai jos de această limită. Astfel, acest indice, adesea este folosit în calitate de parametru cheie pentru a determina când lucrarea solului va cauza beneficii maxime ori viceversa [104]. Dacă la un conținut aproximativ egal de argilă coloidală limita inferioară de plasticitate (W_p) este mai mare, intervalul de umiditate oportun lucrărilor agricole este mai larg, însoțit de intervalul de timp favorabil lucrărilor calitative ale solului cu rezistență și cheltuieli de energie mai mici [100].

Atunci când limita inferioară a plasticității solului și capacitatea de câmp pentru apă sunt similare, solul poate fi lucrat și semănat îndată ce se scurge apa gravitațională, iar solul conține

cantitatea maximă de apă disponibilă plantelor. Această situație a fost constatată pentru multe soluri din Anglia. În contrast, o bună parte din vertisoluri din Australia, Kirby au umiditatea limitei inferioare a plasticității și coeficientului de ofilire egală [104]. Cu cât e mai mare indicele de plasticitate cu atât solul conține mai multe particule argiloase.

Solurile ce conțin mai multă substanță organică (humus) au umiditatea limitei superioară și inferioară a plasticității mai mare decât a solurilor cu conținut mai mic de humus. De aici rezultă că lucrarea primei categorii de soluri poate fi făcută la o umiditate mai mare decât a celei de a doua categorie. Se consideră o cauză de bază a plasticității solului - hidrofilitatea. Cu cât solul conține mai mult humus hidrofob, cu atât plasticitatea este mai mică. Plasticitatea solului crește cu mărirea corelației $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ de la 2 până la 6-7, și dispare la indicele mai mic de 2 [189, p. 9-10].

Cercetările din RM ale plasticității solurilor cenușii molice din agroecosisteme au constatat modificarea semnificativă a acestui indice sub influența lucrării solului, comparativ cu ecosistemele naturale. Impactul antropic a micșorat indicele de plasticitate la doar 2-4% și indică valori sensibile de trecere de la limita superioară la cea inferioară, proprietăți care prin lucrarea solului implică pierderea apei din sol, desstructurarea la traficabilitatea mașinilor agricole, înrăutățirea condițiilor de formare a patului germinativ la semănat și altele [79].

Limitele plasticității (inferioară și superioară) sunt proprietăți importante ale solului care pot furniza informații privind comportamentul mecanic al solului. Cercetări ale limitelor plasticității efectuate pe soluri agricole au arătat corelații strânse ale acestora cu conținutul de argilă din sol. Limita superioară a plasticității corelează mult mai strâns cu argila, comparativ cu limita inferioară. Materia organică are un efect puternic asupra limitei inferioare de plasticitate. Acest fapt a fost evident demonstrat la evaluarea solurilor cu textură similară și conținut diferit de materie organică [120].

d) Gonflarea

Gonflarea este proprietate fizico-mecanică importantă a solului, care de rând cu alte proprietăți ajută la înțelegerea genezei solului și evidențierii comportării solului sub impact agricol. Gonflarea din punct de vedere fizic este proces care are loc la interacțiunea apei cu complexul dispers eterogen [210]. Cauza principală care determină gonflarea solului este formarea presiunii difuze în peliculele de apă care înconjoară particulele solului, ceea ce cauzează îndepărtarea acestora, vizual manifestată prin majorarea volumului probei de sol.

În sol, gonflarea se observă la diapazonul de umiditate ce depășește higroscopicitatea maximală. În acest caz gonflarea este de geneză osmotică [212]. În cele din urmă gonflarea este determinată de energia periferică a particulelor solului [210].

S-a constatat, că solul mai dispers, cu mai multe fracțiuni argiloase, mai mult gonflează [8, 210, 212]. Gonflarea este mai evidențiată la mineralele argiloase cu rețea în extensiune, ceea ce permite absorbirea apei nu numai la suprafață cât și înăuntrul mineralelor. În aceste cazuri volumul coloizilor poate să se mărească de cca. 2 ori [8, 197]. Schimbări pronunțate de volum se înregistrează cu o frecvență ridicată în cazul mineralelor argiloase smectitice [53]. De obicei tipul specific al argilei, cantitatea acesteea, fluctuațiile de apă și presingul de moment sunt trei parametri de bază care controlează procesul contracției și gonflării. Investigațiile privind influența particulelor argiloase a solului mai mici de 0,005 mm a arătat, că majorarea fracțiunii argiloase mărește amplitudinea și rata gonflării solului [95]. Deseori apar dificultăți în prognozarea potențialului gonflării solurilor cu mai multe tipuri de minerale [168].

Tipul de cationi din complexul coloidal al solului (CCS) la fel influențează gonflarea [95, 116, 132]. Cu cât este mai mare capacitatea de adsorbție cationică și conținutul ionilor hidrofilii, cu atât mai mult se manifestă gonflarea solului [212], iar în prezența cationilor metalici monovalenți (Na^+ , K^+) schimbările de volum sunt mai intense [11, 53, 197].

O latură ce evidențiază caracterul osmotice al gonflării constă în faptul, că majorarea concentrației sărurilor solubile în soluția solului micșorează capacitatea osmotice a ionilor din sol, iar prin urmare gonflarea scade. Din aceste considerente gonflarea solurilor argiloase cu capacitate de adsorbție înaltă poate fi neînsemnată, dacă soluția solului este excesiv mineralizată. Astfel, solonețurile argiloase cu conținut mare al ionului de Na în complexul coloidal și mineralizare redusă a soluției solului gonflează destul de bine. Pe când solonceacurile, chiar și cele cu textură argilooasă și prezența Na^+ în CCS nu sunt în stare să gonfleze din cauza concentrației mărite a sărurilor ușor solubile [212].

Gonflarea cernoziomurilor este în mare măsură influențată de conținutul și calitatea humusului din sol. Particulele substanțelor humice prezintă polielectroliți gelificați de natură amfoteră ce gonflează în soluția solului. Compusul de bază al substanței humice este de natură plastică. Particula coloidală a substanței humice este un amfolit afănat cu gonflare ridicată.

Distrușgerea substanței organice influențează mult schimbările proprietăților fizice ale solului. În procesul lucrării permanente a solului are loc mineralizarea substanței organice, iar în primul rând se mineralizează fracțiunile hidrofile [210]. S-a constatat că, un gram de humus poate reține 3-5 g apă și are capacitate ridicată de schimb cationic și saturația complexului argilo-humic cu baze schimbabile, precum și capacitate mare de a complexa ionii metalici [58].

Pedologii recunosc că procesul gonflării solului poate fi prognozat în urma examinării în combinație a proprietăților fizice, chimice și mineralogice [95]. Proprietățile solului care

influențează potențialul gonflării sunt: geneza mineralogică a argilei și conținutul acesteia; soluția solului; suțiuarea solului; plasticitatea [95, 116]; structura solului; densitatea solului [95, 163, 164]; materia organică; concentrația oxizilor de fier și aluminiu [132, 163, 164].

Condițiile de mediu care influențează potențialul gonflării sunt: condițiile inițiale ale umidității; variațiile umidității cauzate de climă, ape freactice, intervenții antropice, vegetație, permeabilitate și temperatură; condiții de presing cauzate prin condiții in situ, profilul solului, încărcătură, impactul de lungă durată [95]. Este considerat că potențialul gonflării solului corelează direct cu limitele Atterberg, argila coloidală, contracția, densitatea solului [182].

Gonflarea este un important indice ecopedologic și agronomic care indirect caracterizează proprietățile fazei solide a solului. Se consideră, că gonflarea poate fi utilizată în diagnosticarea modificărilor negative incipiente ale fazei disperse din sol. Devierea gonflării solurilor în agroecosisteme comparativ cu solurile din ecosistemele naturale, indică ritmul degradărilor influențate de impactul antropogen. În literatură sunt insuficiente date privitor la gonflarea solurilor Moldovei [8].

Cercetările demonstrează diferențieri ale aderenței și gonflării solului în dependență de modul de utilizare a agroecosistemului [6]. Determinarea gonflării poate fi recunoscută ca metodă de diagnosticare a modificărilor antropice ale solurilor la diferite impacte [8].

Până în prezent cercetarea proprietăților fizico-mecanice a solului a fost efectuată în aspectul genetic al solurilor din RM, la nivel de tip și subtip de către Andriucă Valentina [186], iar evaluări la nivel de agroecosistem au fost aplicate doar sporadic [77, 79].

Problema de cercetare și direcțiile de soluționare. Evaluarea comparativă a proprietăților agrofizice și fizico-mecanice în diverse agroecosisteme și agroecenoze în scopul evidențierii unor parametri ecopedologici capabili să capteze operativ reacția de răspuns a solului la impactul antropic și aplicarea tehnologiilor de tergiversare a degradărilor la lucrarea solului și aplicarea îngrășămintelor minerale și organice.

Direcțiile de soluționare au fost: cercetarea și evaluarea modificărilor indicilor ecopedologici agrofizici și fizico-mecanici ai cernoziomului carbonatic în asolament de lungă durată și culturi permanente, în dependență de sistemul de lucrare a solului și postacțiunea îngrășămintelor; cercetarea în dinamică a modificărilor și evaluarea comparativă a unor indici fizico-mecanici capabili în diagnosticarea degradării impactului antropic; aprecierea productivității și eficienței energetice a agroecosistemului pentru tehnologiile aplicate și evidențierea celor durabile.

Scopul și obiectivele tezei. Scopul cercetărilor este de a evalua indicii fizico-mecanici și agrofizici ai solului în raport cu tehnologiile aplicate în agroecosisteme pentru identificarea

elementelor tehnologice prietenoase solului capabile să majoreze eficiența energetică a agroecosistemului.

Pentru realizarea scopului au fost trasate următoarele obiective: aprecierea însușirilor fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic utilizat sub diverse agroecosisteme în asolament, culturi permanente, ogor negru, pârlăoagă; cercetarea proprietăților agrofizice ale solului în agroecosistemele studiate în diferite perioade de vegetație; evaluarea indicilor fizico-mecanici ai cernoziomului carbonatic arabil folosit în asolament, culturi permanente sub diverse sisteme de lucrare a solului și fond de fertilizare în comparație cu cernoziomul carbonatic lăsat pârlăoagă; identificarea elementelor tehnologice de remediere și reducere a degradării solului în baza cercetărilor efectuate; aprecierea recoltei culturilor de câmp în asolament și în cultură permanentă în funcție de tehnologia aplicată; determinarea eficienței energetice a agroecosistemelor în funcție de tehnologiile aplicate.

1.4. Concluzii la capitolul 1

1. Proprietățile fizico-mecanice înregistrează efectele de scurtă și lungă durată la care este supus solul din agroecosisteme. Supravegherea și evaluarea modificărilor acestora în timp și spațiu permite identificarea unor acțiuni de management agricol prietenos agroecosistemului, evidențiat prin verigi tehnologice de autosusținere pentru crearea agroecosistemelor durabile.
2. Proprietățile fizico-mecanice ale solului (aderența, plasticitatea) influențează calitatea lucrărilor aplicate, consumul de combustibil, intervalul de timp favorabil operațiunilor agricole. Aderența și plasticitatea solului pot fi utilizate pentru a proiecta momentul oportun la care solul poate fi lucrat cu minimum degradări.
3. Cercetările din domeniul fizicii solului demonstrează unanim, că nu există un sistem unic de lucrare a solului, datorită diferențelor locale, îndeosebi condiții climatice și sol.
4. Rezultatele cercetărilor naționale și internaționale privind starea de așezare a stratului activ de sol în funcție de sistemul de lucrare aplicat atestă, de cele mai multe ori, valori mai mari ale densității aparente, rezistenței la penetrare ș.a. pentru sistemele conservative, comparativ cu cele convenționale.
5. Schimbările de scurtă durată ale proprietăților fizice din sol pot fi influențate nu doar de condițiile meteorologice și sistemul de lucrare aplicat, dar și de specificul culturilor.
6. Aplicarea îngrășămintelor organice contribuie la ameliorarea proprietăților fizice și fizico-mecanice ale solului în măsură mai mare și de durată, comparativ cu cele minerale.

2. OBIECTELE ȘI METODELE DE CERCETARE

2.1. Obiectele de cercetare

În calitate de obiecte de cercetare au servit diverse agroecosisteme și tehnologii de cultivare a culturilor care exprimă nivelul impactului antropic, inclusiv în raport cu varianta de fond – pârlăoagă. Cercetările au fost efectuate la Stațiunea Didactico Experimentală „Chetrosu” a UASM, amplasată la periferia estică a Podișului Codrilor, pe terasele înalte ale râului Bâc (latitudine 46° 92' N, longitudine 29° 04' E, altitudinea 51 m față de nivelul mării), în staționare de lungă durată. Prin amplasarea pe terasele râului Bâc a stațiunii se explică existența texturii medii prăfoase a solurilor cercetate. Solul obiectelor studiate este cernoziom carbonatic lutos submoderat humifer. Condițiile meteorologice au fost comune pentru obiectele de cercetare.

În studiu au fost incluse staționarul cu asolament de câmp și cultura permanentă a porumbului fondat în anul 1970 de prof. univ. Neonila Nicolaev și staționarul cu culturi permanente fondat în anul 1955 de savantul M. I. Sidorov (UASM).

Staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului.

Asolamentul a fost fondat în anul 1970. În primii 11 ani experiențele se efectuau în cadrul asolamentului cu 7 sole pe agrofond fără îngrășămintă, fiind studiate diferite metode de control a buruienilor. În anul 1981 asolamentul cu 7 sole a fost înlocuit prin cel cu 5 sole și a demarat aplicarea diferitor agrofonduri de îngrășămintă, variante cu lucrarea de bază a solului. Din 1983, în staționar a fost inclusă și cultura permanentă a porumbului. În timp au fost cultivate diferite soiuri și hibrizi incluși în Registrul de Sat, aplicate și produse chimice utilizate pentru controlul buruienilor. Până în anul 2013 în staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului s-au cercetat variantele: agrofond de îngrășămintă (din a. 2003, postacțiunea) și lucrarea redusă a solului. Rotația culturilor și adâncimea lucrării de bază a solului în asolament corespunde cerințelor biologice a culturilor: mazăre boabe – 20-22 cm; grâu de toamnă – 10-12 cm; porumb boabe (1) – 27-29 cm; porumb boabe (2) – 25-27 cm; lucerna – solă săritoare (de obicei cu 3 ani de folosință) – 30-32 cm. Fiecare solă include patru agrofonduri

1. arătură cu plug cu cormană și postacțiunea îngrășămintelor organice din a. 2003 – gunoi de grajd 60 t/ha, o dată în rotație după recoltarea grâului;
2. lucrarea de bază cu paraplow și postacțiunea îngrășămintelor organice – gunoi de grajd 60 t/ha;
3. arătură și postacțiunea îngrășămintelor verzi (rapița de toamnă) + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ kg s.a./ha aplicate o dată în rotație;
4. paraplow și postacțiunea îngrășămintelor verzi (rapița de toamnă) + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ kg s.a./ha.

Lucrarea de bază cu plug (PLN – 4-35) sau paraplow (KPG – 250) efectuată după lucrarea solului cu grapa cu discuri la maturitate fizică a solului.

Cercetările au avut loc și pe două variante martor privind controlul buruienilor la porumb în perioada de vegetație: martorul 1 – o cultivație între rânduri; martorul 2 – o cultivație și două prașile manuale.

Cultura permanentă a porumbului a fost înființată în a. 1983. Anii 2009, 2010 și 2014 de cercetare sunt respectiv al 27-lea, 28-lea și al 32-lea an de repetare a porumbului în cultură permanentă.

Începând cu anul 2013 pe variantele cu lucrarea de bază a solului cu paraplow s-a aplicat lucrarea conservativă a solului (No-till), iar variantele martor au fost lichidate.

Staționarul cu culturi permanente include agroecosisteme diferențiate după intensitatea factorului antropic, ceea ce permite monitorizarea schimbărilor graduale în timp ce au loc în sol de la un nivel de practici agricole la altul, inclusiv în raport cu varianta de fond – pârloagă. Agroecosistemele incluse în studiu din cadrul acestui staționar sunt:

- ogorul negru permanent;
- ierburile perene semănate (lucerna);
- pârloaga.

Anterior fondării acestui staționar, terenul a fost arabil și se folosea pentru experiențe de câmp - model. Pe varianta ogor negru permanent la fondarea staționarului au fost introduse îngrășăminte organice – gunoi de grajd în doză de 100 t/ha.

Soiurile și hibrizii cultivați în anii de cercetare 2008 – 2010 și 2013-2014.

Grâul de toamnă. În anul agricol: 2008-2009 soiul – Odeskaia 267; 2009-2010 – soiul Codreanca; 2013-2014 – soiul Antonovca. Toate aceste soiuri sunt evaluate ca “soiuri puternice”.

Mazărea. Soiul Topaz a fost semănat în toți anii de cercetare. Soiul nu posedă rezistență la seceta atmosferică.

Lucerna. Soiul Tuna a fost semănat, în toți anii de cercetare. Are cerințe mari față de umiditate și usucă solul la mare adâncime.

Porumbul. În 2008, 2009 s-a cultivat hibridul Moldavski 291 AMRf, hibrid semitimpuriu, în anul 2010 – Porumbeni 458 și în 2014 – hibridul Moldavski 458.

Caracteristica solului din staționarul cu asolament și porumb în cultură permanentă.

Solul din staționarul cu asolament și porumb în cultură permanentă a fost descris în cadrul catedrei Agroecologie și Știința Solului (UASM) și publicat de către Gîrlă Daniela în teza de doctor [30].

Pe lotul experimental al staționarului № 1 solul este cernoziom carbonatic lutos pe lut loessoidal și se caracterizează prin următoarele însușiri morfologice: efervescența cu soluția de 10 % HCl de la suprafață, însă carbonații vizibili (mucegai, fire) se observă de la 22 cm. Diferențierea orizonturilor genetice în profil este lentă. Se evidențiază orizonturile: Ah_p – Ah_k – Bh_k – BC_k – C_k.

Stratul arabil submoderat humifer **Ahp_k** are grosimea orizontului 0-22 cm, culoarea cenușie închisă cu nuanță brunie. Trecerea în orizontul Ah_k se vede bine prin tăietura solului de cuțitul plugului. Așezarea afânată, porică (diametrul 1-3 mm). Structura solului sub culturile prășitoare granulară mai prăfoasă și mai instabilă față de structura solului sub culturile semănate des sau sub lucernă, unde devine moderat grăunțoasă, granulară și mai puțin prăfoasă, moderat stabilă. Din neoformațiuni se observă resturi organice vegetale, în diferită măsură sub putrefacție, mulțimi de rădăcioare (diametrul porilor mai mic de 1 mm), galerii de râme, coprolite. Textura lutoasă. Efervescența de la HCl slabă. Umiditatea solului în partea superioară – uscată, în partea inferioară – jilavă.

Orizontul **Ah_k**, grosimea 22-46 cm. Culoarea cenușie închisă, trecerea lentă. Afânat, slab compactat, poros (diametrul 1–3 mm), buretar (diametrul porilor 3-5 mm). Structura – granulară, moderat stabilă. Neoformațiunile - rădăcinuțe, galerii de râme, insecte, rare crotovine, de la 20-35 cm (rar) mucegai, fire de carbonați. Textura lutoasă. Efervescența cu HCl (10 %) – slabă. Umiditatea jilav – umedă.

Orizontul **Bh_k**, grosimea 46-90 cm. Culoarea cenușie cu nuanțe brunii, trecerea lentă. Așezarea slab compactată, porică (diametrul 1-3 mm). Structura granulară, slab stabilă. Neoformațiunile – mulțimi de mucegai, fire, ghife, micelii carbonatice, rare – rădăcini, galerii de râme, crotovine. Textura lutoasă. Efervescența cu HCl (10 %) – moderată. Umiditatea solului jilavă, mai puțin umezit decât orizontul Ah_k.

Orizontul **BC_k** grosimea 90-105 cm, culoarea brună, trecerea lentă, mai compactat decât Bh_k, pori fini (dimensiunile < 1 mm), structura granulară, instabilă, scursuri de humus în formă de glosuri, mai rar mucegai, fire, ghife carbonatice și mai rar crotovine, rădăcini. Efervescența de la soluția de 10% HCl moderată. Umezit mai accentuat decât Bh_k.

Orizontul **C_k** începe de la 105 cm. Galben pal cu nuanțe brune, porii fini (dimensiunile < 1 mm), granular, instabil, concrețiuni carbonatice mărunte împrăștiate în spațiu, fără a se concentra pe adâncime, lutos, efervescența de la soluția de 10 % HCl – puternică.

Nota de bonitare a solului după proprietăți - 71 puncte. Apele freatice se află la adâncime. În general acest sol este pretabil pentru culturile de câmp.

2.2 Caracteristica meteorologică

Datele privind cantitatea de precipitații atmosferice și temperatura aerului la SDE „Chetrosu”, precum și calculele precipitațiilor atmosferice pentru perioada rece și caldă a anilor de cercetare (2008-2010 și 2013-2014) sunt prezentate în anexa 1, tabelele A 1.1-A 1.4 și figurile 2.1 și 2.2. Au fost calculați unii indici agroecologici climatici cu influență asupra productivității agroecosistemelor pentru anii de cercetare.

Calculele coeficientului hidrotermic (CHT) după Seleaninov pentru perioada de vegetație (anexa 1, tab. A 1.5) și devierile CHT de la media multianuală (anexa 1, tab. A 1.6) sunt caracteristici importante în evaluarea meteorologică și determinarea tipului de secetă atmosferică. Media multianuală pe durata a 122 ani la SDE Chetrosu (1881-2003) demonstrează, că CHT descrește din martie până în luna mai de la 2,61 (III) la 1,06 (IV) și 0,97 (V), iar în iunie, datorită cantităților mai mari de precipitații atinge valori de 1,20 (VI), după care pe fonul temperaturilor mai ridicate scade: 0,86 (VII) și 0,78 (VIII). Direcția hidrometeorologică și a controlului mediului natural din RM, pe baza analizei detaliate a coeficientului hidrotermic (CHT) a stabilit: că valoarea CHT 1,0 caracterizează o umiditate suficientă; CHT 0,7 indică o climă secetoasă; CHT 0,6 – o secetă ușoară; CHT 0,5 – o secetă puternică și foarte puternică [18].

Anul agricol 2008-2009, conform CHT – 1,1 pentru perioada de vegetație (III-VIII) este un an cu umiditate suficientă. Temperatura medie anuală a aerului a constituit +11,2°C, depășind norma climatică cu +1,3°C. Cantitatea precipitațiilor pe parcursul anului agricol a fost de 416,4 mm (84,6% din normă). Sezonul de iarnă 2008-2009 a fost cald și cu precipitații. Temperatura medie a aerului pe parcursul iernii a constituit +1,0 °C, fiind mai ridicată față de normă cu 2,4 °C. Cantitatea precipitațiilor căzute în decursul iernii - 79,2 mm (sau 85,4 % din normă). Suma precipitațiilor din perioada primăvară-vară a înregistrat un deficit de 20,5% față de media multianuală. Luna aprilie s-a caracterizat cu secetă extrem de puternică: 2,8 mm față de 33 mm ale mediei multianuale, iar CHT (0,08) este cu mult mai mic în comparație cu media multianuală (1,06) (tab. A 1.5 anexa 1). Conform CHT, tipul de secetă atmosferică din luna mai este puternică, în iunie – medie, iar în august – foarte puternică. Vara anului 2009 a fost foarte caldă - temperatura medie a aerului a constituit +22,4 °C, fiind cu 1,3 °C mai ridicată față de normă. Cantitatea precipitațiilor căzute în decursul verii de cca. 48,5 mm (26,7 % din normă).

Anul agricol 2009-2010 a fost cald, cu umiditate suficientă, CHT pentru perioada de vegetație cu valoarea 1,0. Temperatura medie anuală a aerului a fost de +11,2°C, depășind norma climatică cu +1,3°C. Cantitatea precipitațiilor pe parcursul anului agricol - 535,5 mm (108,8% din normă), iar în perioada de vegetație (III-VIII) este apropiată de media multianuală, cu un surplus al depunerilor atmosferice de cca. 2,8%. Sezonul de iarnă 2009-2010 a fost mai rece decât în an

obișnuit, cu multă zăpadă (precipitațiile au atins 192,1% din normă). Pe parcursul sezonului de primăvară temperatura medie a aerului a constituit +10,6°C, fiind cu +0,7°C mai caldă ca de obicei, iar cantitatea precipitațiilor a însumat 110,1 mm, sau 104,2% din normă. Vara a fost foarte caldă - temperatura medie a aerului a fost cu +2,2°C mai ridicată față de normă, cu cantități de precipitații aproape de normă, 99% din media multianuală. Devierile CHT comparativ cu media multianuală sunt mai accentuate pentru lunile martie și iunie, iar pentru celelalte luni de vegetație devierile sunt neînsemnate.

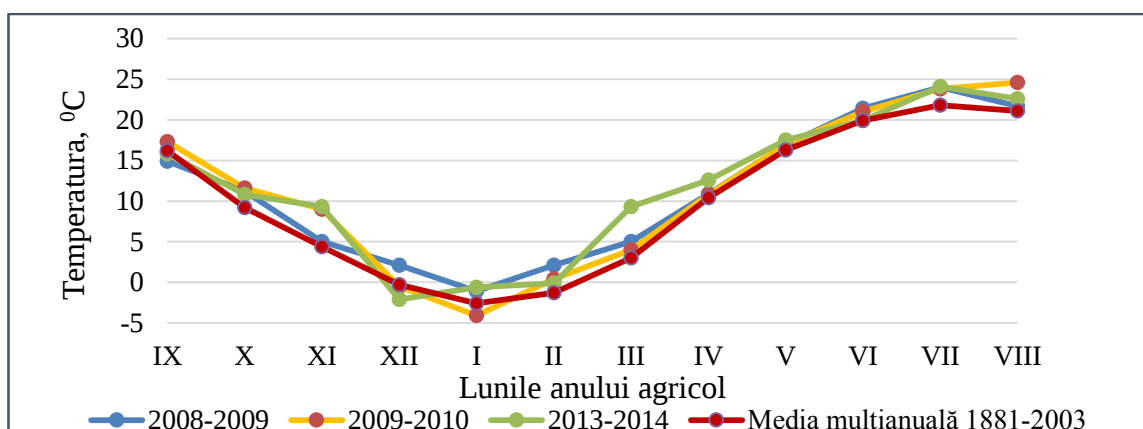


Fig. 2.1 Datele meteorologice privind temperatura aerului pentru anii agricoli 2008-2009, 2009-2010 și 2013-2014

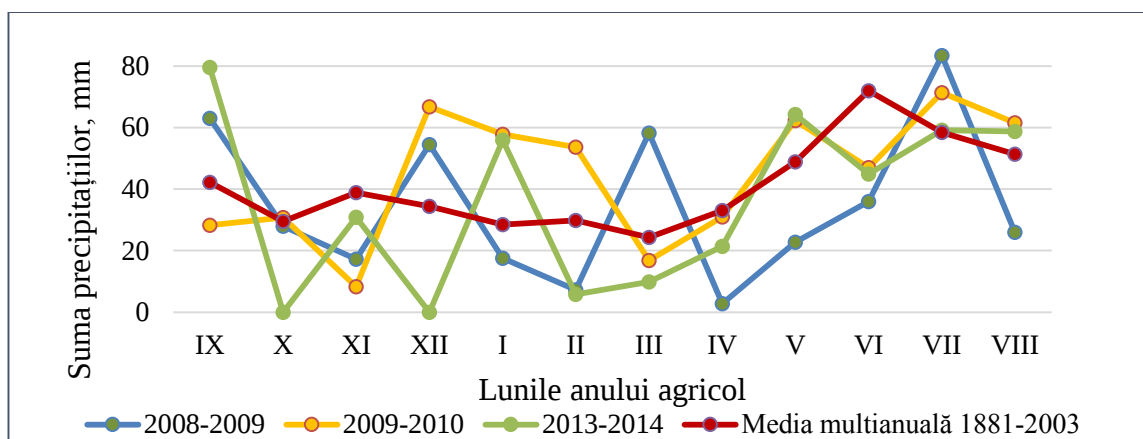


Fig. 2.2 Datele meteorologice privind precipitațiile atmosferice pentru anii agricoli 2008-2009, 2009-2010 și 2013-2014

Caracteristic **anului agricol 2013-2014** este regimul termic mai arid, comparativ cu ceilalți ani de cercetare, temperatura medie anuală a aerului fiind +11,6°C, depășind norma climatică cu 1,7°C. Suma precipitațiilor pe parcursul anului agricol a constituit 430,2 mm (87,4% din normă).

Pe fondul temperaturilor mai ridicate din timpul anului, CHT în perioada de vegetație a fost de 0,75 și caracterizează anul agricol 2013-2014 ca an secetos. Sezonul de iarnă 2013-2014 a fost în general mai cald ca de obicei (cu +0,5°C mai mult față de normă) și cu deficit de precipitații (66,6% din normă). Primăvara a fost foarte caldă și cu precipitații. Temperatura medie a aerului pe parcursul sezonului de primăvară a atins +13,1°C, fiind cu 3,2°C mai ridicată față de normă. Cantitatea precipitațiilor căzute în decursul primăverii - 95,4 mm (89,9% din normă). Vara a fost în fond caldă și cu precipitații. Temperatura medie a aerului înregistrată pentru acest sezon a fost de +22,2°C, fiind cu 1,3°C mai ridicată față de normă. Cantitatea de precipitații căzută pe parcursul verii a fost aproape de normă – 162,7 mm (89,6% din normă).

2.3. Metode de cercetare și evaluare a rezultatelor

Metodele de cercetare:

1. Humusul – metoda Tiurin în modificarea lui Simacov (STAS 26213 – 84) [42, 185, 187];
2. Apa higroscopică – prin uscare în etuvă la $t^{\circ}=105^{\circ}$ și cântărire (STAS 5180-84) [40, 191, 213];
3. Cationii de schimb – extragerea cu NaCl [185];
4. Carbonații – metoda gazovolumetrică [185];
5. Reacția ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) – metoda potențiometrică [185];
6. Alcătuirea granulometrică – metoda pipetei, pregătirea solului după Kacinski, dispersarea în soluție $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (STAS 12536-79) [191, 195, 213];
7. Densitatea – metoda picnometrului [191];
8. Densitatea aparentă – metoda cilindrilor (STAS 5180-84) [41, 191];
9. Porozitatea totală – prin calcul [41, 191];
10. Umiditatea solului – prin uscare în etuvă la $t^{\circ}=105^{\circ}$ și cântărire [41, 191];
11. Alcătuirea structurală, cernere uscată – metoda de cernere prin site [191, 202];
12. Hidrostabilitatea agregatelor – metoda Savvinov [191, 202];
13. Coeficientul de ofilire – metoda vegetativă [191];
14. Diapazonul apei active – prin calcul [20];
15. Rezistența solului la penetrare – cu penetrometrul Golubev [206];
16. Limitele și indicele de plasticitate – metoda Vasiliev A. (STAS 5183-77) [184, 191, 192];
17. Gonflarea solului – metoda Vasiliev A., cu aparatul PNG pe probe deranjate, cu păstrarea microstructurii, starea aero-uscată și densitatea aparentă constantă – $1,3 \text{ g/cm}^3$. [191, 192];
18. Aderența solului – metoda Kacinski N. – pe suprafețe metalice de 10 cm^2 , presiunea pe disc – $0,005 \text{ MPa}$, durata 30 de secunde, 10 repetări. [184, 191];
19. Gradul de tasare – prin calcul [24];

20. Recolta - determinată de pe toată suprafața parcelelor, raportată la umiditatea standard (cereale – 14%, leguminoase – 12%);
21. Conversia energetică conform coeficienților energetici după Gliessman [103], Pimentel [146] prezentați în tab. 2.3.11.
22. Indicii energetici [75] au fost determinați conform următoarelor relații:
 - Eficiența energetică = Energia obținută (MJ/ha) / Energia investită (MJ/ha);
 - Energia specifică = Energia investită (MJ/ha) / Productivitate (kg/ha);
 - Energia netă = Energia obținută (MJ/ha) – Energia investită (MJ/ha).
23. Prelucrarea statistică a datelor - metoda analizei de dispersie după Dospehov B. [193], programul de analiză a datelor Statgraphics Centurion XVII.

Clase de evaluare a rezultatelor cercetărilor

În evaluarea rezultatelor cercetărilor au fost utilizate clase de valori privind unele însușiri chimice, agrofizice și fizico-mecanice ale solului (tab. 2.1-2.10) aplicate în RM și România. În tabelele de mai jos se prezintă indicii ecopedologici care influențează caracteristica fizico-mecanică a solului, dezvoltarea sistemului radicular și productivitatea agroecosistemului.

Tabelul 2.1 Clase ale conținutului de humus în stratul arabil (0-30 cm) ale solurilor Moldovei [23]

Denumirea solurilor	Humusul, %
Humifere	>4
Moderat humifere	3-4
Submoderat humifere	2-3
Slab humifere	1-2
Foarte slab humifere	<1

Tabelul 2.2 Clase texturale de sol [24]

Nr. d/o	Denumirea varietăților de sol	Conținutul de particule <0,01 mm, %
1	Argiloase fin	>85
2	Argiloase	75-85
3	Argilo-lutoase	60-75
4	Luto-argiloase	45-60
5	Lutoase	30-45
6	Luto-nisipoase	20-30
7	Nisipo-lutoase	10-20
8	Nisipoase	0-10

Tabelul 2.3 Clasele sumei bazelor schimbabile [28]

Nr. ord.	Denumire	Limite, me/100g sol
1	extrem de mică	< 3
2	foarte mica	4-7
3	mica	8-15
4	mijlocie	16-25
5	mare	26-35
6	foarte mare	36-60
7	extreme de mare	>61

Tabelul 2.4 Aprecierea reacției solurilor după valorile pH H₂O [11]

pH	Aprecierea reacției
<3,50	Extrem de acidă
3,51-4,30	Foarte puternic acid
4,31-5,00	Puternic acidă
5,01-5,40	Moderat acidă
5,41-5,80	
5,81-6,40	Slab acidă
6,41-6,80	
6,81-7,20	Neutră
7,21-8,40	Slab alcalină
8,41-9,00	Alcalină
> 9,01	Puternic alcalină

Tabelul 2.5 Clase ale densității aparente (g/cm³) a stratului arabil [40]

Grad de compactare a stratului	Densitatea aparentă (g/cm ³) componența granulometrică	
	Luto-nisipoasă și lutoasă	Luto-argiloasă și argiloasă
Foarte afânat	<1,12	<1,00
Afânat	1,12-1,27	1,00-1,12
Slab compactat	1,28-1,42	1,13-1,24
Compactat	1,43-1,57	1,25-1,36
Puternic compactat	1,58-1,72	1,37-1,42
Compactat	>1,72	>1,42

Tabelul 2.6 Clase de valori ale gradului de tasare [20]

Denumire	Valori, %
Extrem de mic (sol foarte afânat)	sub..... -17
Foarte mic (sol moderat afânat)	-17.....-10
Mic (sol slab afânat)	-9.....0
Mijlociu (sol slab tasat)	1.....10
Mare (sol moderat tasat)	11.....18
Foarte mare (sol puternic tasat)	peste 18

Tabelul 2.7 Clase de valori ale rezistenței la penetrare a stratului arabil la umiditatea corespunzătoare capacității de câmp [206]

Nr. ord.	Rezistența la penetrare	Valori, kgf/cm ²	Semnificație	Cu creșterea valorilor rezistenței la penetrare crește rezistența solului la arat și scade permeabilitatea pentru apă
1	Foarte mică	0-5	Creștere normală a rădăcinilor	
2	Mică	5-10		
3	Mijlocie	10-15	Limitarea parțială a creșterii rădăcinilor	
4	Mare	15-20		
5	Foarte mare	20-25	Rădăcinile pătrund cu greutate	
6	Extrem de mare	>25	Rădăcinile practic nu pot crește	

Tabelul 2.8 Clase de valori ale calității structurii solurilor în conformitate cu conținutul agregatelor 0,25-10 mm agronomic valoroase, % [202]

Cernere uscată	Cernere umedă, hidrostabilitatea structurală
> 80 – foarte bună	> 70 – foarte mare
80-60 – bună	70-55 – bună
60-40 – mijlocie	55-40 – mijlocie
40-20 – nesatisfăcătoare	40-20 – mică
< 20 – foarte nesatisfăcătoare	< 20 – foarte mică

Tabelul 2.9 Clase de valori ale proprietăților fizico-mecanice [186]

Nivelul indicelui	Limitele plasticității %		Gonflarea %	
	Superioară	Inferioară	Gradul	umiditatea
Foarte scăzut	<30	<17	<20	<50
Scăzut	30-37	17-21	20,1-25	50,1-54,5
Mediu	37-44	21-25	25,1-30	54,6-59
Înalt	44-51	25-29	30,1-36	59,1-63,5
Foarte înalt	>51	>29	>35	>63,5

Tabelul 2.10 Clase de valori ale aderenței solurilor din Republica Moldova [186]

Nivelul indicelui	Limitele aderenței	
	g/cm ²	kPa
Foarte scăzut	0-2	0-0,2
Scăzut	2-4	0,2-0,4
Mediu	4-6	0,4-0,6
Înalt	6-8	0,6-0,8
Foarte înalt	>8	>0,8

Tabelul 2.11 Coeficienții energetici folosiți în calcularea energiei în cadrul procesului agricol

Energie investită (inputs)			
<i>Directă</i>	Unități răspândite	Unități SI	Sursa
Motorină	11450 kcal/l	47,90 MJ/l	[103]
Electricitate (inclusiv generarea și transportul)	3100 kcal/kwh	13,00 MJ/kwh	[103]
<i>Fertilizanți</i>			
Azot (nitrat de amoniu)	14700 kcal/kg	61,50 MJ/kg	[103]
Fosfor (superfosfat)	3000 kcal/kg	12,60 MJ/kg	[103]
Potasiu	1860 kcal/kg	7,79 MJ/kg	[103]
<i>Alte</i>			
Insecticide (inclusiv producerea)	88680 kcal/kg	358,70 MJ/kg	[103]
Erbicide (inclusiv producerea)	111070 kcal/kg	465,10 MJ/kg	[103]
Forța de muncă, intensivă	400 kcal/hr	1,67 MJ/hr	[103]
Forța de muncă, ușoară (conducerea tractorului)	175 kcal/hr	0,73 MJ/hr	[103]
Semințe produse în țară	4000 kcal/kg	16,70 MJ/kg	[103]
Mașini/Utilaje (media pentru camioane și tractoare)	18000 kcal/kg	75,40 MJ/kg	[103]
Energie obținută (outputs)			
	Unități răspândite	Unități SI	Sursa
Grâu	3305 kcal/kg	13,84 MJ/kg	[146]
Porumb	3550 kcal/kg	14,86 MJ/kg	[146]
Lucernă	2260 kcal/kg	9,46 MJ/kg	[146]
Soia	4030 kcal/kg	16,87 MJ/kg	[146]
Ovăz	3797 kcal/kg	15,90 MJ/kg	[146]
<i>Îngrășăminte organice</i>			
Vite cornute mari	1611 kcal/kg	6,75 MJ/kg	[103]
Porcine	2403 kcal/kg	10,10 MJ/kg	[103]

2.4. Concluzii la capitolul 2

1. Obiectul de cercetare este tipic pentru caracterizarea cernoziomurilor obișnuite submoderat humifere lutoase, răspândite pe terasele râurilor din Moldova Centrală.
2. Metodele de cercetare sunt cele adoptate în plan național; pentru probele de sol recoltate din profilele cercetate s-au efectuat analize de laborator cu utilizarea metodelor clasice, GOST-urilor și Standardelor existente, cele utilizate în cadrul monitoringului agroecologic.
3. Evaluarea condițiilor meteorologice în anii de cercetare (2008-2010 și 2013-2014) conform coeficientului hidrotermic (CHT) arată, că devieri mai semnificative ale CHT din perioada de vegetație (III-VIII) comparativ cu media multianuală (1881-2003) au fost înregistrate în anul agricol 2013-2014, care s-a caracterizat cu o climă secetoasă, comparativ cu anii 2008-2009 și 2009-2010 de cercetare.

4. Temperatura medie anuală a aerului în anii 2008-2010 este mai mare cu $+1,3^{\circ}\text{C}$, iar în anul agricol 2013-2014 cu $+1,7^{\circ}\text{C}$, comparativ cu media multianuală ($+9,9^{\circ}\text{C}$). Aceasta confirmă tendința încălzirii globale, constatată îndeosebi în ultimele decenii.
5. Cercetările au fost efectuate în experiențe de câmp de lungă durată la Stațiunea Didactico Experimentală „Chetrosu” a UASM, în cadrul staționarului cu asoalment și porumb în cultură permanentă și staționarul cu culturi permanente.

3. PROPRIETĂȚILE AGROFIZICE ȘI FIZICO-CHIMICE ALE CERNOZIOMULUI CARBONATIC ARABIL LUTOS ÎN DIVERSE AGROECOSISTEME

3.1. Însușirile fizice și fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele cercetate și influența lor asupra proprietăților solului

Proprietățile fizico-chimice generale ale solului au fost studiate pentru toate agroecosistemele cercetate din staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului, staționarul cu culturi permanente, inclusiv în funcție de tehnologiile aplicate. Rezultatele cercetărilor se prezintă în tabelele 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 și tabelele A. 2.1-A. 2.2 din anexa 2.

Datele privind conținutul argilei fizice ($< 0,01$ mm) confirmă, că solul este lutos după textură, se încadrează în limitele 30-45%, variind în limitele 30,0-37,9% pentru adâncimea 0-10 cm și în limitele 32,2-36,5% pentru adâncimea 50-60 cm (tab. 3.4, 3.5 și tab. A. 2.1-A. 2.2 din anexa 2). În staționarul cu culturi permanente, cernoziomul carbonatic utilizat sub ogor negru (55 ani) se remarcă cu conținut mai mic de argilă fizică cu cca. 4-5% pentru stratul arabil (0-30 cm), comparativ cu solul din celelalte agroecosisteme, inclusiv varianta pârlăoagă (55 ani) situată în preajmă (tab. 3.5), ceea ce poate fi rezultat al eroziunii eoliene mai intensive de pe suprafața acestei variante. Astfel ipotetic, solul acestui agroecosistem se va deosebi prin proprietăți, inclusiv conținut de humus, indici agrofizici și fizico-mecanici.

Rezultatele cercetărilor privind alcătuirea granulometrică a cernoziomului carbonatic lutos arabil și lăsat pârlăoagă (55 ani) (tab. 3.1) arată, că obiectul cercetat este unul deosebit, întrucât este un sol lutos în care conținutul fracțiunii de nisip fin (0,25-0,05 mm) variază în limitele 26-34%. Această particularitate a solului cercetat determină direcția celorlalte însușiri fizice și mecanice. Potrivit lui Canarache A. [20, p. 28] solurile cu textură mijlocie în care conținutul fracțiunilor

Tabelul 3.1 Alcătuirea granulometrică a cernoziomului carbonatic lutos, SDE „Chetrosu”

Adâncimea, cm	Mărimea fracțiunilor, mm; conținutul, % g/g						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
Asolament, varianta arătură (câmpul 2)							
0-10	0,6	31,5	32,3	7,0	8,4	20,2	35,6
20-30	0,7	33,7	30,3	6,8	7,7	20,8	35,3
50-60	0,5	30,3	34,6	6,1	8,5	20,0	34,6
Pârlăoagă (55 ani)							
0-10	0,7	30,7	33,4	6,9	8,5	19,8	35,2
20-30	0,4	26,3	38,4	7,0	7,8	20,1	34,9
50-60	0,3	28,1	36,8	6,6	8,4	19,8	34,8

granulometrice de nisip, praf, și argilă sunt bine ponderate, se caracterizează cu un regim hidric favorabil culturilor, aerație de obicei bună, însușiri mecanice și termice satisfăcătoare.

Conținutul apei higroscopice în sol este direct influențat de textură și conținutul de humus. În variantele cercetate acest indice corespunde texturii lutoase deviind în limitele 3,15-3,66% în stratul de la suprafață (0-10) și în limitele 2,40-3,16% la adâncimea 50-60 cm. Conținutul mai mic de apă higroscopică (2,40-3,15% pe stratul 0-60 cm) se atribuie solului utilizat ogor negru, datorat conținutului mai mic de humus și higroscopicitatea totală generată de faza solidă a solului.

Rezultatele cercetărilor privind determinarea coeficientului de ofilire (tab. 3.2) arată, că în orizonturile bine structurate este necesar de a supraveghea plantele mai multe zile din momentul survenirii ofilirii constante. Umiditatea mai avansată (în orizontul de la suprafață) este influențată de calitatea hidrofilă a humusului care bine reține apa. Ogorul negru deplasează coeficientul de ofilire spre micșorarea limitei de jos a apei accesibile pentru plante.

Tabelul 3.2 Indicii hidrofizici ai diapazonului apei accesibile plantelor pentru cernoziomul carbonatic lutos moderat humifer (pârloagă 55 ani) și submoderat humifer (arabil), SDE „Chetrosu”, anul 2010

Adâncimea, cm	CC, % g/g	CO, % g/g			
		Pârloagă (55 ani)	Ogor negru (55 ani)	Porumb cultură permanentă (28 ani)	Porumb asolament
0-10	26,4	16,4	11,9	13,2	13,7
10-20	26,8	14,0	11,3	14,1	12,5
20-30	24,5	-	-	-	-
30-40	23,9	12,6	12,0	14,0	14,0
40-50	23,2	-	-	-	-
50-60	22,9	12,6	12,3	14,3	15,0

După cum s-a observat și la descrierea morfologică în teren, carbonații sunt prezenți pe tot profilul. Conținutul carbonaților variază în limitele 0,9-1,3% în stratul de 0-10 cm, până la 4,2-10,1% pe adâncimea 50-60 cm. Conținutul de carbonați este mai variabil în cadrul ecosistemelor cercetate la adâncimea de 50-60 cm, dat fiind că regimul hidric (evapo-transpirație) este influențat de mai mulți factori, inclusiv precipitarea carbonaților. Conținutul carbonaților dovedește că solul cercetat este cernoziom carbonatic cu conținut moderat carbonatic în straturile arabile și subarabile (conținutul de carbonați nu depășește 12%). Varianta ogor negru (55 ani) se remarcă prin lipsa carbonaților pe adâncimea 0-40 cm, iar straturile subiacente 40-50 și 50-60 cm au un conținut mic

de CaCO_3 , respectiv 0,9 și 1,6%. La fel, pierderi de carbonați se observă în stratul arabil de sol de 0-20 cm din agroecosistemul porumb în cultură permanentă.

Este cunoscut, că valoarea pH-lui este un indice de diagnostică sensibil. În agroecosistemele cercetate reacției solului exprimată prin pH apos (7,5-8,3) indică un nivel slab alcalin. Valorile pH-lui se încadrează în limitele 7,21-8,40 [11]. Întrucât reacția solului corelează pe profil cu conținutul carbonaților, solul straturilor arabile 0-30 cm și 0-20 cm respectiv ale agroecosistemelor ogor negru și porumb cultură permanentă se caracterizează cu pH neutru (6,8-7,2). Aceasta demonstrează că factorul antropic a influențat reacția solului și conținutul de carbonați în straturile de suprafață a acestora.

Cercetările cationilor adsorbiți de Ca^{++} și Mg^{++} atestă o variație a conținutului cationului de Ca^{++} în limitele 20,3-23,7 me/100g sol pentru adâncimea 0-10 cm și 16,4-22,2 me/100g sol la adâncimea 50-60 cm. Conținutul de magneziu pe profil constituie 3,3-5,6 me/100g sol pentru toate variantele cercetate. Suma cationilor adsorbiți se încadrează în limitele 19,7-28,8 me/100g sol, deviind de la mijlocie la mare, iar coraportul dintre Ca^{++} și Mg^{++} este unul de tip cernoziomic și se încadrează în limitele 4-5. Un conținut mai redus al bazelor schimbabile – 19,7-24,7 me/100g sol se atribuie cernoziomului carbonatic din varianta ogor negru cu textură lutoasă mai grosieră, care se răsfrânge negativ asupra stabilității elementelor structurale, care implică înrăutățirea în ansamblu a raportului fazelor solide, lichide și gazoase.

Conținutul de humus în solul agroecosistemelor cercetate variază în limitele 2,5-3,4% pentru stratul superficial (0-10 cm), micșorându-se pe profil la 1,4-2,6% la adâncimea de 50-60 cm. Conform claselor de evaluare [23] în stratul arabil solul staționarului cu asolament și porumb în cultură permanentă este submoderat humifer (2-3% humus). Variantele pârlăgă și lucernă (55 ani) din staționarul cu culturi permanente au înregistrat valori ale conținutului de humus corespunzătoare clasei moderat humifere (3-4%) pentru stratul de sol de 0-30 cm (tab. 3.5). Studiarea diferitor agrofonduri aplicate în asolament (tab. 3.4 și tab. A 2.1) constată, că influența lucrării de bază a solului (arătură, paraplow) și postacțiunea îngrășămintelor (gunoi de grajd, îngrășămintă verzi + NPK) nu au conturat diferențieri semnificative privind repartizarea și conținutul humusului în sol dintre variante. În schimb, cercetarea variantelor martor privind controlul buruienilor la porumb: martorul 1 - o cultivație între rânduri la porumb și martorul 2 - o cultivație și două prășile manuale la porumb, atestă tendința majorării conținutului de humus și a conținutului cationilor schimbabili pentru varianta martor cu elemente tehnologice reduse în lupta cu buruienile, întrucât solul este îmbogățit cu resturi vegetale. Astfel pe varianta cu factorul antropic mai sporit (martorul 2 - o cultivație și două prășile manuale la porumb), conținutul de humus în sol a scăzut în medie cu cca. 0,27% în stratul 0-40 cm și cu 0,64% în stratul subiacent

40-60 cm, comparativ cu valorile înregistrate pe martorul 1 - o cultivație între rânduri la porumb (tab. A 2.1. și A 2.2, anexa 2).

Solul utilizat sub porumb în cultură permanentă (28 ani) are valori ale conținutului de humus asemănătoare celor din asolament în stratul arabil, iar pentru adâncimea 30-60 cm găsim valori relativ mai mari (2,61-2,79%), comparativ cu cele din asolament (1,73-2,78%) (tab. A 2.2). Aceasta se datorează creșterii viguroase a rădăcinii de porumb până la adâncimea de 1 m [10] și corespunzător îmbogățirea solului sistematic cu resturi organice.

Agroecosistemele staționarului cu culturi permanente pe varianta ogor negru demonstrează, că la un impact antropic agresiv proprietățile fizico-chimice se înrăutățesc, iar restabilirea naturală a solului sub pârloagă determină îmbunătățirea acestora, ceea ce se răsfrânge asupra altor proprietăți fizice și fizico-mecanice ale solului.

În lucrarea “Sistemul informațional privind calitatea învelișului de sol al Republicii Moldova” [65] sunt publicate datele experiențelor de lungă durată a catedrei de Agrotehnică a UASM privind conținutul de humus în stratul arabil (0-20 cm) al cernoziomului carbonatic nefertilizat și fertilizat, utilizat timp de 27 ani în asolament și la monocultură, precum și lăsat pârloagă (tab. 3.3). Datele arată, că pe variantele fertilizate conținutul de humus s-a majorat cu 0,1%, comparativ cu variantele nefertilizate. Cernoziomul carbonatic lăsat pârloagă (27 ani) a înregistrat un conținut de humus de 3,48%, iar datele obținute în a. 2010 – 3,41% humus (tab. 3.5), demonstrează, că conținutul de humus sub pârloagă s-a stabilizat.

Tabelul 3.3 Modificarea conținutului de humus în stratul arabil (0-20 cm) al cernoziomului carbonatic nefertilizat și fertilizat, utilizat timp de 27 de ani în asolament și la monocultură, precum și lăsat pârloagă

Variantele experienței	Productivitatea fitocenozelor, q/ha	Humus, %
Asolament din 1960	-	3,10
Monocultura porumbului nefertilizat	117,1	2,51
Monocultura porumbului fertilizat	158,2	2,60
Porumb în asolament nefertilizat	142,7	2,59
Porumb în asolament fertilizat	173,4	2,73
Pârloagă	277,2	3,48

Sursă: Datele experienței de lungă durată a catedrei de Agrotehnică a Universității Agrare de Stat din Moldova [65]

Tabelul 3.4 Proprietățile fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic arabil în agroecosisteme în funcție de lucrare și fertilizarea solului
(postacțiunea), SDE „Chetrosu”, anul 2009

Agrofond	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Arătură, îngrășăminte verzi+NPK	0-10	3,66	2,62	22,2	5,4	27,6	0,9	7,5	64,36	35,64
	10-20	3,59	2,49	21,8	5,3	27,1	0,9	7,5	64,43	35,57
	20-30	3,44	2,31	21,8	4,9	26,7	1,8	7,8	64,71	35,29
	30-40	3,37	1,92	21,6	4,8	26,4	3,3	7,9	64,86	35,14
	40-50	3,23	1,71	21,3	4,4	25,7	7,3	8,2	65,01	34,99
	50-60	3,16	1,52	20,8	4,5	25,3	10,1	8,3	65,39	34,61
Arătură, gunoi de grajd	0-10	3,44	2,49	21,8	5,2	27,0	1,1	7,6	64,06	35,94
	10-20	3,37	2,37	21,6	4,9	26,5	1,5	7,8	64,23	35,77
	20-30	3,30	1,90	21,6	4,7	26,3	3,1	7,9	64,99	35,01
	30-40	3,02	1,69	21,1	4,6	25,7	3,7	7,9	65,34	34,66
	40-50	2,95	1,56	20,8	4,4	25,2	6,6	8,2	65,70	34,30
	50-60	2,88	1,39	20,6	4,3	24,9	7,9	8,2	65,84	34,16
Paraplow, gunoi de grajd	0-10	3,59	2,59	21,6	5,1	26,7	1,1	7,6	64,16	35,84
	10-20	3,44	2,44	21,3	5,0	26,3	1,1	7,6	64,43	35,57
	20-30	3,37	2,27	21,2	4,7	25,9	1,5	7,7	64,89	35,11
	30-40	3,23	1,91	21,1	4,8	25,7	3,1	7,9	65,34	34,66
	40-50	3,16	1,77	20,5	4,4	24,9	5,5	8,1	65,67	34,33
	50-60	3,02	1,66	20,2	4,2	24,4	7,7	8,2	65,91	34,09
Paraplow, îngrășăminte verzi+NPK	0-10	3,52	2,56	21,9	5,3	27,2	0,9	7,5	63,79	36,21
	10-20	3,44	2,43	22,0	5,0	27,0	0,9	7,5	63,99	36,01
	20-30	3,30	2,36	21,6	4,9	26,5	1,3	7,7	64,46	35,54
	30-40	3,23	1,87	21,7	4,6	26,3	2,9	7,9	64,61	35,39
	40-50	3,09	1,72	22,6	4,3	25,9	5,7	8,2	64,85	35,15
	50-60	3,02	1,59	21,4	4,1	25,5	8,6	8,3	64,01	34,99

Tabelul 3.5 Proprietățile fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele din Staționarul culturilor permanente, SDE „Chetrosu”,
anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Lucernă cultură permanentă (55 ani)	0-10	3,66	3,29	22,6	5,1	27,7	1,3	7,5	63,78	36,22
	10-20	3,44	3,18	22,3	4,9	27,2	1,3	7,6	64,11	35,89
	20-30	3,37	2,99	22,2	4,7	26,9	1,8	7,7	63,67	36,33
	30-40	3,38	2,83	22,4	3,9	26,3	3,5	7,8	63,59	36,41
	40-50	3,23	2,69	22,1	3,6	25,7	6,4	8,1	63,14	36,86
	50-60	3,02	2,37	21,7	3,8	25,5	8,1	8,1	63,96	36,04
Pârloagă (55 ani)	0-10	3,52	3,41	23,7	4,9	28,6	1,3	7,6	64,76	35,24
	10-20	3,44	3,29	22,8	5,1	27,9	1,8	7,7	64,54	35,46
	20-30	3,37	2,99	22,9	4,7	27,6	3,3	7,9	65,16	34,84
	30-40	3,16	2,78	22,1	4,8	26,9	4,2	8,0	64,96	35,04
	40-50	2,81	2,49	21,6	5,0	26,6	7,3	8,1	64,45	35,55
	50-60	2,67	1,87	21,0	4,7	25,7	9,2	8,2	65,23	34,77
Ogor negru (55 ani)	0-10	3,15	2,75	20,3	4,4	24,7	0	6,9	69,98	30,02
	10-20	3,04	2,69	19,8	4,1	23,9	0	7,0	69,71	30,29
	20-30	2,93	2,65	19,2	3,9	23,1	0	7,2	69,23	30,77
	30-40	2,72	2,58	18,8	3,8	22,6	0	7,3	68,89	31,11
	40-50	2,61	2,51	17,8	3,6	21,4	0,9	7,5	68,35	31,65
	50-60	2,40	2,46	16,4	3,3	19,7	1,6	7,7	67,76	32,24

3.2. Influența lucrării de bază a solului și postacțiunea fondului de fertilizare asupra proprietăților agrofizice ale solului

Modul în care este necesar să fie lucrat solul generează discuții aprinse în rândul pedologilor contemporani. Părerile sunt împărțite: unii susțin lucrările minime ale solului, alții cele convenționale – clasice, dar sunt și adepți ai regulii „mijlocul e de aur”, când lucrările convenționale și conservative se combină sau sunt alternate, reieșind din condițiile factorilor de mediu, a solului și necesitățile culturii. Mai mulți cercetători consideră, că sistemele de lucrare a solului trebuie ajustate cerințelor plantei în conformitate cu rotația culturilor și condițiilor pedoclimaterice ale regiunii, iar proprietățile fizice ale solului oferă indicații privind sistemul de lucrare ce trebuie ales [19, 36, 151].

În anul agricol 2008-2009 a fost studiată starea de așezare a solului în stratul arabil (0-30 cm) și subarabil (30-60 cm) prin următorii indici agrofizici: densitatea, densitatea aparentă, porozitatea totală, gradul de tasare, rezistența la penetrare, în funcție de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea fondului de îngrășămintă (gunoi de grajd/îngrășămintă verzi+NPK) în agroecosistemele de grâu de toamnă – cultură densă și mazăre – cultură prașitoare, amplasate în staționar pe martorul 2 – o cultivație + 2 prașile la porumb. Cercetările au avut loc în timpul fazelor de formare a recoltei: la grâul de toamnă – faza de înspicare; la mazăre – faza legatul păstăilor, etape în care sistemul radicular este complet dezvoltat și fixat în straturile de sol „accesibile” acestuia, iar rezervele de apă se valorifică la maxim [12, 54]. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelul 3.6 și figura 3.1.

Densitatea. Densitatea cernoziomului carbonatic în asolament pe agrofondurile cercetate variază în limitele 2,61-2,65 g/cm³ pentru stratul de sol de 0-60 cm (tab. 3.6). Repartizarea indicilor densității solului nu se potrivește întocmai legității creșterii acestora odată cu adâncimea. Aceasta, probabil, se explică prin amplasarea Stațiunii Didactice Experimentale “Chetrosu” pe terasele înalte ale râului Bîc, care a contribuit la repartizarea diferențiată a materialului mineralogic pe profil.

Densitatea aparentă. Cercetarea densității aparente a solului sub agrocenozele de grâu de toamnă și mazăre în funcție de agrofond arată, că acest parametru variază mai semnificativ în stratul arabil (0-30 cm). Varianta cu lucrarea de bază a solului cu paraplow și îngrășămintă organice (postacțiunea) a determinat cele mai optime valori ale DA – 1,03-1,26 g/cm³ pentru stratul arabil – solul caracterizându-se cu așezare afânată [40]. Variantele cu arătură și paraplow + îngrășămintă minerale, în fond au înregistrat indici asemănători ai densității aparente pentru stratul arabil, care variază în limitele 1,14-1,35 g/cm³ – aici solul are așezare afânată spre slab compactată.

În stratul subarabil (30-60 cm) densitatea aparentă crește la valori de 1,25-1,38 g/cm³ pe toate agrofondurile cercetate.

Porozitatea totală. Valorile porozității totale a solului în agroecosistemele cu grâu de toamnă și mazăre corelează cu cele ale densității aparente. Porozitatea totală a solului în agroecosistemele cu grâu de toamnă se caracterizează cu valori ce variază în limitele 52,7-61,0% v/v în stratul de sol 0-10 cm și în limitele 47,7-50,4% pe adâncimea 50-60 cm (tab. 3.6). Valori ce exprimă porozitatea totală a solului foarte bună (55,5-61,0%) se atestă în partea superioară a profilului la variantele paraplow și arătură cu postacțiunea îngrășămintelor organice. În agroecosistemele cu mazăre cele mai mari valori ale porozității totale a solului (54,8-59,1%) sunt înregistrate pentru stratul arabil din varianta paraplow, gunoi de grajd.

Gradul de tasare. Gradul de tasare caracterizează starea de așezare a solului în funcție de porozitatea totală și porozitatea totală minimal necesară, respectiv fiind influențat și de valorile densității aparente. În asolament, pe variantele cercetate, gradul de tasare al solului (tab. 3.6) variază de la 4 – sol slab tasat la -24% - tasare extrem de mică sau sol puternic afânat [20] pe stratul 0-60 cm. Valorile extrem de mici ale gradului de tasare sunt determinate în stratul de sol de la suprafață pe agrofondul cu lucrarea redusă a solului cu paraplow și postacțiunea îngrășămintelor organice.

Rezistența la penetrare. Mai mulți cercetători au arătat, că pentru majoritatea culturilor creșterea sistemului radicular încetinește sau se stopează din momentul ce rezistența solului la penetrare depășește 2 Mpa (sau cca. 20,4 kgf/cm²) [104, 134]. După Bahtin P. [189, p. 118] cel mai ușor sunt lucrate solurile cu valori ale penetrării cuprinse între 10-20 kgf/cm².

Rezistența solului la penetrare sub grâul de toamnă arată că variantele cu arătură determină condiții mai favorabile pentru creșterea sistemului radicular în stratul arabil de 0-20 cm (4,2-14,4 kgf/cm²), iar cele cu paraplow pe stratul 0-10 cm (3,5-10,6 kgf/cm²). Mai jos pe profil indicii RP depășesc valorile de 21,0 kgf/cm², marcând maxime de 30,4 kgf/cm². Pe variantele cu arătură indici maximali ai RP (28,4 și 29,6 kgf/cm²) au fost înregistrați pe stratul subarabil de 30-40 cm.

În agroecosistemele cu mazăre, varianta paraplow cu îngrășămintă organică (postacțiunea) se remarcă cu valori ale rezistenței la penetrare optime și mijlocii (3,1-17,8 kgf/cm²) pe adâncimea 0-40 cm, iar pe restul variantelor creșterea nestingerită a rădăcinilor este posibilă în straturile de sol de la suprafață.

Corelații efectuate între densitatea aparentă și rezistența la penetrare a solului în agroecosistemele cu grâu de toamnă și mazăre au stabilit raport corelativ pozitiv, mediu $r \pm m_r = 0,73 \pm 0,15$ și $0,67 \pm 0,16$) (tab. A 3.1. și A 3.2., anexa 3) respectiv.

Tabelul 3.6 Însușirile agrofizice în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea fertilizării, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm ³	DA, g/cm ³	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm ²	W, % g/g
Agrocenoza grâului de toamnă – faza de înspicare						
Arătură, îngrășăminte verzi+NPK						
0-10	2,62±0,02	1,24	52,7	-7	8,9	11,5
10-20	2,63±0,01	1,27	51,7	-5	14,4	12,3
20-30	2,63±0,01	1,30	50,6	-3	22,0	12,8
30-40	2,62±0,03	1,32	49,6	-1	28,4	13,4
40-50	2,62±0,01	1,33	49,2	-1	21,4	13,6
50-60	2,62±0,01	1,37	47,7	2	25,0	13,4
Arătură, gunoi de grajd						
0-10	2,64±0,01	1,14	56,8	-16	4,2	10,6
10-20	2,63±0,01	1,29	51,0	-1	11,4	12,1
20-30	2,63±0,02	1,33	49,4	-4	21,8	13,0
30-40	2,62±0,01	1,33	49,2	-1	29,6	13,6
40-50	2,63±0,03	1,30	50,6	-4	21,6	13,7
50-60	2,62±0,01	1,30	50,4	-3	23,4	13,6
Paraplow, îngrășăminte verzi+NPK						
0-10	2,64±0,02	1,17	55,7	-13	10,6	10,5
10-20	2,64±0,01	1,27	51,9	-6	30,4	13,0
20-30	2,63±0,01	1,35	48,7	1	30,0	13,3
30-40	2,62±0,01	1,33	49,2	0	25,6	13,0
40-50	2,62±0,02	1,30	50,4	-3	21,0	12,9
50-60	2,62±0,02	1,31	50,0	-2	24,6	13,0
Paraplow, gunoi de grajd						
0-10	2,64±0,00	1,03	61,0	-24	3,5	11,3
10-20	2,63±0,01	1,17	55,5	-13	23,0	12,8
20-30	2,63±0,02	1,26	52,1	-6	24,2	14,2
30-40	2,62±0,01	1,31	50,0	-2	27,8	13,8
40-50	2,62±0,01	1,28	51,1	-5	29,6	13,5
50-60	2,63±0,02	1,31	50,2	-3	29,0	13,6
	DL _{0,05}	0,05	1,8	-	1,9	0,5
Agrocenoza de mazăre – faza legatul păstăilor						
Arătură, îngrășăminte verzi+NPK						
0-10	2,65±0,01	1,16	56,2	-14	4,3	11,8
10-20	2,64±0,02	1,23	53,4	-8	25,6	11,5
20-30	2,64±0,03	1,33	49,6	-1	24,2	12,2
30-40	2,61±0,01	1,38	47,1	4	24,0	11,9
40-50	2,63±0,01	1,30	50,6	-3	27,2	12,6
50-60	2,62±0,01	1,32	49,6	-1	23,8	12,7
Arătură, gunoi de grajd						
0-10	2,64±0,02	1,22	53,8	-10	5,8	10,6
10-20	2,64±0,01	1,33	49,6	-1	7,8	11,0
20-30	2,61±0,00	1,30	50,2	-2	22,8	12,7
30-40	2,61±0,01	1,31	49,8	-2	22,4	12,5
40-50	2,62±0,01	1,25	52,3	-7	22,6	12,7
50-60	2,64±0,02	1,31	50,4	-3	21,2	13,1

Tabelul 3.6 (continuare)

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm ³	DA, g/cm ³	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm ²	W, % g/g
Paraplow, îngrășăminte verzi+NPK						
0-10	2,63±0,01	1,17	55,5	-13	3,6	12,9
10-20	2,63±0,02	1,24	52,9	-8	20,2	12,3
20-30	2,63±0,01	1,31	50,2	-3	28,0	12,2
30-40	2,61±0,03	1,26	51,7	-6	31,8	12,8
40-50	2,62±0,02	1,32	49,6	-1	28,6	12,6
50-60	2,62±0,00	1,31	50,0	-2	28,0	12,2
Paraplow, gunoi de grajd						
0-10	2,64±0,02	1,08	59,1	-21	3,1	11,3
10-20	2,63±0,01	1,18	55,1	-13	6,6	13,3
20-30	2,61±0,02	1,18	54,8	-12	15,0	13,8
30-40	2,61±0,01	1,36	47,9	2	17,8	15,2
40-50	2,63±0,03	1,30	50,6	-4	22,2	15,7
50-60	2,63±0,01	1,31	50,2	-3	21,0	17,2
	DL _{0,05}	0,05	2,0	-	2,2	0,6

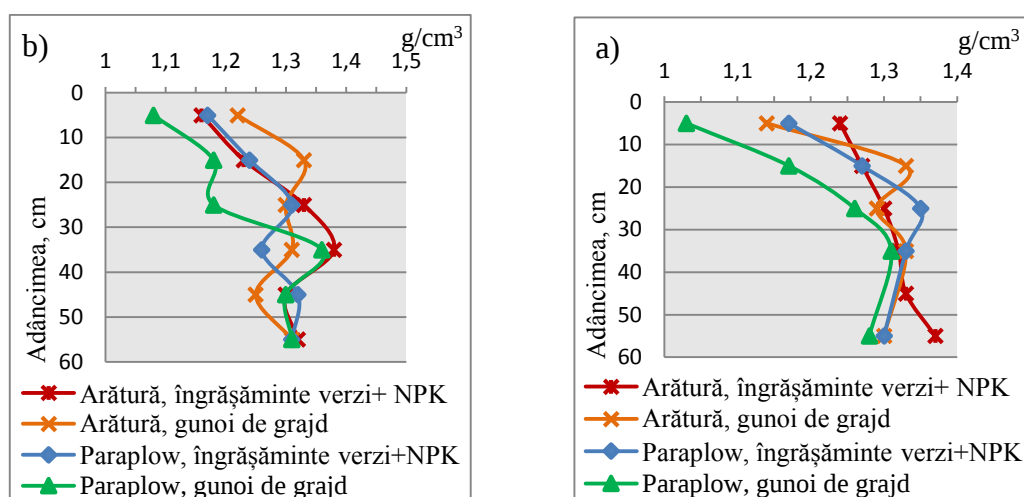


Fig. 3.1 Densitatea aparentă a cernoziomului carbonatic (g/cm³) în funcție de lucrarea solului și postacțiunea fertilizării: a) agrocezoza grâului de toamnă – faza de înspicare; b) agrocezoza de mazăre – faza legatul păstăilor

3.3. Dinamica proprietăților agrofizice ale solului în asolament și culturi permanente

Staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului. Rotația culturilor în timp și spațiu este concepută pentru a diversifica impactul remanent adus solului de fiecare cultură în parte, de a provoca concurență între dăunători, buruieni, iar în complex, de a contribui la funcționalitatea echilibrată a componentilor biotici și abiotici ai agroecosistemului. Este evident, că sistemele de lucrare a solului însoțite de alte măsuri de întreținere a agroecosistemelor (pesticide, îngrășăminte ș.a.) modifică starea fizică a solului într-o direcție sau alta, însă și

asolamentul – veriga importantă a agriculturii durabile se manifestă în reglarea și echilibrarea acestor proprietăți ale solului.

În anul agricol 2009-2010 au fost cercetate în dinamică (la începutul și sfârșitul fazei de vegetație) principalele însușiri agrofizice ale solului sub agroceenozele din asolament și cultura permanentă a porumbului (28 ani). Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelele 3.7-3.8 și figurile 3.2 și 3.3. Varianta de cercetare este comună – lucrarea de bază a solului - arătură cu postacțiunea îngrășămintelor organice, amplasată pe martorul 1 – o cultivație între rânduri la porumb.

Densitatea solului. Aprecierea densității cernoziomului carbonatic sub agroceenozele din asolament și cultura permanentă a porumbului, amplasate pe martorul 1 se distinge prin valori ce deviază în limitele 2,60-2,62 g/cm³ în stratul de la suprafață (0-10 cm) și în limite de 2,60-2,61 g/cm³ în stratul subarabil 50-60 cm.

Densitatea aparentă. Densitatea aparentă a solului sub agroceenoza de grâu de toamnă, faza de înspicare (luna mai) arată, că solul în stratul de la suprafață este afânat (1,23 g/cm³), urmat de un segment de sol mai compactat pe adâncimea 10-30 cm (1,32, 1,34 g/cm³) (tab. 3.7). La sfârșitul perioadei de vegetație (după recoltare) densitatea aparentă a solului sub grâul de toamnă a înregistrat valori mai mici, cuprinse în diapazonul 1,06-1,32 g/cm³ pe adâncimea 0-60 cm (tab. 3.8), stratul de 0-20 cm are solul foarte afânat (valorile DA sunt <1,10 g/cm³). Probabil aceasta se datorează masei de rădăcini concentrate în acest segment și umidității de 20,0-21,1%. Valoarea maximală – 1,32 g/cm³ se atestă în stratul postarabil compactat de 30-40 cm, unde umiditatea nu a fost în stare să micșoreze compactarea. Cercetarea densității aparente a solului în dinamică, sub agroceenoza de grâu de toamnă arată, că această cultură micșorează densitatea aparentă în partea superioară a profilului de sol (0-20 cm) prin intermediul sistemului radicular fasciculat concentrat în mare parte pe acest strat de sol. Mai jos, densitatea aparentă crește treptat, marcând valori mai mari pe adâncimea 30-40 cm (fig. 3.2).

În perioada de vegetație (luna mai), sub agroceenoza de mazăre la fel se atestă o compactare ușoară a solului (1,29-1,32 g/cm³) în stratul de 0-40 cm. Valorile DA scad semnificativ (1,22 g/cm³) pe adâncimea 40-60 cm, probabil datorită structurii naturale a părții inferioare a orizontului Ah. În perioada recoltării, au fost obținute valori ale densității aparente cuprinse în limitele 1,18-1,33 g/cm³ pentru stratul de sol de 0-60 cm, unde valorile maxime ale DA se atribuie stratului de 10-20 cm (fig. 3.2). Este de remarcat, că la adâncimea de 20-60 cm densitatea aparentă este moderată (1,18-1,24 g/cm³).

Sub agroceenoza de lucernă, în primul an de folosință, în luna mai densitatea solului este moderată – 1,19-1,21 g/cm³ în straturile de 0-20 și 30-60 cm și majorată (1,33 g/cm³) pe adâncimea

20-30 cm. Toamna densitatea aparentă crește în startul arabil de 0-20 cm la indici de 1,34-1,35 g/cm³, pe când mai jos pe profil (20-60 cm) solul este moderat afânat – 1,22-1,24 g/cm³ (fig. 3.2).

Cercetările densității aparente în agrocenozele de porumb (în asolament și cultură permanentă) au avut loc la începutul perioadei de vegetație (luna mai) - faza de 2-3 frunze și la sfârșitul perioadei vegetative (luna septembrie) – la recoltare (tab. 3.7 și 3.8). Primăvara, solul sub porumb la boabe (1) în asolament și cultură permanentă s-a evidențiat cu compactare slabă pentru 10-30 cm (1,33-1,39 g/cm³) și cu stratul de sol de la suprafață bine afânat – 1,18 g/cm³, datorită cultivării solului.

La finele perioadei de vegetație, densitatea aparentă a solului sub porumb la boabe (1) a înregistrat valori mici – 1,12 g/cm³ în stratul de la suprafață și valori cuprinse în limitele 1,30-1,35 g/cm³ în stratul de 10-60 cm. Indicii DA cresc cu adâncimea și corelează cu conținutul de umiditate din sol (tab. 3.8). Dat fiind faptul, că umiditatea solului în stratul arabil la începutul și sfârșitul fazei de vegetație este practic identică, se poate afirma, că agrocenoza de porumb a contribuit la decompactarea segmentului de sol de 10-30 cm, aici densitatea aparentă în luna septembrie a scăzut cu 0,06-0,10 g/cm³. Astfel, compactarea solului în partea inferioară a stratului arabil, cauzată de premergător (grâu de toamnă) și lucrările agrotehnice, a fost echilibrată de sistemul radicular viguros al agrocenozei de porumb (fig. 3.3).

La sfârșitul perioadei de vegetație în cercetare a fost inclusă și agrocenoza de porumbul la boabe (2), premergător – lucerna anul 2 de folosință, cu scopul de a evalua impactul acestui premergător asupra proprietăților agrofizice ale solului. Cercetările DA în perioada recoltării, arată valori mici ale acestui indice în stratul de la suprafață – 1,12 g/cm³, urmat de un strat mai compactat – 1,33-1,35 g/cm³ pe adâncimea 10-50 cm. Această variantă de porumb are indicii densității aparente mai mari (cu 0,04-0,06 g/cm³) pe adâncimea 10-30 cm (fig. 3.3), comparativ cu varianta porumb la boabe (1). De remarcat, că umiditatea solului pe varianta respectivă are valori mai mici, deși cercetările au avut loc în aceeași zi. Astfel, se observă compactarea solului pe fonul micșorării conținutului de apă din sol, care ar putea fi cauzată de premergătorul lucerna anul 2 de folosință.

Solul sub porumb în cultură permanentă (28 ani), la sfârșitul perioadei de vegetație, a înregistrat valori asemănătoare ale densității aparente (1,13 g/cm³) în stratul 0-10 cm, comparativ cu variantele de porumb din asolament (fig. 3.3). În acest agroecosistem se observă impactul tehnologiei de cultivare a porumbului mai mulți ani consecutiv, inclusiv aplicarea aceluiași sistem de lucrare a solului, care a generat o compactare de 1,45 g/cm³ în stratul postarabil – 30-40 cm. Porumbul în cultură permanentă contribuie cu ajutorul sistemului radicular viguros la micșorarea DA în straturile inferioare de sol, unde se depozitează resturile organice ale rădăcinilor.

Porozitatea totală și gradul de tasare al solului determinate în dinamică sub agrocenozele din asolament și porumb în cultură permanentă reflectă starea de așezare a solului descrisă prin indicii densității aparente.

Rezistența la penetrare. Datele cercetărilor în dinamică privind rezistența solului la penetrare sub agrocenozele din asolament și cultura permanentă a porumbului sunt prezentate în tabelele 3.7, 3.8.

Rezistența solului la penetrare sub agrocenoza grâu de toamnă, faza de înspicare, crește cu adâncimea, înregistrând valori cuprinse în limitele 6,8-25,4 kgf/cm² în stratul de sol de 0-60 cm (tab. 3.7), iar valoarea maximală de 25,4 kgf/cm² la adâncimea 30-40 cm. După recoltare, datorită umidității solului (20,0-21,9%), rezistența la penetrare a înregistrat indici mici – 3,6-8,4 kgf/cm² în stratul arabil și valori mijlocii (12,0-13,8 kgf/cm²) în stratul subarabil de sol.

Solul ocupat cu agrocenoza mazăre, în perioada de vegetație, a înregistrat valori maxime ale rezistenței la penetrare (23,6 kgf/cm²) în stratul de la suprafață (0-10 cm), iar mai jos pe profil (10-60 cm) indicii rezistenței la penetrare scad semnificativ (16,6-19,8 kgf/cm²). După recoltare, valorile RP sunt mijlocii (12,8-16,4 kgf/cm²) pe straturile arabile și subarabile.

Solul cu lucernă anul 1 de folosință, luna mai, se caracterizează cu o stratificare a profilului conform rezistenței la penetrare (tab. 3.7): valori mici de 3,4 kgf/cm² găsim pe adâncimea 0-10 cm; indici semnificativi mai mari – 20,2-22,6 kgf/cm² se atestă în stratul subiacent 10-40 cm, iar pe stratul subarabil 40-60 cm, datorită umidității solului (20,1-20,8% comparativ cu 15,8-18,9% a stratului de 10-40 cm) valorile RP scad la 17,0-18,4 kgf/cm². Toamna, rezistența solului la penetrare sub lucernă corelează cu umiditatea, astfel că valori medii de 17,0-20,6 kgf/cm² corespund stratului 0-40 cm, iar cele maxime (24,2 și 28,6 kgf/cm²) adâncimii 40-60 cm.

Solele ocupate cu porumb la boabe (1) și porumb în cultură permanentă (28 ani), la primele faze de dezvoltare (2-3 frunze) se caracterizează cu valori ale rezistenței solului la penetrare optime creșterii sistemului radicular (5,8-16,6 kgf/cm²) pe adâncimea 0-60 cm. Aceste valori (mici și mijlocii) se datorează lucrărilor agrotehnice de primăvară și umidității solului (20,5-23,3%).

În perioada recoltării au fost cercetate două sole cu porumb în asolament, având premergători diferiți (tab. 3.8). Ambele variante cu porumb în asolament se caracterizează cu valori ale RP asemănătoare, încadrate în limitele 3,7-27,6 kgf/cm², care cresc pe profil cu adâncimea. Solul cu porumb în cultură permanentă (28 ani) - recoltare, se remarcă cu valori ale rezistenței la penetrare mai mici (17,8-18,2 kgf/cm²) în stratul subarabil 40-60 cm, comparativ cu cele ale porumbului în asolament (tab. 3.8).

Tabelul 3.7 Însușirile agrofizice ale cernoziomului carbonatic în funcție de agroceoză, luna mai, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm ³	DA, g/cm ³	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm ²	W, % g/g
Grâu de toamnă – premergător mazăre (câmpul 1)						
0-10	2,62±0,01	1,23	53,1	-9	6,8	18,5
10-20	2,62±0,03	1,32	49,6	-2	16,6	15,9
20-30	2,61±0,01	1,34	48,7	0	24,2	14,0
30-40	2,60±0,01	1,25	51,9	-6	25,4	15,0
40-50	2,61±0,02	1,21	53,6	-10	22,6	15,9
50-60	2,61±0,01	1,22	53,3	-9	23,6	16,3
Mazăre – premergător porumb la boabe al 2-lea an (câmpul 4)						
0-10	2,61±0,01	1,29	50,6	-4	13,6	18,9
10-20	2,61±0,01	1,31	49,8	-2	18,0	17,3
20-30	2,60±0,03	1,32	49,2	-1	19,8	17,0
30-40	2,60±0,02	1,32	49,2	-1	19,6	18,5
40-50	2,60±0,01	1,22	53,1	-9	16,6	19,6
50-60	2,60±0,01	1,22	53,1	-9	17,2	19,5
Lucernă anul 1 de folosință – premergător porumb la boabe (1) (câmpul 7)						
0-10	2,61±0,00	1,20	54,0	-9	3,4	16,5
10-20	2,61±0,02	1,21	53,6	-9	20,2	15,8
20-30	2,60±0,01	1,33	48,8	1	22,6	16,7
30-40	2,60±0,02	1,19	54,2	-10	22,4	18,9
40-50	2,61±0,03	1,21	53,6	-9	18,4	20,1
50-60	2,61±0,02	1,19	54,4	-11	17,0	20,8
Porumb la boabe (1) – premergător grâu de toamnă (câmpul 2)						
0-10	2,61±0,01	1,18	54,8	-12	8,6	23,3
10-20	2,62±0,00	1,36	48,1	2	14,8	21,1
20-30	2,60±0,03	1,39	46,5	5	16,6	20,5
30-40	2,60±0,02	1,27	51,2	-4	14,2	22,3
40-50	2,60±0,01	1,25	51,9	-6	14,4	22,6
50-60	2,61±0,01	1,26	51,7	-6	14,2	22,1
Porumb în cultură permanentă – al 28-lea an (câmpul 3)						
0-10	2,60±0,02	1,18	54,6	-12	5,8	20,7
10-20	2,62±0,01	1,33	49,2	-1	14,6	21,8
20-30	2,61±0,02	1,33	49,0	0	13,8	20,5
30-40	2,60±0,02	1,26	51,5	-5	15,0	21,9
40-50	2,60±0,01	1,28	50,8	-4	16,2	22,0
50-60	2,60±0,01	1,19	54,2	-11	16,0	21,9
DL _{0,05}		0,04	1,4	-	2,7	0,4

Tabelul 3.8 Însușirile agrofizice ale cernoziomului carbonatic în funcție de agroceoză, anul agricol 2009-2010, recoltare

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm ³	DA, g/cm ³	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm ²	W, % g/g
Grâu de toamnă – premergător mazăre (câmpul 1)						
0-10	2,62±0,01	1,06	59,5	-22	3,6	20,0
10-20	2,62±0,03	1,10	58,0	-19	6,4	21,1
20-30	2,61±0,01	1,24	52,5	-8	8,4	20,7
30-40	2,60±0,01	1,32	49,2	-1	12,0	20,1
40-50	2,61±0,02	1,23	52,9	-8	13,2	21,9
50-60	2,61±0,01	1,23	52,9	-8	13,8	21,9
Mazăre – premergător porumb la boabe al 2-lea an (câmpul 4)						
0-10	2,61±0,01	1,24	52,5	-7	12,8	15,8
10-20	2,61±0,01	1,33	49,0	0	14,6	19,2
20-30	2,60±0,03	1,23	52,7	-8	15,6	20,0
30-40	2,60±0,02	1,20	53,8	-10	15,2	21,4
40-50	2,60±0,01	1,18	54,6	-12	13,4	21,3
50-60	2,60±0,01	1,24	52,3	-7	16,4	20,7
DL _{0,05}		0,04	1,5	-	1,9	0,4
Lucernă anul 1 de folosință – premergător porumb la boabe (1) (câmpul 7)						
0-10	2,61±0,00	1,34	48,7	1	19,8	15,6
10-20	2,61±0,02	1,35	48,3	2	20,6	17,3
20-30	2,60±0,01	1,22	53,1	-8	18,6	19,6
30-40	2,60±0,02	1,22	53,1	-8	17,0	20,1
40-50	2,61±0,03	1,24	52,5	-7	24,2	14,4
50-60	2,61±0,02	1,24	52,5	-7	28,6	13,8
Porumb la boabe (1) – premergător grâu de toamnă (câmpul 2)						
0-10	2,61±0,01	1,12	57,1	-16	4,9	21,0
10-20	2,62±0,00	1,30	50,4	-3	14,6	21,2
20-30	2,60±0,03	1,29	50,4	-3	12,4	20,5
30-40	2,60±0,02	1,31	49,6	-1	13,8	17,6
40-50	2,60±0,01	1,33	48,8	1	23,4	17,4
50-60	2,61±0,01	1,35	48,3	1	27,6	14,9
Porumb la boabe (2) – premergător lucerna anul 2 de folosință (câmpul 5)						
0-10	2,61±0,01	1,12	57,1	-16	3,7	19,1
10-20	2,62±0,00	1,34	48,9	0	15,8	19,0
20-30	2,60±0,03	1,35	48,1	2	16,0	19,3
30-40	2,60±0,02	1,34	48,5	1	19,6	17,4
40-50	2,60±0,01	1,33	48,8	1	26,2	13,7
50-60	2,61±0,01	1,30	50,2	-3	26,2	14,1
Porumb cultură permanentă – al 28-lea an (câmpul 3)						
0-10	2,60±0,02	1,13	56,5	-16	4,3	22,0
10-20	2,62±0,01	1,25	52,3	-7	9,2	21,8
20-30	2,61±0,02	1,33	49,0	0	15,8	20,8
30-40	2,60±0,02	1,45	44,2	10	16,8	19,8
40-50	2,60±0,01	1,28	50,8	-4	18,2	19,7
50-60	2,60±0,01	1,27	51,2	-5	17,8	19,5
DL _{0,05}		0,04	1,4	-	-	0,4

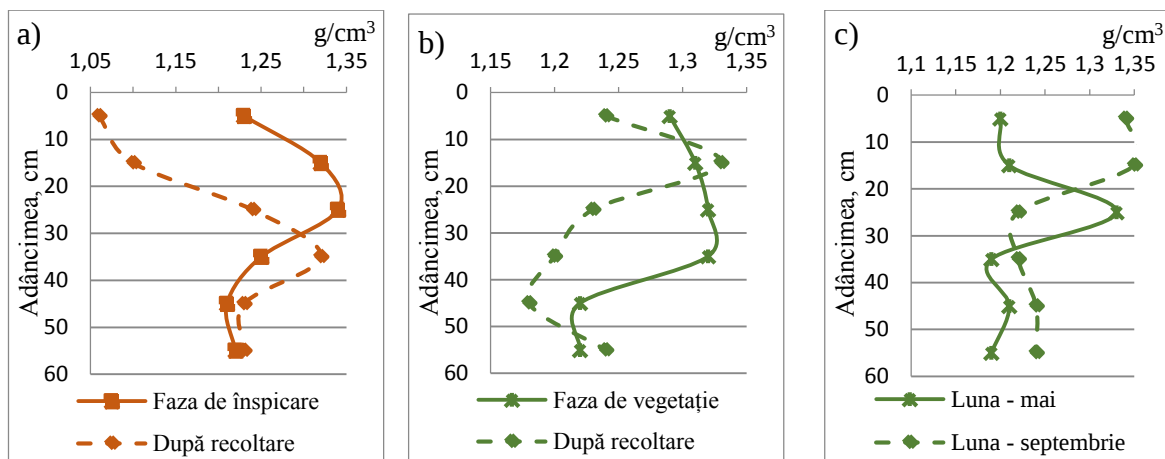


Fig. 3.2 Dinamica densității aparente a solului (g/cm^3) sub agroceozole: a) grâu de toamnă; b) mazăre; c) lucernă 1 an de folosință

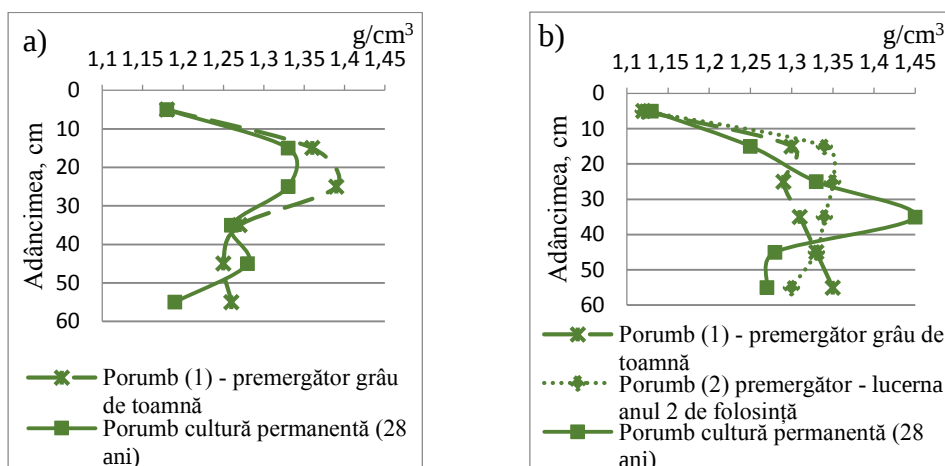


Fig. 3.3 Dinamica densității aparente a solului (g/cm^3) în agroecosistemele de porumb: a) faza de vegetație (2-3 frunze); b) faza de recoltare

Staționarul cu culturi permanente. Cercetarea proprietăților agrofizice în agroecosistemele din staționarul cu culturi permanente (55 ani) au avut loc în dinamică: ultima decadă din lunile martie și august. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelul 3.9 și figura 3.4.

Densitatea aparentă. Cernoziomul carbonatic, sub pârloagă (55 ani), în luna martie se caracterizează cu densitatea aparentă mică și echilibrată ($1,07\text{-}1,13 \text{ g/cm}^3$) pe stratul de sol $0\text{-}60 \text{ cm}$. În luna august valorile densității aparente cresc, variind în limitele $1,12\text{-}1,31 \text{ g/cm}^3$, ca urmare a conținutului foarte scăzut de umiditate din sol ($8,7\text{-}11,3\%$). Stratul de la suprafață rămâne a fi foarte afânat ($1,12 \text{ g/cm}^3$), datorită vegetației ierboase.

Agroecosistemul ogor negru, în luna martie, se caracteriza prin sol artificial afânat ($1,15 \text{ g/cm}^3$) în stratul de la suprafață, urmat de un strat slab compactat ($1,31 \text{ g/cm}^3$) pe adâncimea 20-

40 cm. La sfârșitul perioadei de vegetație solul devine evident compactat ($1,44 \text{ g/cm}^3$) în stratul 10-20 cm, ca urmare a mobilizării repetate a orizontului de la suprafață în timpul perioadei de vegetație. Nivelul de organizare aplicat acestui agroecosistem arată consecințele lucrării intensive a solului, care se regăsește cantitativ și calitativ în straturile postarabile.

Lucerna – 55 de ani de folosință, la începutul perioadei de vegetație, se caracterizează cu indici moderați ai densității aparente – $1,15\text{-}1,20 \text{ g/cm}^3$, repartizați diferit pe stratul de sol 0-60 cm. În luna august acești indici cresc, variind în limitele $1,21\text{-}1,34 \text{ g/cm}^3$, cu indici mai mari ale DA – $1,34 \text{ g/cm}^3$ pe stratul 10-20 cm.

Porozitatea totală. La începutul perioadei de vegetație solul sub pârlă se caracteriza cu porozitatea totală foarte bună ($57,1\text{-}59,0\%$). În luna august PT scade semnificativ ($49,8\text{-}54,8\%$) în stratul 10-60 cm, pe când stratul de sol superior are regim de aerație la fel foarte bun ($57,1\%$) și în condițiile de secetă pedologică.

Ogorul negru, conform evaluărilor, indică porozitate foarte bună a solului în stratul de la suprafață pe întreaga perioadă de vegetație și valori ale PT semnificativ mai mici ($45,5$ și $49,8\%$) pentru straturile subiacente 10-20 și 20-30 cm la finele perioadei de vegetație.

Primăvara devreme, sub lucernă (55 ani), porozitatea totală a solului se plasează între valorile $53,8\text{-}55,8\%$ în stratul 0-60 cm. Solul se caracterizează cu porozitate foarte bună la suprafață (0-10 cm) și pe adâncimea 20-60 cm și doar pe stratul 10-20 cm cu PT suficientă ($53,8\%$). Spre sfârșitul perioadei de vegetație, acest parametru scade ($48,5\text{-}53,55$). Indici mai mari sunt înregistrați în stratul subarabil ($52,1\text{-}53,5\%$), iar cei mai mici ($48,5\%$) pe adâncimea 10-20 cm.

Rezistența la penetrare. Cernoziomul carbonatic, sub pârlă (55 ani), în luna martie, se caracterizează cu rezistență la penetrare a solului mică și omogenă ($5,6\text{-}9,6 \text{ kgf/cm}^2$) pe stratul de sol 0-60 cm. Este varianta cu cele mai mici valori ale rezistenței la penetrare. Pentru luna august valorile rezistenței la penetrare cresc semnificativ – $19,6\text{-}26,6 \text{ kgf/cm}^2$, drept urmare a conținutului foarte mic de umiditate din sol ($8,7\text{-}11,3\%$) înregistrată în această perioadă.

Solul folosit ca ogor negru, primăvara timpuriu, se caracterizează cu valori ale rezistenței la penetrare mici și mijlocii ($3,1\text{-}13,4 \text{ kgf/cm}^2$). Lucrarea solului în perioada de vegetație afânează excesiv stratul superficial de sol și provoacă tasare pe adâncimea 10-30 cm, unde rezistența la penetrare a crescut în perioada martie-august la valori de $22,6\text{-}23,6 \text{ kgf/cm}^2$.

Lucerna – 55 de ani de folosință, la începutul perioadei de vegetație, se caracterizează cu indici ai rezistenței la penetrare mici și mijlocii ($8,6\text{-}12,2 \text{ kgf/cm}^2$) pe stratul de sol 0-60 cm. În luna august indicii rezistenței la penetrare a solului se majorează ($20,2\text{-}33,2 \text{ kgf/cm}^2$) fiind repartizați neomogen pe profil (tab 3.9).

Tabelul 3.9 Dinamica însușirilor agrofizice ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm ³	DA, g/cm ³	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm ²	W, % g/g
Începutul perioadei de vegetație – luna martie						
Pârloaga (55 ani)						
0-10	2,61±0,03	1,07	59,0	-20	9,6	24,0
10-20	2,61±0,01	1,12	57,1	-17	8,6	21,0
20-30	2,62±0,01	1,10	58,0	-19	7,7	21,7
30-40	2,63±0,02	1,10	58,2	-19	8,2	21,8
40-50	2,63±0,00	1,12	57,4	-17	7,2	21,9
50-60	2,64±0,01	1,13	57,2	-17	5,6	21,9
Ogor negru (55 ani)						
0-10	2,64±0,02	1,15	56,4	-17	3,1	19,9
10-20	2,64±0,02	1,23	53,4	-11	10,6	19,0
20-30	2,63±0,01	1,30	50,6	-5	10,8	19,5
30-40	2,65±0,01	1,31	50,6	-5	8,6	19,3
40-50	2,63±0,02	1,25	52,5	-8	13,4	21,5
50-60	2,64±0,01	1,17	55,7	-15	11,0	21,7
Lucerna (55 ani)						
0-10	2,61±0,02	1,17	55,2	-12	10,0	20,0
10-20	2,60±0,01	1,20	53,8	-10	8,8	20,5
20-30	2,61±0,03	1,18	54,8	-12	12,2	22,8
30-40	2,60±0,01	1,15	55,8	-14	9,4	22,4
40-50	2,60±0,00	1,18	54,6	-11	8,6	22,0
50-60	2,61±0,03	1,17	55,2	-12	9,0	22,1
DL _{0,05}		0,05	2,0	-	1,8	0,5
Sfârșitul perioadei de vegetație – luna august						
Pârloaga (55 ani)						
0-10	2,61±0,03	1,12	57,1	-17	24,8	8,7
10-20	2,61±0,01	1,31	49,8	-2	22,0	9,2
20-30	2,62±0,01	1,30	50,4	-3	19,6	9,6
30-40	2,63±0,02	1,19	54,8	-12	23,6	10,0
40-50	2,63±0,00	1,23	53,2	-9	26,6	11,1
50-60	2,64±0,01	1,21	54,2	-11	26,4	11,3
Ogor negru (55 ani)						
0-10	2,64±0,02	0,93	64,8	-34	4,8	3,1
10-20	2,64±0,02	1,44	45,5	6	22,6	8,6
20-30	2,63±0,01	1,32	49,8	-3	23,6	10,8
30-40	2,65±0,01	1,20	54,7	-13	13,6	11,9
40-50	2,63±0,02	1,22	53,6	-11	24,2	12,8
50-60	2,64±0,01	1,28	51,5	-6	21,8	12,3
Lucerna (55 ani)						
0-10	2,61±0,02	1,28	51,0	-4	33,2	5,6
10-20	2,60±0,01	1,34	48,5	1	21,4	9,8
20-30	2,61±0,03	1,26	51,7	-5	21,8	10,9
30-40	2,60±0,01	1,22	53,1	-8	26,6	11,1
40-50	2,60±0,00	1,21	53,5	-9	20,2	11,7
50-60	2,61±0,03	1,25	52,1	-6	20,8	11,8
DL _{0,05}		0,07	2,6	-	3,9	0,4

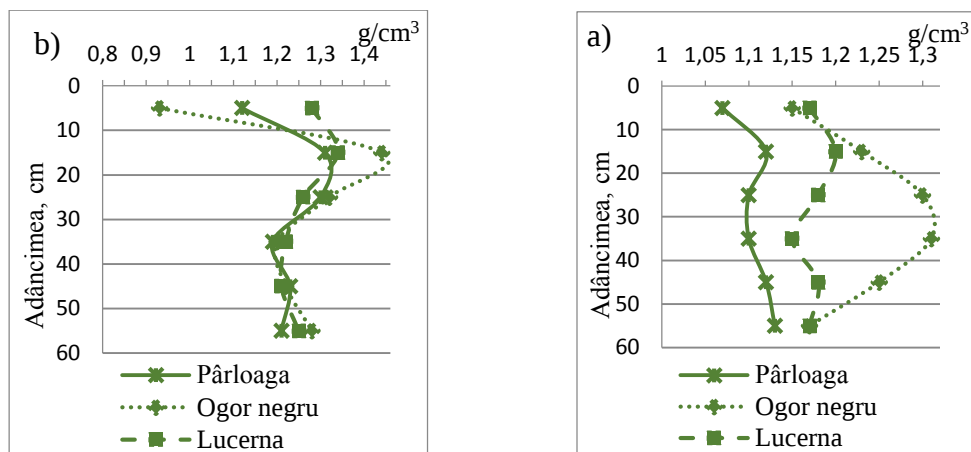


Fig. 3.4 Densitatea aparentă a solului (g/cm^3) în agroecosistemele din staționarul cu culturi permanente (55 ani): a) luna martie; b) luna august

3.4. Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme

Din moment ce solul este inclus în sistemul agricol, proprietățile acestuia în ansamblu, suferă schimbări, care prin urmare duc la înrăutățirea parametrilor fizici (structurii, porozității, compactării secundare), precum și scăderea conținutului de substanță organică [20, 210].

La moment, schimbările negative ale stării de calitate fizică a solurilor arabile a devenit o problemă globală [205]. Agricultură intensivă, lucrarea solurilor cu mașini și agregate grele au condus la dehumificarea stratului arabil, deteriorarea structurii lui naturale și pierderea rezistenței la compactare. În cazul în care cernoziomul este utilizat un timp îndelungat pentru culturi agricole anuale, structura stratului arabil se distruge treptat, partea inferioară a acestui strat se compactează puternic și ca rezultat scade fertilitatea solului [22]. Calitatea structurii influențează direct regimurile și însușirile mecanice ale solului. Într-un sol cu structură naturală deteriorată faza solidă formează o masă coerentă, separarea căreia necesită cheltuieli mari de energie la efectuarea lucrărilor pentru a fărâmița și afâna stratul arabil [20, 43].

Datele privind alcătuirea structurală a straturilor arabile și subiacente ale cernoziomului carbonatic din diverse agroecosisteme cercetate sunt prezentate în tabelele 3.10-3.12, figura 3.5 și tab. A. 4.1-4.3 din anexa 4.

Cernoziomul carbonatic sub țelină (55 ani) se caracterizează cu o structură glomerular-grăunțoasă de calitate foarte bună și hidrostabilitate foarte mare pentru stratul superficial 0-10 cm, în care 89% de elemente structurale revin fracțiunilor agronomic valoroase (0,25-10 mm), iar 73% din acestea sunt agregate hidrostabile (tab. 3.10). Acest strat conține numai 6% de elemente structurale bulgăroase (mai mari de 10 mm) și 5,2% a fracțiunii de praf (< 0,25 mm). Cernerea

uscată și umedă a solului a arătat că fracțiunile 3-2 și 2-1 mm se evidențiază cu o pondere mai mare în comparație cu celelalte mezoagregate (0,25-10 mm) (tab. A. 4.1).

Totodată și stratul 10-60 cm se caracterizează cu o structură bună, fracțiunile valoroase (0,25-10 mm) sunt predominante – 69-80%. Se constată majorarea conținutului macroagregatelor (> 10 mm) cu valori cuprinse între 15-29%. Conținut de agregate bulgăroase mai mare de 25-29% a fost evidențiat doar pentru adâncimile 10-20 și 50-60 cm. Hidrostabilitatea agregatelor structurale este bună în stratul de 10-30 cm și mijlocie în stratul subarabil 30-60 cm. În solul înțelenit se observă micșorarea treptată a hidrostabilității agregatelor structurale în orizonturile subiacente și reducerii conținutului de rădăcini în sol. Cercetările demonstrează rolul pozitiv al vegetației ierboase la formarea structurii agronomice valoroase hidrostabile, îndeosebi în partea superioară a profilului, unde rețeaua densă a rădăcinilor assemblează particulele solului în agregate structurale, iar materia organică (substanță organică activă), depozitată an de an, elimină agenții de „cimentare” a acestora. Majoritatea cercetătorilor afirmă, că unicul factor care conduce la restabilirea calității structurii cernoziomurilor este vegetația de stepă cu predominarea gramineelor, prin sistemul radicular fasciculat foarte dezvoltat [25, 31, 32, 194].

Experiențele multianuale din staționarul culturilor permanente, înființate în 1955 de către savantul Sidorov M., inclusiv păstrarea agroecosistemului cu țelină (55 ani) a permis evaluarea structurii solului sub lucernă, cultură permanentă (55 ani) și ogor negru (55 ani).

Agroecosistemul lucernă cultură permanentă (55 ani) se caracterizează cu structura solului de calitate mijlocie pentru stratul 0-10 cm, mezoagregatele (0,25-10 mm) alcătuiesc 50%, iar macroagregatele (>10 mm) – 45% (tab. 3.10). Stratul subiacent 10-60 cm al solului are structură de calitate bună, conținutul mezoagregatelor prevalează variind în limitele 65-72%, iar macroagregatele se reduc la valori de 24-32%. Hidrostabilitatea agregatelor este mică pentru adâncimile 0-20, 30-40 și 50-60 cm, unde mezoagregatele hidrostabile alcătuiesc doar 28-40%, pe când adâncimea 20-30 cm se evidențiază cu conținut mai mare de mezoagregate stabile – 50%. Datele obținute arată efecte benefice ale structurii cernoziomului carbonatic sub lucernă cultură permanentă, dar structura formată nu este una hidrostabilă. Conform și altor cercetări, lucerna prin sistemul ei radicular pivotant, nu contribuie complet la restabilirea și formarea structurii [22].

Ogorul negru – extremă opusă solului agroecosistem de țelină, se caracterizează cu structură puternic degradată – prăfoasă în partea superioară a profilului (0-20 cm). La începutul perioadei de vegetație (ultima decadă a lunii martie) solul ogorului ocupat se caracterizează cu structură de calitate mijlocie în stratul de 0-20 cm, bună la adâncimea 20-40 cm și foarte bună în stratul subarabil 50-60 cm (tab. 3.10). Astfel se constată creșterea conținutului agregatelor agronomice valoroase (0,25-10 mm) odată cu adâncimea de la 54 la 89%. Prezența mezoagregatelor în

proporții mai mari de 50% în stratul arabil este evident artificial formată. Hidrostabilitatea structurii pentru solul utilizat ogor negru este foarte mică în stratul 0-40 cm. Agregatele dispersează în apă cu o pondere de cca. 91%. În medie, din 63% de mezoagregate la cernere uscată, doar 9% sunt hidrostabile, acestea fiind formate din contul fracțiunilor 0,25-0,5 mm. Stratul subarabil 50-60 cm la fel este afectat de consecințele negative ale ogorului negru, din 89% agregate agronomic valoroase doar 39% sunt hidric stabile. Structura solului pe ogorul negru a degradat enorm, conținutul mezoagregatelor hidrostabile în stratul arabil 0-30 cm s-a micșorat în medie cu cca. 59%, comparativ cu varianta țelină (55 ani), coborând cu 3-4 clase de valori.

Consecințele impactului antropic asupra structurii cernoziomului carbonatic s-au cercetat în agroecosistemele din asolamentul cu 5 sole. În studiu au fost incluse următoarele culturi de câmp: grâu de toamnă, porumb, lucernă – primul an de folosință (tab. 3.11 și tab. A. 4.2, anexa 4). Solul acestor agroecosisteme are structură tipică solurilor arabile – bolovănoasă, mediu prăfoasă.

Structura solului agroecosistemului cu grâu de toamnă în partea superioară a profilului (0-10 cm) este de calitate bună, elementele structurale agronomic valoroase sunt predominante, constituind 64%, din acestea categoria 2-1 mm are proporția de participare mai mare (20,7%) vizavi de alte fracțiuni, fiind urmată de categoria 3-2 mm (11,4%) (tab. A. 4.2, anexa 4). În stratul 10-30 cm structura este masivă, cota parte a elementelor structurale bulgăroase crește până la 46-52% în defavoarea celor agronomic valoroase (44-47%). În stratul subarabil, pentru adâncimile 30-40 și 50-60 cm structura este bună, conținutul maximal de mezoagregate de 80% a fost determinat la adâncimea 50-60 cm, din care 41% sunt hidric stabile. La cernerea umedă agregatele structurale în mare parte dispersează, iar conținutul mezoagregatelor hidric stabile variază pentru adâncimea cercetată (0-60 cm) în limitele 26-41% și crește cu adâncimea.

Cercetările au constatat, că deseori calitatea atribuită structurii solului arabil la cernerea uscată nu este reprezentativă, din moment ce hidrostabilitatea agregatelor este de calitate mai joasă (cu una sau două clase de valori), pe când solul format în condiții naturale nu înregistrează asemenea devieri. Prin urmare, calitatea structurii solului aflat în circuitul agricol, poate fi evaluată mai senzitiv prin studierea hidrostabilității acesteia, înregistrând mai evident degradările solului.

Solul de sub lucernă, primul an de folosință a înregistrat un conținut mai mare de agregate agronomic valoroase – 66 și 68% respectiv pentru adâncimile 50-60 și 20-30 cm, iar pondere minimală (51%), în stratul de la suprafață (0-10 cm). Stabilitatea hidrică a solului este mică în stratul arabil 0-30 cm și subarabil 50-60 cm, conținutul maximal (43%) de mezoagregate hidrostabile a fost evidențiat în stratul de 30-40 cm, iar cel minimal (28%) în partea superioară a profilului (0-10 cm). La alcătuirea structurală a mezoagregatelor, fracțiunile 3-2 și 2-1 mm se remarcă cu un conținut mai mare de elemente structurale (tab. A. 4.2).

Solul din agroecosistemul porumb (1) are conținut mai mare de mezoagregate – 75% în stratul de 30-40 cm, iar ponderea mai mică (52%) a fost evaluată pentru adâncimea 10-20 cm. Hidrostabilitatea agregatelor este mică în stratul arabil (0-20 cm) și mijlocie în cele subarabile (30-40 și 50-60 cm). Se remarcă creșterea conținutului de mezoagregate hidrostabile cu adâncimea din contul fracțiunilor cuprinse între 0,25 și 2 mm, pe când ponderea microagregatelor (<0,25 mm) descrește în orizonturile subiacente.

Tehnologia de cultivare a porumbului permite cultivarea acestuia mai mulți ani consecutiv. Din aceste motive studierea structurii cernoziomului carbonatic în agroecosistemul de porumb în cultură permanentă (28 ani) este binevenită. Cercetările au relevat, că efectul cultivării repetate a porumbului asupra structurii cernoziomului carbonatic lutos nu diferă semnificativ de cel al rotației culturilor (tab. 3.11 și fig. 3.5). Calitatea structurii solului din agroecosistemul porumb în cultură permanentă (28 ani) este bună pentru adâncimile 0-10, 20-30, 30-40 și 50-60 cm, și mijlocie în stratul de sol 10-20 cm, unde elementele structural bulgăroase prevalează (53%) asupra celor agronomic valoroase (45%). Frațiunile care se evidențiază la alcătuirea structurală a mezoagregatelor, în stratul de la suprafață (0-10 cm), sunt cele de 2-1 mm (19%) și 3-2 mm (13%) (tab. A. 4.2). Pozițiile acestor fracțiuni se inversează după conținut începând cu stratul de sol 20-30 cm, unde cu adâncimea fracțiunea de 3-2 mm înregistrează pondere mai mare pe măsura adâncirii pe profil (cu 1-5%), comparativ cu fracțiunea 2-1mm. Elementele structurale prăfoase <1 mm predomină în stratul superficial (0-10 cm), proces datorat mobilizării frecvente a acestui strat. Stabilitatea hidrică a agregatelor structurale cuprinse între 0,25-10 mm alternează pe profil de la mică la mijlocie. O cotă mai mare a mezoagregatelor hidrostabile (46%) a fost atestată în stratul 30-40 cm, iar cea mai mică (28%) în stratul de la suprafață (0-10 cm). Frațiunea 0,5-0,25 mm are pondere mai mare în suma mezoagregatelor hidrostabile (19-24%).

În anul 2014 structura cernoziomului carbonatic a fost cercetată în cadrul a două sisteme de lucrare a solului: convențională – Arătură și conservativă – No-till (până în anul 2013 aplicat minim-till) la agrocenoza grâului de toamnă (tab. 3.12 și tab. A. 4.3).

Cernerea uscată a solului din cadrul celor două variante cercetate arată că solul lucrat convențional are structură de calitate mijlocie pentru toate adâncimile studiate, iar cel din varianta No-till se caracterizează cu structură bună, ceea ce se explică prin fragmentarea redusă a elementelor structurale [118]. Cantitatea medie de elemente structural bulgăroase pentru adâncimea 0-30 cm este mai mare cu 11% la varianta convențională, comparativ cu varianta No-till. La ambele variante conținutul maximal al agregatelor agronomic valoroase este identificat pentru stratul superficial 0-10 cm (59% - la varianta convențională și 72% - la varianta No-till), fapt ce se datorează prezenței sistemului radicular fasciculat al grâului.

Tabelul 3.10 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu culturi permanente, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), % g/g				Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10 mm	< 0,25 mm	Suma 10-0,25 mm	Agregate hidro stabile în stratul arabil 0-30 cm		
Pârloagă (55 ani)						
0-10	<u>6</u> -	<u>5,2</u> 27,3	<u>88,8</u> 72,7 ±2,15	68,1	foarte bună	foarte mare
10-20	<u>28,9</u> -	<u>2,5</u> 31,2	<u>68,6</u> 68,8 ±0,44		bună	bună
20-30	<u>18,8</u> -	<u>2,7</u> 37,1	<u>78,5</u> 62,9 ±0,83		bună	bună
30-40	<u>18,7</u> -	<u>3,3</u> 45,3	<u>78,0</u> 54,7 ±0,61	-	bună	mijlocie
40-50	<u>15,2</u> -	<u>5,2</u> 49,3	<u>79,6</u> 50,7 ±2,56		bună	mijlocie
50-60	<u>24,8</u> -	<u>5,3</u> 58	<u>69,9</u> 42,0 ±3,49		bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)			5,0			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)						
0-10	<u>45,2</u> -	<u>4,7</u> 67,7	<u>50,1</u> 32,3 ±2,83	37,0	mijlocie	mică
10-20	<u>27,5</u> -	<u>3,3</u> 71,7	<u>69,2</u> 28,3 ±2,77		bună	mică
20-30	<u>23,8</u> -	<u>4,6</u> 49,6	<u>71,6</u> 50,4 ±6,79		bună	mijlocie
30-40	<u>32</u> -	<u>3,3</u> 59,6	<u>64,7</u> 40,4 ±1,23	-	bună	mică
50-60	<u>30,6</u> -	<u>3,5</u> 63,4	<u>65,9</u> 36,6 ±0,23		bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)			9,2			
Ogor negru (55 ani)						
0-10	<u>34,9</u> -	<u>7,1</u> 92,5	<u>58,0</u> 7,5 ±0,33	9,0	mijlocie	foarte mică
10-20	<u>42,8</u> -	<u>3,5</u> 92,3	<u>53,7</u> 7,7 ±0,10		mijlocie	foarte mică
20-30	<u>30</u> -	<u>3,3</u> 89,5	<u>66,7</u> 10,5 ±0,03		bună	foarte mică
30-40	<u>21,5</u> -	<u>4,9</u> 89,9	<u>73,6</u> 10,1 ±0,42	-	bună	foarte mică
50-60	<u>6,4</u> -	<u>5,1</u> 60,9	<u>88,5</u> 39,1 ±1,12		foarte bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)			1,4			

Tabelul 3.11 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în agroecosisteme din asolament
și cultura permanentă a porumbului, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidrostabile (numitor), % g/g				Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta-bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10 mm	< 0,25 mm	Suma 10-0,25 mm	Agregate hidrostabile în stratul arabil 0-30 cm		
Grâu de toamnă						
0-10	<u>24</u> -	<u>12,4</u> 74,1	<u>63,6</u> 25,9 ±2,40	27,5	bună	mică
10-20	<u>51,7</u> -	<u>4,1</u> 72,5	<u>44,2</u> 27,5 ±1,12		mijlocie	mică
20-30	<u>46</u> -	<u>6,7</u> 71	<u>47,3</u> 29,0 ±0,92		mijlocie	mică
30-40	<u>35</u> -	<u>4,4</u> 62,9	<u>60,6</u> 37,1 ±0,52	-	bună	mică
50-60	<u>10,1</u> -	<u>9,7</u> 59,5	<u>80,2</u> 40,5 ±1,13		bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)			3,5			
Lucerna I an de folosință						
0-10	<u>38,1</u> -	<u>10,8</u> 71,9	<u>51,1</u> 28,1 ±0,47	34,5	mijlocie	mică
10-20	<u>37</u> -	<u>4,7</u> 60,3	<u>58,3</u> 39,7 ±0,82		mijlocie	mică
20-30	<u>26,8</u> -	<u>5</u> 64,4	<u>68,2</u> 35,6 ±0,42		bună	mică
30-40	<u>37,1</u>	<u>4,8</u> 57,2	<u>58,1</u> 42,8 ±0,31	-	mijlocie	mijlocie
50-60	<u>25,1</u>	<u>9,1</u> 64,1	<u>65,8</u> 35,9 ±0,54		bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)			1,4			
Porumb pentru boabe (1)						
0-10	<u>25,1</u> -	<u>9,9</u> 72,7	<u>65,0</u> 27,3 ±4,10	32,2	bună	mică
10-20	<u>44,8</u> -	<u>3,6</u> 62,9	<u>51,6</u> 37,1 ±1,05		mijlocie	mică
30-40	<u>20</u> -	<u>5</u> 51,8	<u>75,0</u> 48,2 ±1,22	-	bună	mijlocie
50-60	<u>33,1</u> -	<u>2,7</u> 51,7	<u>64,2</u> 48,3 ±0,10		bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)			6,1			

Tabelul 3.11 (continuare)

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidrostabile (numitor), % g/g				Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta-bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10 mm	< 0,25 mm	Suma 10-0,25 mm	Agregate hidrostabile în stratul arabil 0-30 cm		
Porumb în cultură permanentă (28 ani)						
0-10	<u>20,3</u> -	<u>10</u> 72,3	<u>69,7</u> 27,7 ±1,51	35,1	bună	mică
10-20	<u>53,2</u> -	<u>1,9</u> 57,7	<u>44,9</u> 42,3 ±3,31		mijlocie	mijlocie
20-30	<u>26</u> -	<u>3,3</u> 64,6	<u>70,7</u> 35,4 ±1,74		bună	mică
30-40	<u>29</u> -	<u>3,8</u> 53,6	<u>67,2</u> 46,4 ±0,33	-	bună	mijlocie
50-60	<u>19,6</u> -	<u>5,8</u> 57,5	<u>74,6</u> 42,5 ±1,47		bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)			5,0			

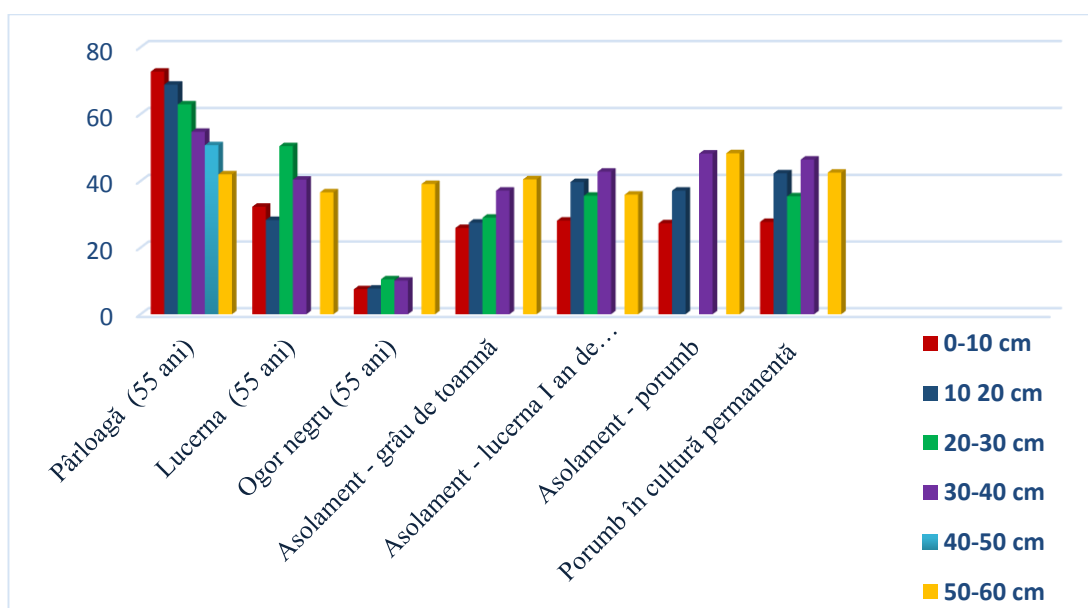


Fig. 3.5 Conținutul agregatelor hidrostabile 10-0,25 mm, % g/g ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu divers impact antropic

Tabelul 3.12 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic sub agrocezoza grâului de toamnă în funcție de sistemul de lucrare a solului, anul agricol 2013-2014

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidrostabile (numitor), % g/g			Agregate hidrostabile în stratul arabil 0-30 cm	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta-bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10 mm	<0,25 mm	Suma 10-0,25 mm			
Convențional (Arătură)						
0-10	<u>33,6</u> -	<u>7,9</u> 77,8	<u>58,5</u> 22,2 ±1,75	26,0	mijlocie	mică
10-20	<u>38,7</u> -	<u>5,7</u> 74,4	<u>55,6</u> 25,6 ±3,03		mijlocie	mică
20-30	<u>38,2</u> -	<u>4,7</u> 70,6	<u>57,1</u> 29,4 ±0,31		mijlocie	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)			6,5			
Conservativ (No-till)						
0-10	<u>17,5</u> -	<u>10,9</u> 76,9	<u>71,6</u> 23,1 ±0,33	32,0	bună	mică
10-20	<u>26,2</u> -	<u>5,6</u> 64,9	<u>68,2</u> 35,1 ±2,15		bună	mică
20-30	<u>34,2</u> -	<u>4,7</u> 62,8	<u>61,1</u> 37,2 ±0,45		bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)			4,1			
DL _{0,05} (cernere umedă) = 4,2						

Hidrostabilitatea structurală a solului este mică la ambele variante cercetate. Datele obținute indică că: în stratul superficial (0-10 cm) ponderea agregatelor hidrostabile nu diferă semnificativ la variantele studiate, însă pentru adâncimea de 10-30 cm, varianta No-till a înregistrat în medie cu 9% mai multe agregate hidric stabile. Se constată creșterea conținutului de agregate hidrostabile cu adâncimea, proces observat și de alți cercetători [150]. Conținutul mediu al agregatelor hidrostabile din stratul 0-30 cm pentru varianta lucrată convențional este de cca. 26%, la varianta No-till – 32%. Rezultatele demonstrează o tendință de îmbunătățire a structurii solului sub acțiunea lucrării conservative, fenomen confirmat și de alți cercetători [33, 51, 63, 98, 118].

3.5. Concluzii la capitolul 3

1. Studiarea proprietăților fizico-chimice generale ale cernoziomului carbonatic în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea îngrășămintelor nu a conturat diferențieri semnificative între variantele cercetate.

2. Cernoziomul carbonatic din agroecosistemul porumb în cultură permanentă după conținutul de humus, baze schimbabile concurează cu solul din asolament, datorită managementului agroecosistemelor.
3. Însușirile chimice - humusul și bazele schimbabile sesizează aportul resturilor vegetale din contul masei de buruieni pe varianta martorul 1 - cu elemente tehnologice reduse privind controlul buruienilor, comparativ cu martorul 2 unde combaterea buruienilor este mai eficientă.
4. Impactul antropic sporit în agroecosistemul ogor negru duce la înrăutățirea tuturor indicilor fizico-chimici, inclusiv acei capabili să tolereze timp îndelungat factorul antropic negativ (ex. argila fizică, carbonații, reacția solului). Micșorarea conținutului de argilă fizică sub ogorul negru probabil este urmare a procesului de eroziune eoliană.
5. Înrăutățirea proprietăților fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic sub divers impact antropic poate fi descrisă descrescând: pârlă > lucernă cultură permanentă > agroecosisteme din asolament cu factor antropic redus (martorul 1) > porumb în cultură permanentă (martorul 1) > agroecosisteme din asolament cu factor antropic tradițional (martorul 2) > ogorul negru.
6. Cercetările comparative ale agroecosistemelor au arătat însușiri agrofizice mai favorabile ale stratului arabil pe varianta cu lucrarea de bază a solului - paraplă și postacțiunea – îngrășăminte organice. Aceasta confirmă superioritatea și durabilitatea beneficiilor îngrășămintelor organice, comparativ cu cele minerale.
7. Rezultatele arată degradarea structurii cernoziomului carbonatic arabil, comparativ cu solul întelenit – pârlă. Conținutul agregatelor agronomic valoroase (0,25-10 mm) hidrostabile din stratul arabil (0-30 cm) s-a micșorat cu cca. 33% în agroecosistemele din asolament și culturi permanente și cu cca. 59% sub ogorul negru. Lucerna în cultură permanentă nu contribuie semnificativ la restabilirea și formarea structurii stabile.
8. Cercetarea paralelă a sistemelor de lucrare a solului convențională și No-till au relevat o tendință de îmbunătățire foarte mică a structurii cernoziomului carbonatic pe varianta No-till (minim-till, paraplă).
9. Rezultatele cercetărilor dovedesc creșterea cotei agregatelor hidrostabile a solului cu adâncimea în agroecosisteme, fapt datorat impactului antropic.
10. Au fost evidențiate unele legități de modificare a umidității, densității aparente, rezistenței la penetrare, gradului de tasare în solul din diverse agroecosisteme în perioade de vegetație activă, iar indicii senzitivi ai degradării agrofizice a cernoziomului carbonatic lutos sunt mai palpabili spre sfârșitul perioadei active de vegetație.

4. CARACTERISTICA ȘI EVALUAREA INDICILOR FIZICO-MECANICI ÎN AGROECOSISTEME CU DIVERS IMPACT ANTROPIC

4.1 Plasticitatea cernoziomului carbonatic în dependență de modul lui de folosință

Actualmente, plasticitatea solului, proprietățile fizico-mecanice sunt puțin studiate și utilizate în practica agricolă, atât în Republica Moldova cât și în alte țări. Plasticitatea solului este o proprietate fizico-mecanică mai puțin susceptibilă vizavi de schimbările sezoniere și cele de scurtă durată, care au loc în solul ecosistemelor agricole, însă interceptează degradările de lungă durată [48].

Din punct de vedere agrotehnic, limita inferioară de plasticitate reprezintă caracteristică importantă a solului, deoarece aceasta simultan indică limita de sus a umidității solului, potrivită din punct de vedere fizic lucrărilor mecanizate. Cunoașterea acestei limite a plasticității este foarte importantă pentru a efectua corect și la timpul oportun lucrările solului cu mai puțină rezistență și pierderi energetice [100].

Plasticitatea cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme a fost evaluată prin limitele și indicele de plasticitate. În anul agricol 2008-2009 plasticitatea solului a fost studiată în dependență de lucrarea de bază a solului (arătură și paraplow) și postacțiunea fondului de îngrășăminte (minerale și organice), sub agrocenozele de grâu de toamnă și mazăre (asolament), amplasate pe martorul 2 – o cultivație și două prașile manuale la porumb în perioada de vegetație. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelele 4.1 și 4.2.

Plasticitatea cernoziomului carbonatic studiată în funcție de agrofond, sub agrocenoza de grâu de toamnă (tab. 4.1) nu a înregistrat diferențieri semnificative dintre variante. Limita superioară de plasticitate a solului pe agrofondurile cercetate a înregistrat valori omogene de 33,6-34,2% în stratul arabil de sol (0-30 cm) și valori ce cresc cu adâncimea (34,0-38,0%) pentru stratul subarabil (30-60 cm). Aici se remarcă adâncimea de 30-40 cm, cu indici mai scăzuți (34,0-35,1%). Valorile limitei inferioare se încadrează în diapazonul 18,1-19,4% pentru stratul 0-60 cm. Indicele de plasticitate crește de la 14,5%, în stratul arabil la 19,1% în stratul subarabil.

Pe sola ocupată cu mazăre (tab. 4.2), varianta arătură, îngrășăminte verzi + NPK s-au înregistrat valori ale limitei superioare de plasticitate mai mici (33,2-33,4%) în stratul de 0-40 cm, comparativ cu celelalte agrofonduri cercetate (33,7-35,8%). Aceste diferențieri nu sunt regăsite și pentru limita inferioară, indiferent de agrofond. Indicele de plasticitate a marcat valori cuprinse în limitele 13,1-18,4% pe stratul 0-60 cm. Potrivit claselor de valori ale proprietăților fizico-mecanice [186] plasticitatea cernoziomului carbonatic cercetat se încadrează în clasa cu valori scăzute.

Tabelul 4.1 Limitele și indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în funcție de agrofond în agroecosisteme de grâu de toamnă, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Limitele plasticității, %						Indicele de plasticitate, %
	superioară			inferioară			
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V	
Arătură, îngrășăminte verzi + NPK							
0-10	33,9	0,05	0,15	19,0	0,26	1,30	14,9
10-20	33,7	0,05	0,15	19,2	0,06	0,31	14,5
20-30	33,9	0,07	0,21	19,4	0,08	0,41	14,6
30-40	34,4	0,07	0,20	19,0	0,09	0,47	15,4
40-50	37,1	0,39	1,05	19,2	0,00	0,00	17,9
50-60	38,0	0,19	0,50	18,9	0,08	0,42	19,1
Arătură, gunoi de grajd							
0-10	33,6	0,09	0,27	18,9	0,14	0,74	14,7
10-20	33,5	0,11	0,33	18,4	0,21	1,14	15,1
20-30	33,6	0,16	0,48	18,9	0,19	1,01	14,7
30-40	34,0	0,10	0,29	18,6	0,08	0,43	15,3
40-50	36,3	0,03	0,08	19,1	0,07	0,37	17,2
50-60	37,2	0,14	0,38	18,8	0,36	1,91	18,3
Paraplow, îngrășăminte verzi + NPK							
0-10	33,9	0,15	0,44	19,4	0,10	0,52	14,5
10-20	34,2	0,15	0,44	18,8	0,11	0,59	15,4
20-30	34,2	0,16	0,47	18,1	0,09	0,50	16,1
30-40	34,6	0,18	0,52	18,2	0,11	0,60	16,4
40-50	36,2	0,20	0,55	18,3	0,14	0,79	17,9
50-60	36,3	0,23	0,63	18,1	0,44	2,43	18,2
Paraplow, gunoi de grajd							
0-10	34,2	0,07	0,20	19,4	0,04	0,21	14,9
10-20	33,8	0,14	0,41	19,0	0,60	3,16	14,9
20-30	33,9	0,10	0,29	18,8	0,23	1,22	15,1
30-40	35,1	0,01	0,03	18,7	0,33	1,76	16,4
40-50	35,7	0,00	0,00	19,1	0,12	0,63	16,7
DL _{0.05}	0,4			0,6			

Rezultatele au arătat, că limitele plasticității cernoziomului carbonatic în funcție de agrofondul aplicat nu semnaleză diferențieri esențiale. Astfel, modificarea lucrării de bază a solului – arătura înlocuită cu paraplow, nu influențează semnificativ plasticitatea solului într-o direcție sau alta, precum și postacțiunea îngrășămintelor minerale vizavi de cele organice. Pentru îmbunătățirea plasticității solului sunt necesare măsuri mai complexe, care ar echilibra evident acțiunile impactului agrotehnic, îndeosebi resturi organice vegetale și majorarea materiei organice din sol.

Plasticitatea cernoziomului carbonatic a fost studiată și în diverse agrocenoze din asolament și cultura permanentă a porumbului (28 ani) amplasate pe martorul 1 (o cultivație între rânduri la

porumb), varianta comună - arătură, gunoi de grajd (postacțiunea) (tab. 4.3). Limitele și indicele de plasticitate ale solului sub agrocezozele de porumb la boabe (1), mazăre și lucernă (I an de

Tabelul 4.2 Limitele și indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în funcție de agrofond în agroecosisteme de mazăre, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Limitele plasticității, %						Indicele de plasticitate, %
	superioară			inferioară			
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V	
Arătură, îngrășăminte verzi + NPK							
0-10	33,3	0,04	0,12	19,3	0,11	0,57	14,0
10-20	33,4	0,03	0,09	19,4	0,04	0,21	14,0
20-30	33,2	0,06	0,18	19,6	0,17	0,87	13,7
30-40	34,1	0,07	0,21	19,0	0,19	1,00	15,1
40-50	37,2	0,02	0,05	20,3	0,25	1,23	17,0
50-60	36,8	0,03	0,08	20,1	0,28	1,39	16,8
Arătură, gunoi de grajd							
0-10	33,7	0,04	0,12	20,6	0,30	1,46	13,1
10-20	34,7	0,07	0,20	20,5	0,20	0,98	14,2
20-30	34,9	0,08	0,23	20,0	0,08	0,40	14,9
30-40	35,7	0,06	0,17	19,7	0,15	0,76	16,0
40-50	36,7	0,08	0,22	20,0	0,04	0,20	16,7
50-60	37,6	0,11	0,29	20,0	0,08	0,40	17,6
Paraplow, îngrășăminte verzi + NPK							
0-10	34,0	0,04	0,12	19,1	0,28	1,47	14,9
10-20	34,4	0,13	0,38	19,2	0,03	0,16	15,2
20-30	34,1	0,03	0,09	19,1	0,38	1,99	15,0
30-40	35,8	0,05	0,14	19,8	0,26	1,38	16,0
40-50	37,2	0,02	0,05	19,6	0,32	1,63	17,6
50-60	37,2	0,02	0,05	19,2	0,15	0,78	18,0
Paraplow, gunoi de grajd							
0-10	34,0	0,09	0,26	20,3	0,16	0,79	13,7
10-20	34,3	0,08	0,23	19,7	0,08	0,41	14,7
20-30	35,8	0,11	0,31	19,8	0,21	1,06	16,0
30-40	36,2	0,14	0,39	20,1	0,20	1,00	16,1
40-50	37,3	0,09	0,24	19,2	0,03	0,16	18,1
50-60	37,6	0,16	0,43	19,2	0,12	0,63	18,4
DL _{0,05}	0,2			0,6			

folosință) în asolament au valori apropiate. Indicii limitei superioare de plasticitate deviază în diapazonul 33,8-35,8% în stratul arabil de sol (0-30 cm) și corespund clasei cu valori scăzute [186], pe când în stratul subarabil (30-60 cm) valorile cresc fiind plasate în limitele 37,3-38,2% și corespund clasei cu valori medii. Limita inferioară de plasticitate nu atestă diferențieri între cele două straturi (arabil și subarabil), caracterizându-se cu valori scăzute – 18,9-19,8% pe adâncimea

0-60 cm. Indicele de plasticitate, influențat de umiditatea limitei superioare a marcat valori mai mici în stratul arabil (14,7-16,4%) față de indicii din stratul subarabil (17,5-18,5%).

În agroecosistemul cu porumb în cultură permanentă (28 ani), comparativ cu asolamentul (tab. 4.3), se constată majorarea umidității solului pentru limita superioară de plasticitate cu cca.

Tabelul 4.3 Limitele și indicii de plasticitate ale cernoziomului carbonatic sub agrocenoze din asolament și porumb în cultură permanentă, varianta – arătură, gunoi de grajd, martorul 1, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Limitele plasticității, %						Indicele de plasticitate, %
	superioară			inferioară			
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V	
Mazăre							
0-10	34,7	0,14	0,40	19,3	0,21	1,09	15,4
10-20	35,0	0,08	0,23	19,8	0,19	0,96	15,2
20-30	35,3	0,16	0,45	18,9	0,15	0,79	16,4
30-40	37,3	0,07	0,19	19,5	0,23	1,18	17,9
40-50	37,7	0,04	0,11	19,2	0,34	1,77	18,4
50-60	37,8	0,16	0,42	19,5	0,23	1,18	18,3
Porumb la boabe (2)							
0-10	34,4	0,01	0,03	19,0	0,14	0,74	15,4
10-20	34,3	0,15	0,44	19,6	0,15	0,77	14,7
20-30	35,4	0,13	0,37	19,2	0,43	2,24	16,2
30-40	37,3	0,08	0,21	19,8	0,03	0,15	17,5
40-50	37,8	0,03	0,08	19,7	0,21	1,07	18,2
50-60	38,2	0,13	0,34	19,7	0,06	0,30	18,5
Lucerna I an de folosință							
0-10	33,8	0,12	0,36	19,0	0,07	0,37	14,9
10-20	35,7	0,02	0,06	19,5	0,32	1,64	16,2
20-30	35,8	0,09	0,25	19,5	0,04	0,21	16,3
30-40	37,4	0,11	0,29	19,6	0,05	0,24	17,8
40-50	36,9	0,16	0,43	19,7	0,01	0,05	17,2
50-60	36,2	0,10	0,28	19,0	0,19	1,00	17,2
Porumb cultură permanentă (28 ani)							
0-10	34,7	0,05	0,14	19,6	0,08	0,40	15,1
10-20	35,7	0,09	0,25	19,5	0,14	0,72	16,2
20-30	36,4	0,14	0,38	19,7	0,09	0,46	16,6
30-40	37,6	0,02	0,05	19,6	0,04	0,20	18,0
40-50	38,3	0,04	0,10	19,4	0,11	0,57	18,9
50-60	38,2	0,01	0,03	19,7	0,01	0,05	18,5
DL _{0,05}	0,3			0,5			-

1,0% (34,7-36,4%) în stratul arabil (0-30 cm), pe când în subarabil găsim valori similare (37,6-38,3%) celor din asolament. Limita inferioară a plasticității are valori scăzute (19,4-19,7%) pe

adâncimea 0-60 cm, omogene cu cele din asolament, iar indicele de plasticitate variază de la 15,1% în orizontul de la suprafață (0-10 cm) până la 18,9% în stratul subarabil. Valorile indicelui de plasticitate în orizontul arabil și schimbarea pe profil sunt influențate de geneza și textura solului cercetat, amplasament de terasă.

Rezultatele cercetărilor arată, că plasticitatea cernoziomului carbonatic din agroecosistemul porumb în cultură permanentă (28 ani) nu a suferit schimbări esențiale în raport cu asolamentul, datorită că această variantă este asigurată în cantități asemănătoare cu materie organică, care amortizează consecințele negative ale acestui nivel de folosință.

Din moment ce în studiu au fost incluse agroecosisteme amplasate pe martori diferențiați privind controlul buruienilor din perioada de vegetație - martorul 1 – o cultivație între rânduri la porumb și martorul 2 – o cultivație + 2 prașile manuale, a fost posibilă efectuarea evaluării comparative a plasticității solului pe aceste obiecte (variantele comune – arătură, gunoi de grajd). Pe martorul 1, valorile limitei superioare se majorează cu cca. 1,0% în stratul arabil și cu până la 2,2% în stratul subarabil, iar indicele de plasticitate crește pe profil cu 1,3-1,9%, comparativ cu martorul 2. Valorile limitei inferioare de plasticitate în mare parte sunt apropiate pentru variantele cercetate. Evaluarea efectuată arată, că excluderea operațiunii agrotehnice - două prașile manuale la martorul 1 însoțită cu îmbogățirea solului în resturi organice ale buruienilor, a contribuit la îmbunătățirea plasticității solului, regăsită în valorile limitei superioare și indicelui de plasticitate. Aceasta dovedește că, solul utilizat în agricultură necesită să fie îndestulat permanent cu resturi vegetale și îngrășăminte organice.

Cercetarea plasticității cernoziomului carbonatic în agroecosisteme din staționarul cu culturi permanente (55 ani) – pârlăoagă, ogor negru, lucernă (tab. 4.4 și fig. 4.1) permite de a evalua mai evident influența impactului antropic asupra solului, de la un nivel de organizare la altul, prin includerea și a unei variante de fond (pârlăoagă) și alta contrară opusă – ogorul negru.

Rezultatele determinărilor arată, că solul din pârlăoagă (55 ani) a înregistrat valori scăzute pentru limitele superioară (34,3-35,8%) și inferioară (19,1-20,3%) a plasticității [186] pe adâncimea 10-60 cm, pe când orizontul de la suprafață (0-10 cm) s-a evidențiat cu cele mai mari valori ale limitelor superioară – 38,8% și inferioară – 22,4% atribuite clasei medii. Aceasta se datorează conținutului de humus mai ridicat și materiei organice hidrofile. Indicele de plasticitate variază în limitele 15,3-16,4 % pe adâncimea 0-60 cm. Este varianta cu plasticitatea solului mai benefică în stratul arabil (0-30 cm). Cercetările au arătat, că cernoziomul carbonatic lutos în rezultatul lucrărilor intensive pierde o parte din hidrofilitatea texturală și microstructurală.

Limitele și indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic din ogor negru, au scos în evidență consecințele negative a acestui tip de folosință în stratul de sol de 0-40 cm, unde valorile

limitelor superioară (29,5-30,5%) și inferioară (17,6-17,9%) sunt scăzute și s-au micșorat respectiv cu 5,1-8,5% și 1,9-4,6%, comparativ cu varianta de fond (pârloagă). Indicele de plasticitate, pe adâncimea 0-40 cm, se încadrează în diapazonul 12,0-12,6 %, ceea ce denotă că solul ar putea fi microstructural degradat, intervalul de umiditate al solului benefic pentru efectuarea lucrărilor agricole aici este mic. Adâncimea 40-60 cm are limitele și indicele plasticității apropiate valorilor obținute în agroecosistemul pârloagă (55 ani) la adâncimile comparabile.

Tabelul 4.4 Limitele și indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Limitele plasticității, %						Indicele de plasticitate, %
	superioară			inferioară			
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V	
Pârloagă (55 ani)							
0-10	38,8	0,06	0,15	22,4	0,27	1,21	16,4
10-20	34,9	0,23	0,66	19,5	0,28	1,44	15,4
20-30	35,8	0,03	0,08	20,1	0,07	0,35	15,7
30-40	35,6	0,06	0,17	20,3	0,24	1,18	15,3
40-50	35,2	0,04	0,11	19,7	0,34	1,73	15,5
50-60	34,3	0,01	0,03	19,1	0,18	0,94	15,3
Lucerna cultură permanentă (55 ani)							
0-10	32,8	0,04	0,12	19,6	0,35	1,79	13,2
10-20	32,7	0,06	0,18	18,8	0,09	0,48	14,0
20-30	35,2	0,14	0,4	19,1	0,19	0,99	16,2
30-40	35,3	0,22	0,62	18,7	0,34	1,82	16,6
40-50	35,4	0,04	0,11	18,8	0,05	0,27	16,5
50-60	35,0	0,08	0,23	18,6	0,23	1,24	16,4
Ogor negru (55 ani)							
0-10	30,3	0,22	0,73	17,8	0,01	0,06	12,5
10-20	29,5	0,09	0,31	17,6	0,02	0,11	12,0
20-30	29,9	0,04	0,13	17,8	0,39	2,19	12,1
30-40	30,5	0,01	0,03	17,9	0,04	0,22	12,6
40-50	34,2	0,00	0,00	19,2	0,11	0,57	15,0
50-60	35,1	0,18	0,51	19,3	0,46	2,38	15,8
DL _{0.05}	0,3			0,7			-

Solul sub lucernă (55 ani de folosință), ocupă un loc intermediar între variantele pârloagă și ogor negru. Limita superioară a plasticității înregistrează valori cuprinse în diapazonul 32,7-35,4% în stratul de sol de 0-60 cm (valori scăzute), cu micșorarea semnificativă a umidității (cu 2,2-6,0%) în stratul arabil (0-30 cm), față de varianta de fond. Valorile limitei inferioare de plasticitate, cuprinse între 18,6-19,6% (valori scăzute) în straturile arabil și subarabil (tab. 4.4) sunt cu 0,7-

2,8% mai mici pe adâncimea 0-50 cm, comparativ cu cele din pârlăoagă. Indicele de plasticitate, în acest agroecosistem, crește de la 13,2% în stratul 0-10 cm până la 16,6% în stratul subarabil.

Cercetarea plasticității cernoziomului carbonatic (fig. 4.1.) arată, că majorarea impactului antropic asupra agroecosistemului, în special prin intensificare semnificativă a lucrărilor mecanizate (ex. ogorul negru), micșorează plasticitatea solului. Rezultatele au arătat, că acest indice fizico-mecanic înregistrează impactul la care este supus solul, poate fi util în diagnosticarea stării de calitate și degradare a acestuia.

Rezultatele obținute prin cercetarea limitelor de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în orizonturile arabile și subarabile din diverse agroecosisteme arată, că plasticitatea deviază mai semnificativ în stratul arabil, deoarece acesta suportă consecințele directe ale impactului antropic,

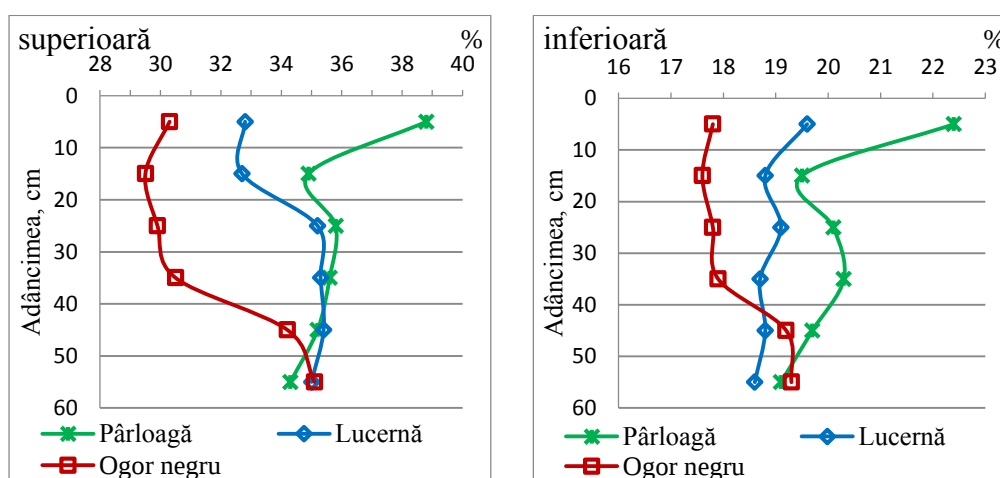


Fig. 4.1 Limitele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în agroecosistemele staționarului cu culturi permanente

în special cele ce țin de lucrarea solului. Odată cu amplificarea nivelului de organizare, valorile limitelor superioară și inferioară a plasticității solului descresc, comparativ cu varianta de fond - pârlăoagă (55 ani). În figura 4.2 sunt prezentate devierile plasticității cernoziomului carbonatic semnalate pentru stratul de la suprafață (0-10 cm). Se constată că, plasticitatea cernoziomul carbonatic (caracterizată prin limitele și indicele de plasticitate) se micșorează conform următorului șir: pârlăoagă (55 ani) > porumb cultură permanentă și agroecosisteme din asolament (martorul 1) > agroecosisteme din asolament (martorul 2) > lucerna (55 ani de folosință) > ogorul negru (55 ani).

Evaluarea comparativă a plasticității solului straturilor arabile și subarabile arată, că valorile limitei superioare de plasticitate a solului descresc pe profil de sus în jos sub pârlăoagă, iar în agroecosistemele cu impact antropic acest proces se inversează – indicii limitei superioare se adevăresc a fi mai mari în stratul subarabil, mai puțin influențate de tehnicile agricole.

Pentru agroecosistemele cercetate (tab. A 6.1-6.6, anexa 6) s-a stabilit, că plasticitatea și hidrostabilitatea agregatelor structurale sunt capabile să evidențieze schimbările biochimice și fizice din sol și pot fi folosite în calitate de indici diagnostici. Prin prelucrarea statistică a datelor au fost stabilite corelații între limitele, indicele de plasticitate și conținutul microagregatelor (<0,25 mm) de la cernerea umedă. Raporturile corelative obținute sunt negative mediu și puternic (coeficientul de corelație (r) deviază de la -0,66 la -0,93, statistic veridic). Corelațiile arată, că plasticitatea solului scade în timp ce conținutul microagregatelor crește odată cu amplificarea impactului antropic în agroecosisteme. Ambele proprietăți (plasticitatea și hidrostabilitatea agregatelor) se referă la contactul și efectele particulelor de sol cu apa, calitatea fizico-chimică a solului. Astfel, cele mai favorabile proprietăți plastice ale solului sunt atestate sub pârlă (55 ani), iar cele mai nefavorabile sub ogorul negru (55 ani), celelalte agroecosisteme cercetate ocupă poziții intermediare între aceste două extreme.

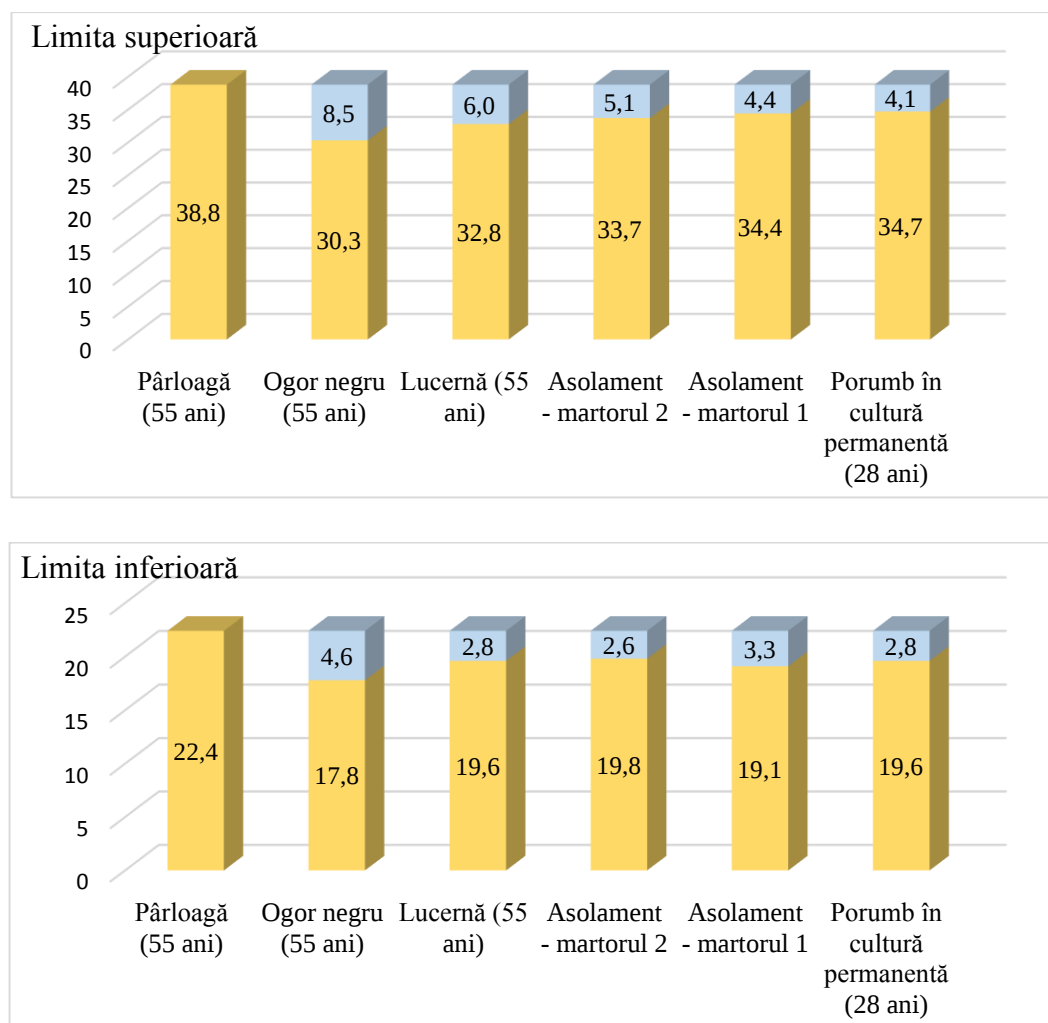


Fig. 4.2 Devierea plasticității (%) cernoziomului carbonatic arabil în stratul de 0-10 cm în funcție de nivelul impactului antropic

4.2. Aderența cernoziomului carbonatic în funcție de folosințele agricole

Aderența solului influențează eficiența energetică a agroecosistemului prin inputurile energetice introduse în procesul agricol. Aplicarea unor elemente tehnologice pot modifica valorile aderenței solului. Cercetările anterioare și recente au arătat că aderența poate fi utilizată ca indice ecopedologic diagnostic în evidențierea nivelului impactului antropogen asupra agroecosistemelor și constată unele modificări antropogene din sol. Aderența solului este caracteristică integrală, care depinde de textură, structură, conținut de humus, densitate aparentă, conținutul cationilor de schimb [5].

Valori mari ale aderenței indică condiții negative pentru lucrarea solului și productivitate scăzută a mașinilor agricole [186, 189]. Aderența solului extrem de mare, adesea tergiversează efectuarea la timp a lucrărilor de câmp. Este cunoscută și latura pozitivă a aderenței, datorită căreia particulele de sol, la umiditatea optimală, se lipesc formând agregate structurale. Indicatorii aderenței sunt umiditatea aderării inițiale, umiditatea aderării maxime și valorile maxime ale aderenței. După Bahtin P.U. [189], Andriuca Valentina [186] pentru cernoziomurile RM umiditatea aderării inițiale coincide cu umiditatea limitei inferioare a plasticității. Aceasta din urmă este limita superioară la care se permite lucrarea solului. Drept urmare, aderența solului s-a caracterizat, în mare parte, la umiditatea limitei inferioare de plasticitate.

În anul agricol 2008-2009 aderența solului a fost studiată în dependență de lucrarea de bază a solului și postacțiunea fondului de îngrășămintă sub agrocenozele de grâu de toamnă și mazăre amplasate pe martorul 2 (o cultivație și două prașile manuale la porumb). Rezultatele cercetării aderenței orizonturilor arabile și subarabile pentru un diapazon mare de umiditate (14,0-49,5 %) sunt prezentate în tabelele A 5.1-5.2 și figurile 4.3 și 4.4

Rezultatele cercetărilor arată, că solul din agroecosistemul grâu de toamnă, varianta arătură, îngrășămintă verzi+NPK a marcat valori maxime ale aderenței (0,51-0,71 kPa) în stratul de la suprafață (0-10 cm) înregistrate la umiditate cuprinsă în intervalul 27,4-40,3%. La umiditatea apropiată limitei inferioare de plasticitate (19-20%) solul aderă la 0,25-0,29 kPa în stratul arabil 0-30 cm. În stratul subarabil de sol (30-60 cm) valori mai mari (0,50 kPa) ale aderenței corespund adâncimii de 30-40 cm la umiditatea de 24,4%. În stratul subarabil 40-60 cm aderența solului este mai echilibrată, comparativ cu stratul de 0-40 cm. Pe varianta arătură, gunoi de grajd, la umiditatea limitei inferioare de plasticitate solul se caracterizează cu valori mai mici ale aderenței (< 0,16 kPa), doar pe adâncimea 10-30 cm, comparativ cu varianta arătură, îngrășămintă verzi + NPK. Valori maxime ale aderenței solului de 0,56 și 0,68 kPa au fost determinate în stratul de 0-10 cm, la umiditatea respectiv de 30,4 și 41,8%. Pe varianta paraplow, gunoi de grajd, valorile

aderenței solului, la umiditatea limitei inferioare de plasticitate, au constituit 0,1-0,16 kPa în stratul arabil 0-30 cm, iar la adâncimea 30-40 cm aceste valori cresc (0,25 kPa).

Potrivit claselor de valori ale aderenței solurilor din RM [186], la capacitatea de câmp pentru apă (tab. 3.2, capitolul 3), aderența cernoziomului carbonatic în agroecosistemele de grâu de toamnă (martorul 2) este medie (0,4-0,6 kPa) pe adâncimea 0-40 cm.

Sub agrocenoza de mazăre, pe variantele arătură cu îngrășăminte verzi + NPK și gunoi de grajd, aderența solului (la umiditatea maturității fizice a solului – 20%) variază în limitele 0,05-0,24 kPa în stratul arabil (tab. A 5.2 și fig. 4.4). Pe varianta arătură, gunoi de grajd, adâncimea 30-40 cm este defavorizată din punct de vedere fizico-mecanic ca rezultat al compactării. Aderența solului este un indice sensibil și variabil, într-un diapazon mic de umiditate se înregistrează indici diferiți, ca urmare a proceselor de modificare a stării și degradării solului.

Varianta paraplow, gunoi de grajd în stratul arabil se caracterizează cu valori ale aderenței solului mai mici (<0,1 kPa) la umiditatea de 20%, comparativ cu varianta arătură. Aceasta permite lucrarea solului cu mai puține cheltuieli de energie și consecințe negative asupra solului. Lucrarea de bază a solului cu paraplow pe fond de îngrășăminte verzi+NPK la umiditatea de 20% înregistrează indici de cca. 0,17 și 0,21 kPa, respectiv pentru 10-20 și 20-30 cm.

Rezultatele cercetărilor au arătat, că lucrarea solului cu paraplow favorizează din punct de vedere fizico-mecanic stratul arabil, mai cu seamă cel de la suprafață (0-10 cm), dat fiind că acesta este mobilizat mai puțin comparativ cu arătura, iar îngrășămintele organice (postacțiunea) î-și aduc aportul pozitiv asupra solului, evidențiată mai benefic pe varianta cu paraplow. Evaluarea valorilor optime ale aderenței cernoziomului carbonatic la umiditatea corespunzătoare limitei inferioare de plasticitate (19-20%) în funcție de agrofond poate fi redată prin următorul șir în descreștere: arătură, îngrășăminte verzi + NPK > arătură, gunoi de grajd > paraplow, îngrășăminte verzi + NPK > paraplow, gunoi de grajd. Minimizarea lucrării solului însoțită de recuperarea sistematică a materiei organice în agroecosisteme contribuie la optimizarea indicilor aderenței solului.

Dat fiind, că aderența este un indice fizico-mecanic susceptibil la mici schimbări ce au loc în sol, acest parametru a fost cercetat în dinamică sub agrocenozele din asolament și cultura permanentă a porumbului în anul agricol 2009-2010, cu scopul de a identifica agrocenoza, cultura premergătoare (în asolament) care favorizează solul din punct de vedere fizico-mecanic – lucrarea solului, și de a evalua consecințele cultivării porumbului mai mulți ani consecutiv asupra aderenței solului, în raport cu asolamentul. Agroecosistemele din asolament și porumb în cultură permanentă (28 ani) luate în studiu întrunesc aceleași condiții agrotehnice – sunt amplasate pe martorul 1 (o cultivație între rânduri la porumb), varianta – arătură, gunoi de grajd. În luna mai, aderența solului a fost studiată în agroecosistemele de grâu de toamnă, porumb la boabe (1) și porumb cultură

permanentă (28 ani) în diapazonul de umiditate cuprins între 17,0 și 43,2%. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelul A 5.3 și figura 4.5.

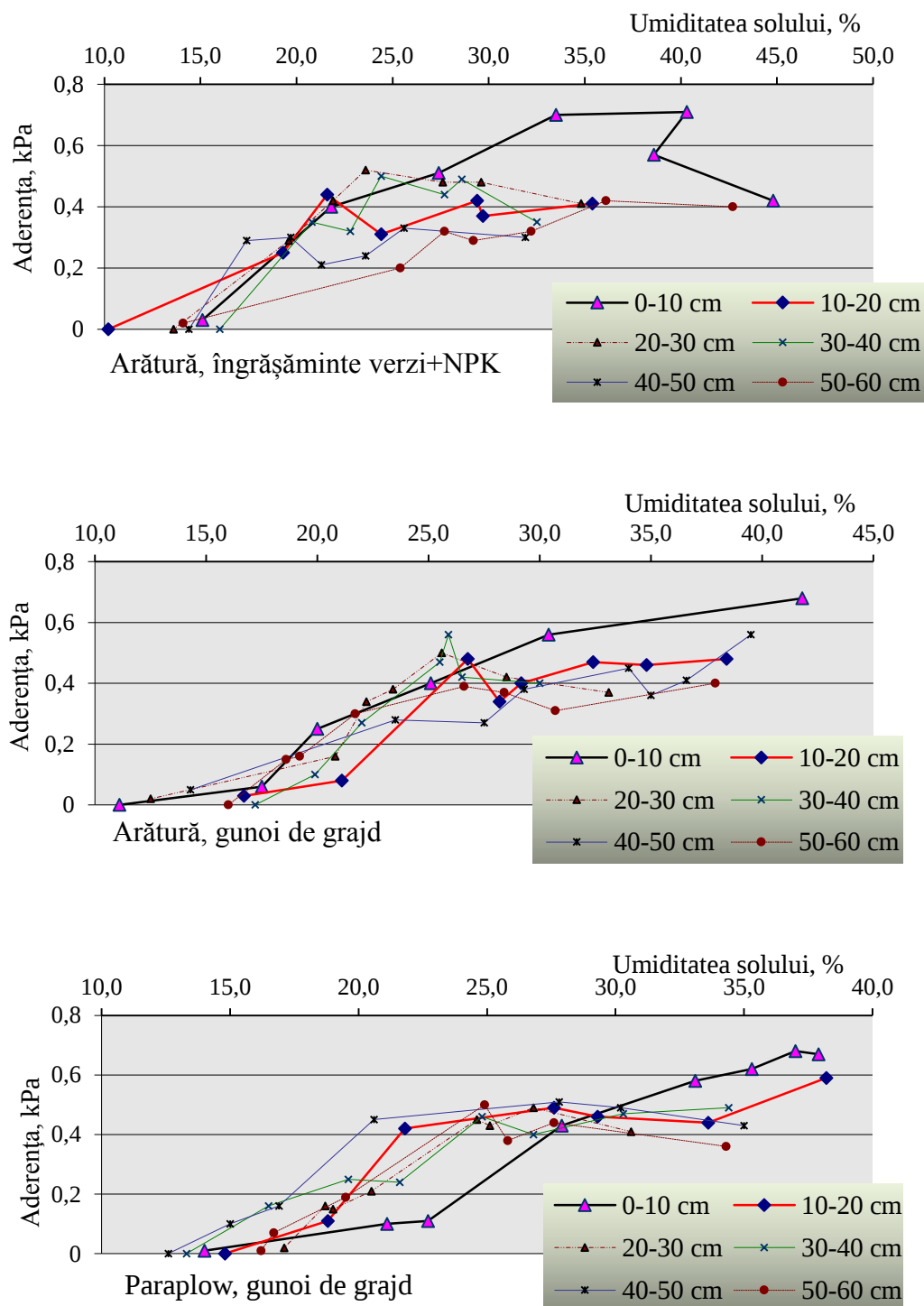


Fig. 4.3 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocezoza de grâu de toamnă în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea îngrășămintelor

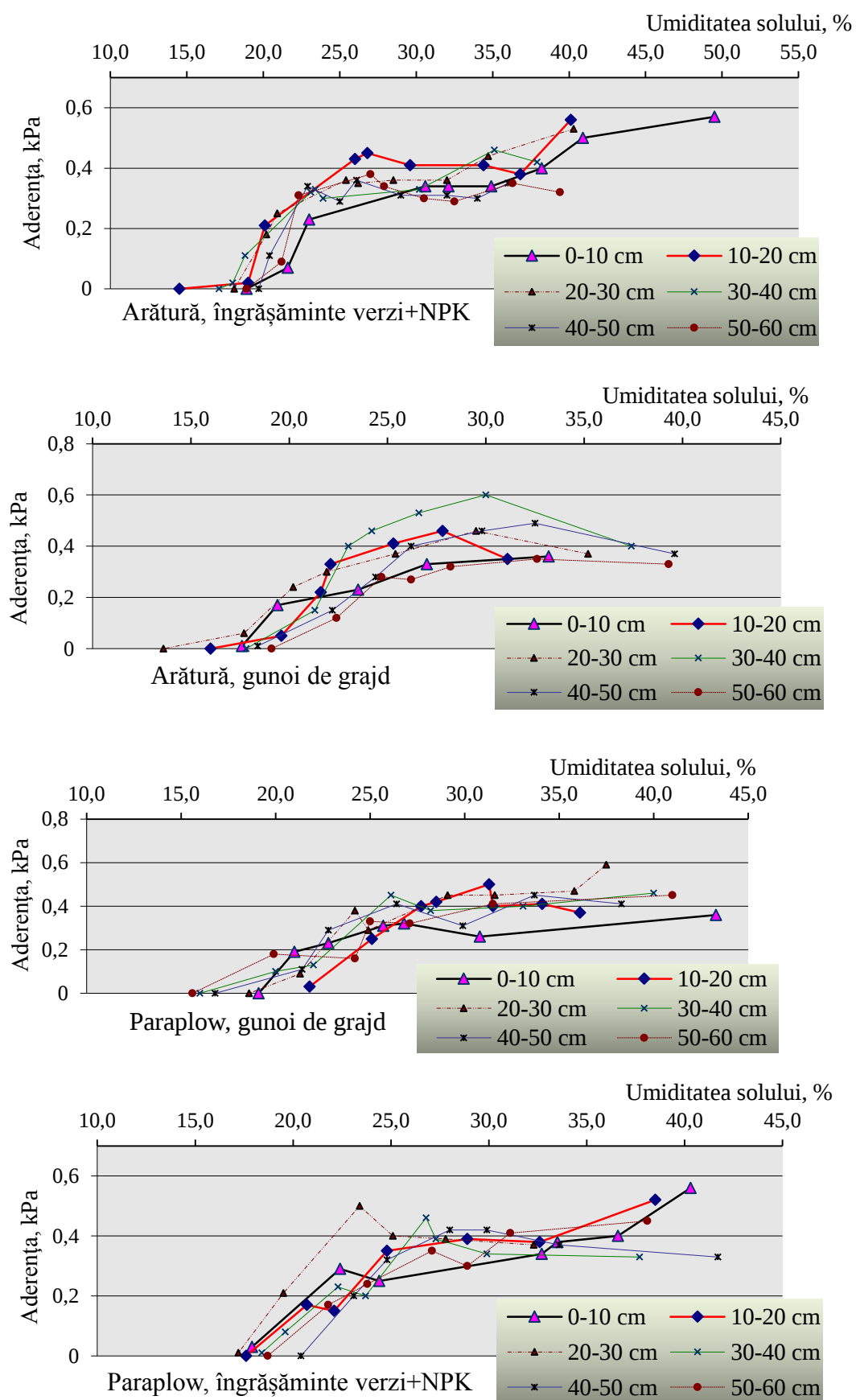


Fig. 4.4 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocezoza de mazăre în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea îngrășămintelor

Cernoziomul carbonatic, sub agroceenoza de grâu de toamnă (faza de înspicare), în stratul de la suprafață, a înregistrat valori mari ale aderenței (0,48-0,56 kPa) pentru intervalul de umiditate 30,3-43,2%. La umiditatea limitei inferioare de plasticitate (19-20%) aderența are indicii cuprinși între 0,08-0,16 kPa pe adâncimea 0-30 cm. Aici aderența este stopată de rădăcinile plantelor, concentrate îndeosebi în stratul superior al profilului. La umiditatea CC stratul arabil de sol are aderență scăzută, iar cel subarabil - aderență moderată cu indici maximali de 0,40 kPa.

La începutul perioadei de vegetație, solul sub porumb (1) – premergător grâu de toamnă a înregistrat valori maxime ale aderenței de 0,63 kPa, fiind mai mari comparativ cu indicii de vârf, înregistrați în agroecosistemul de porumb în cultură permanentă (0,42 kPa). Aderența solului abordată după alte criterii arată, că în stratul arabil, la umiditatea limită potrivită lucrărilor agricole (19-20%) solul aderă cu forță mai mică (<0,1 kPa) pe varianta cu porumb din asolament, comparativ cu varianta porumb în cultură permanentă (0,2-0,26 kPa), ceea ce indică că asolamentul este net superior culturii permanente.

În perioada de vegetație (iulie) aderența solului a fost studiată sub agroceenozele de grâu de toamnă, mazăre și lucerna 1 an de folosință (tab. A 5.4, fig. 4.6). În perioada recoltării grâului de toamnă, aderența solului nu s-a schimbat în stratul de 0-20 cm, comparativ cu faza precedentă de cercetare, însă pe adâncimea 20-30 cm se constată majorarea aderenței cu 0,06 kPa la umiditatea de 19-20%, probabil datorită compactării. Sub agroceenoza de mazăre – faza legatul păștilor, se constată valori mai mari (0,50 kPa) ale aderenței solului corespunzătoare umidității CC pe adâncimea 20-30 cm, care se atribuie clasei de valori cu aderență medie. În intervalul de umiditate 19-20% aderența în stratul arabil sub agroceenoza de mazăre este mai mare (0,13-0,24 kPa), comparativ cu varianta grâu de toamnă (0,08-0,16 kPa) în faza de înspicare.

Sola ocupată cu lucernă primul an de folosință – în perioada de vegetație se caracterizează cu aderența solului medie (0,41-0,50 kPa) în stratul 0-20 cm și scăzută (0,24-0,27 kPa) pe adâncimea 20-40 cm la CC. În stratul arabil aderența solului la umiditatea de 19-20% constituie 0,18 kPa. Rezultatele arată, că stratul arabil este mai vulnerabil fizico-mecanic, comparativ cu adâncimile subiacente.

La sfârșitul perioadei de vegetație (luna septembrie), aderența solului a fost determinată în asolament sub agroceenoze de porumb cu premergători diferiți și lucernă 1 an de folosință, precum și la porumb cultură permanentă (tabelul A 5.5 și fig. 4.7). În asolament, aderența solului sub agroceenozele de porumb înregistrează valori asemănătoare: la umiditatea solului de 19-20% aderența constituie 0,1-0,2 kPa pentru stratul arabil și se majorează (0,28 kPa) pentru stratul subarabil 30-40 cm, ceea ce nu a fost depistat la alte culturi din asolament. Indicii aderenței solului la umiditatea CC se încadrează în clasa de valori cu aderență scăzută (0,2-0,4 kPa).

În agroecosistemul de porumb în cultură permanentă (28 ani) s-au înregistrat valori maxime (0,64 kPa) ale aderenței solului în stratul de la suprafață, fiind cei mai mari indici obținuți în cadrul variantelor studiate cu porumb. La umiditatea limitei inferioare de plasticitate (19-20%) aderența solului este cuprinsă în limitele 0,1-0,22 kPa în straturile arabile. Pe adâncimea postarabilă – 30-40 cm la umiditatea CC (24%) aderența solului s-a majorat și se caracterizează cu indici de 0,47 kPa, care aparțin clasei de valori cu aderență medie (0,4-0,6 kPa), comparativ cu valorile aderenței solului scăzute (0,2-0,4 kPa) din asolament. Totalitatea operațiunilor tehnice de lucrarea solului în agroecosistemele de porumb contribuie la apariția „talpei plugului” pe adâncimea 30-40 cm, care se caracterizează cu aderența solului mai puțin favorabilă.

Solul sub agrocenoza de lucernă I an de folosință, la finele perioadei de vegetație, se caracterizează cu aderența solului de 0,1 kPa la umiditatea de vârf (19-20%) corespunzătoare lucrării solului. Acest indice este mai mic comparativ cu rezultatele cercetărilor din perioada de vegetație (luna iulie) și valorile înregistrate sub alte culturi. Micșorarea aderenței, probabil, se datorează dezvoltării mai avansate a sistemului radicular, care limitează aderența solului la obiecte metalice.

Rezultatele cercetărilor arată că, la sfârșitul perioadei de vegetație se evidențiază mai bine influența agroecosistemului asupra aderenței solului, comparativ cu fazele timpurii de vegetație. Astfel că, influența agroecosistemului asupra aderenței solului este mai corect de a fi urmărită în perioada de vegetație avansată – înflorire-coacere, perioadă în care părțile componente subterane și aeriene ale agrocenozei sunt complet dezvoltate.

În asolament se constată, că culturile semănate des (grâul de toamnă, lucerna) în perioada de vegetație avansată contribuie la micșorarea aderenței solului în stratul arabil, pe când culturile prășitoare (porumbul) din potrivă majorează indicii aderenței. Succesiunea culturilor în asolament este justificată și din punct de vedere al aderenței solului.

În staționarul cu culturi permanente, înființat în a. 1955, cercetări ale aderenței solului au fost efectuate în dinamică (a. 2010). Obiectele studiate se deosebesc după nivelul și tipul impactului antropogen. În studiu au fost incluse agroecosisteme diametral opuse – pârlă (55 ani), ogor negru (55 ani) și lucerna cultură permanentă, având ca scop conturarea mai evidentă a modificărilor din sol, consecință a presingului antropic. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelele A 5.6-5.7 și figurile 4.8 și 4.9.

Cernoziomul carbonatic, sub agrocenoza de lucernă – 55 ani de folosință, la începutul perioadei de vegetație se caracterizează cu indici mici, relativ omogeni ai aderenței solului, care nu depășesc 0,30 kPa pentru un diapazon larg de umiditate (20,5-50,5%). Umiditatea la care solul

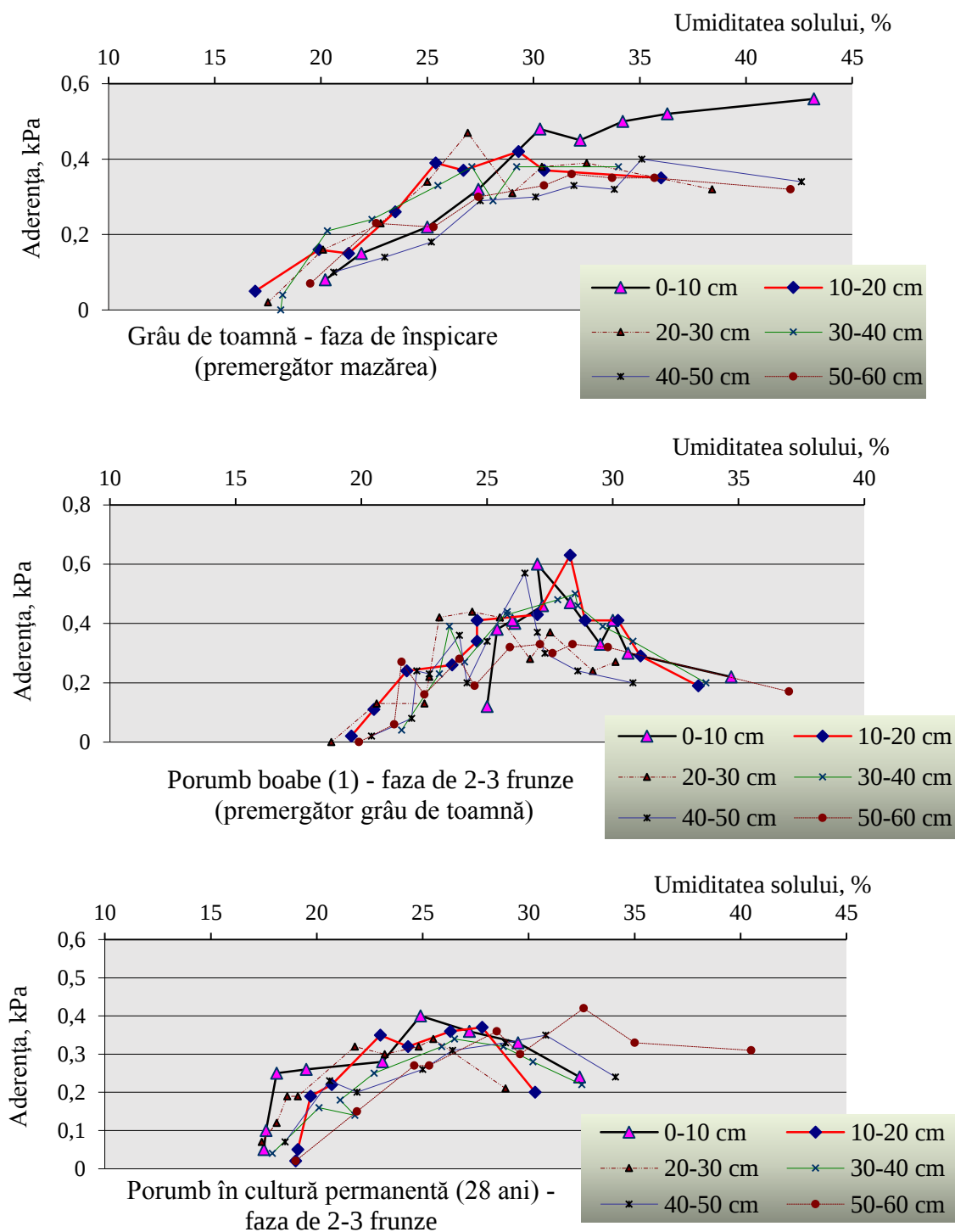


Fig. 4.5 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocezoze din asolament și cultura permanentă a porumbului – începutul perioadei de vegetație (luna mai), anul agricol 2009-2010

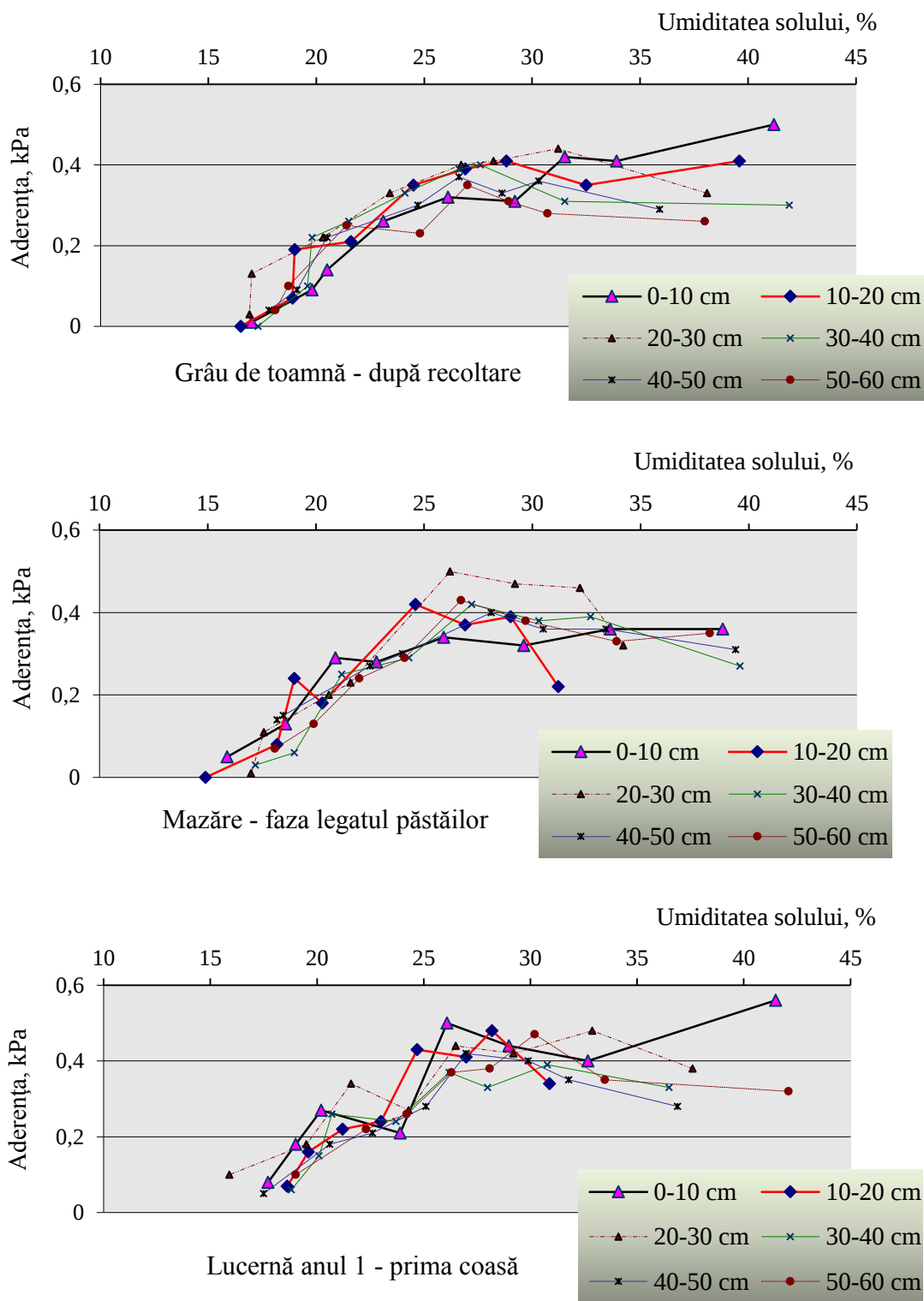


Fig. 4.6 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocenoze din asolament – în perioada de vegetație (iulie), anul agricol 2009-2010

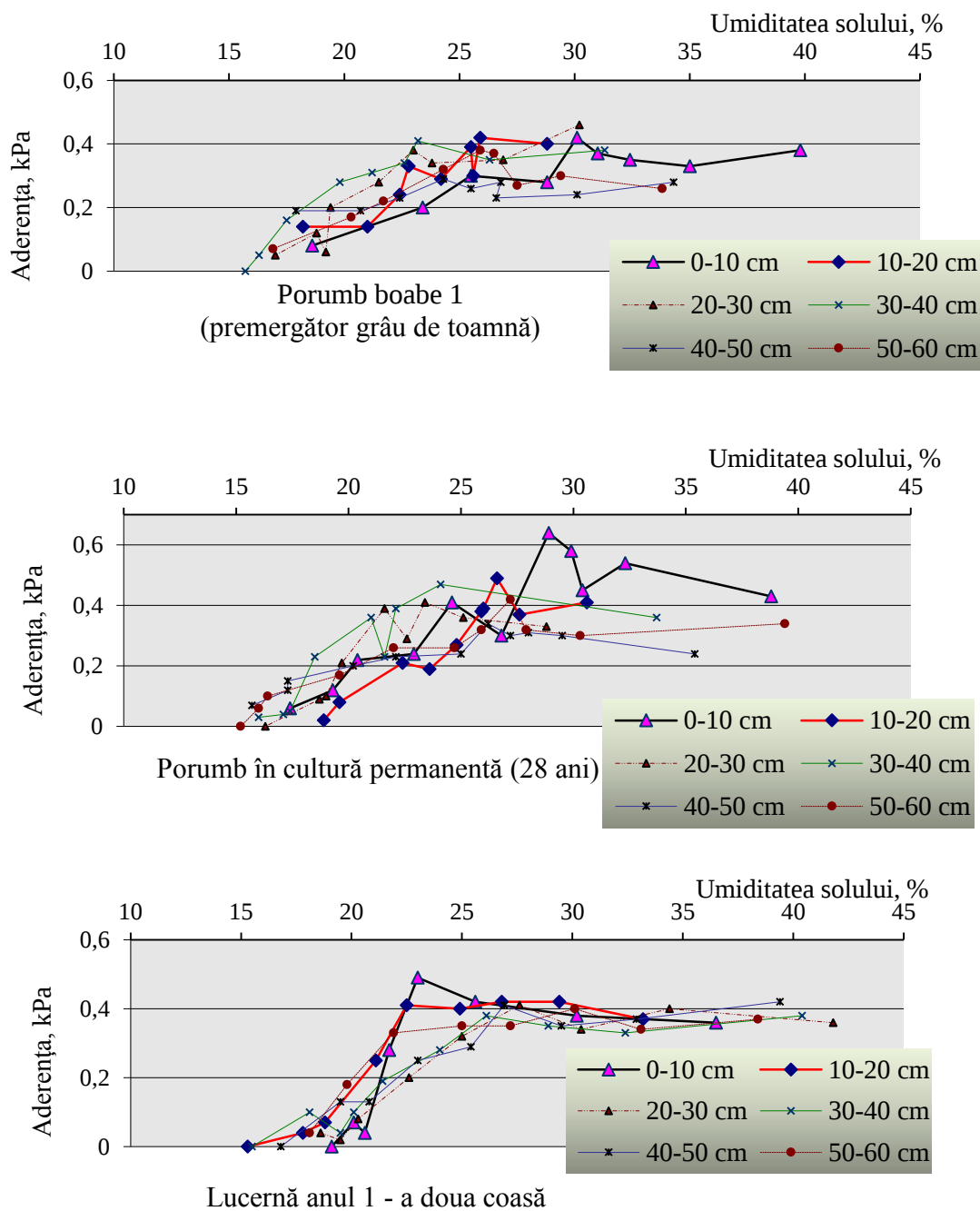


Fig. 4.7 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocoloane din asolament și cultura permanentă a porumbului la sfârșitul perioadei de vegetație, anul agricol 2009-2010

Începe să manifeste proprietatea de aderare, în stratul de la suprafață (0-10 cm) este apropiată CC – 25,7%, iar pe adâncimea 10-60 cm aceasta are loc la umiditatea de cca. 24,0%.

În agroecosistemul ogor negru (55 ani), solul stratului arabil (0-30 cm) are valori ale aderenței ce nu depășesc 0,38 kPa. Partea inferioară a profilului (30-60 cm) se caracterizează cu aderența solului mai puțin favorabilă. Cercetările arată, că primăvara timpuriu, aderența solului

sub ogor negru este dezechilibrată în raport cu umiditatea, aceasta se regăsește vizibil și în prezentarea grafică a datelor cu linii oscilatorii, lipsite de continuitate (fig. 4.8), obținute în baza modelării umidității solului.

Primăvara timpuriu, solul din agroecosistemul pârlăgă (55 ani) înregistrează indici ai aderenței neomogen repartizați în raport cu umiditatea, astfel valorile aderenței oscilează cu amplitudine mai mică în stratul de la suprafață (0-10 cm) și mai mare pe adâncimea 10-60 cm (fig. 4.8). Stratul superficial de sol (0-10 cm) a marcat aderență mai mică, comparativ cu adâncimile subiacente care au valori mai mari, maximal de 0,23 kPa, valori care se regăsesc în agroecosistemele din asolament la umidități sub limita de plasticitate inferioară. În pârlăgă materia organică și resturile vegetale ierboase contribuie la micșorarea a aderenței. Cu adâncimea indicii aderenței se majorează până la 0,40 kPa. Primăvara, la umiditatea CC, aderența solului sub țelină este foarte scăzută în stratul de la suprafață și scăzută în straturile subiacente.

Cercetarea aderenței solului agroecosistemelor cu culturi permanente la sfârșitul perioadei de vegetație se prezintă în tab. A 5.7 și fig. 4.9.

Agroecosistemul lucernă cultură permanentă (55 ani), la finele perioadei de vegetație, se caracterizează cu valori ale aderenței mai mari, comparativ cu indicii de la începutul perioadei de vegetație. Indicii maximali ai aderenței solului – 0,45 și 0,41 kPa au fost evidențiați pentru stratul 0-20 cm. Orizontul de la suprafață (0-10 cm) începe să adere la umiditatea de 18-19%. În limitele CC, solul are aderență scăzută în stratul arabil 0-30 cm. La umiditatea de vârf propice lucrării solului (19-20%) aderența se încadrează în limitele 0,09-0,14 kPa pe adâncimea 0-30 cm. Solul din stratul subarabil (30-50 cm) al variantei lucernă în cultură permanentă, reflectă o stare fizico-mecanică mai stabilă – indicii aderenței sunt moderați și omogeni cu valori de 0,30 kPa.

În luna august, agroecosistemul ogor negru s-a evidențiat cu indici mari ai aderenței solului 0,73 și 0,77 kPa, depistați în stratul arabil 0-20 cm în limitele umidității de 39,0-44,5%, iar la umiditatea corespunzătoare CC solul atestă clase de valori cu aderență medie. La umiditatea corespunzătoare limitei inferioare de plasticitate (cca. 18% în stratul 0-40 cm) solul are 0,1-0,2 kPa aderență.

Sub pârlăgă (55 ani), la sfârșitul perioadei de vegetație (luna august), solul se caracterizează cu indici omogeni ai aderenței, nu depășesc 0,29 kPa la umiditatea de 41,4 % (40-50 cm). Cele mai mici valori ale aderenței au fost înregistrate în stratul 0-10 cm, umiditatea de 38,0 %, iar aderența a constituit doar 0,21 kPa. S-a constatat, că îmbunătățirea stării humice și structurale, hidrostabilității ameliorează starea de aderare a solului.

În fig. 4.9 prezentarea grafică a indicilor aderenței cernoziomului carbonatic arată că varianta pârlă (55 ani) se caracterizează cu cei mai mici indici ai aderenței pentru un diapazon mare de umiditate, care se majorează gradual în variantele lucernă și ogor negru (55 ani).

Studierea aderenței solului în dinamică (la începutul și la sfârșitul perioadei de vegetație) constată, că la începutul perioadei de vegetație aderența este dezechilibrată în raport cu umiditatea, iar datele obținute nu reflectă real starea fizico-mecanică a solului din agroecosistem. Prezentarea grafică a rezultatelor arată diagrame complicate, cu linii oscilatorii la începutul fazei de vegetație, și grafice simple, cu linii uniforme la finele perioadei respective (fig. 4.8 și 4.9).

Amplificarea sau dezechilibrarea aderenței solului primăvara timpuriu (observată la variantele pârlă și ogor negru) se datorează unui șir de procese cum ar fi: dezamblarea, mărunțirea agregatelor structurale ca rezultat al fenomenului îngheț-dezghet, gonflării excesive a solului, modificării componentelor – fază solidă, lichidă, gazoasă etc. În perioada de vegetație, aderența solului se stabilizează, și reflectă mai bine starea determinantilor agrofizici ai solului agroecosistemului. Cercetările demonstrează și confirmă, că aderența solului este un indice foarte sensibil la mici devieri de ordin fizic și agrofizic din sol, inclusiv la modificările produse în timpul unui an agricol, și chiar evidențiază premergătorul culturii. Rezultă, că cercetarea aderenței solului, trebuie efectuată nemijlocit în perioade avansate de vegetație – timp în care totalitatea proceselor din sol sunt activate și exprimă întocmai influența agroecosistemului asupra solului.

Vadiunina A. F. [190] a cercetat pentru prima dată aderența solurilor structurate și astructurate și ajunge la concluzia, că acestea din urmă au umiditatea de aderare inițială mai mică, iar aderența de două ori mai mare. Cu scopul de a arăta legătura între aderență și structură a fost efectuat raportul corelativ între suma agregatelor hidrostabile agronomic valoroase (0,25-10 mm) și indicii maximali ai aderenței solului pentru agroecosisteme din asolament și cele în cultură permanentă (tab. A 6.7, anexa 6). Raportul corelativ obținut este strâns negativ ($r \pm m_r$ egal cu $-0,75 \pm 0,16$), ceea ce confirmă dependența aderenței de starea structurală a solului exprimată prin conținutul agregatelor hidrostabile. Corelația efectuată între suma agregatelor agronomic valoroase (cernerea uscată) și indicii maximali ai aderenței solului (tab. A 6.8, anexa 6) arată un raport corelativ negativ slab ($r \pm m_r$ egal cu $-0,35 \pm 0,17$), aceasta dovedește, că aceste agregate sunt în mare parte artificial formate în agroecosisteme și nu exprimă corect starea fizică a solului.

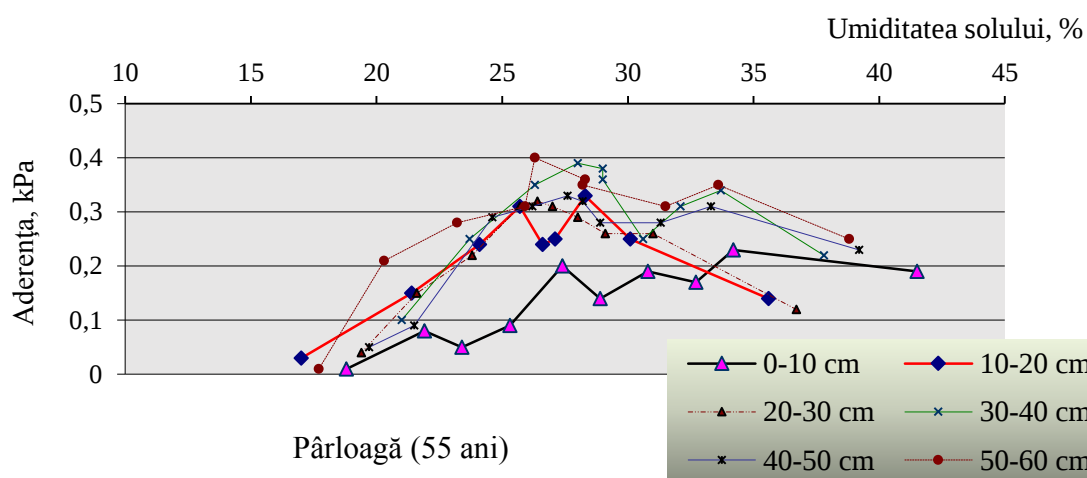
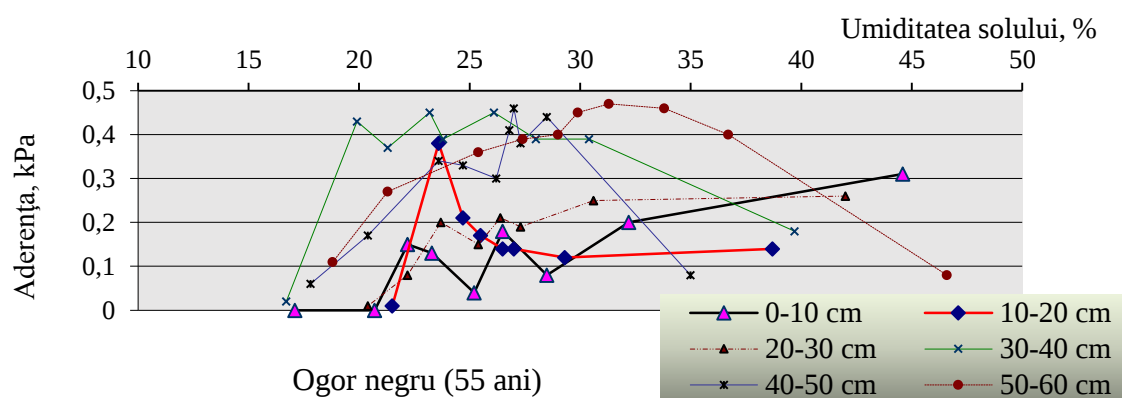
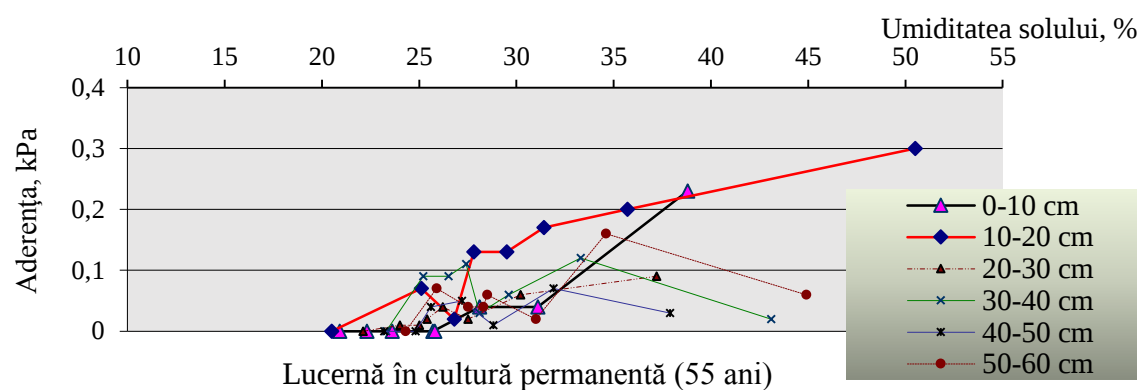


Fig. 4.8 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente – începutul perioadei de vegetație (martie), anul agricol 2009-2010

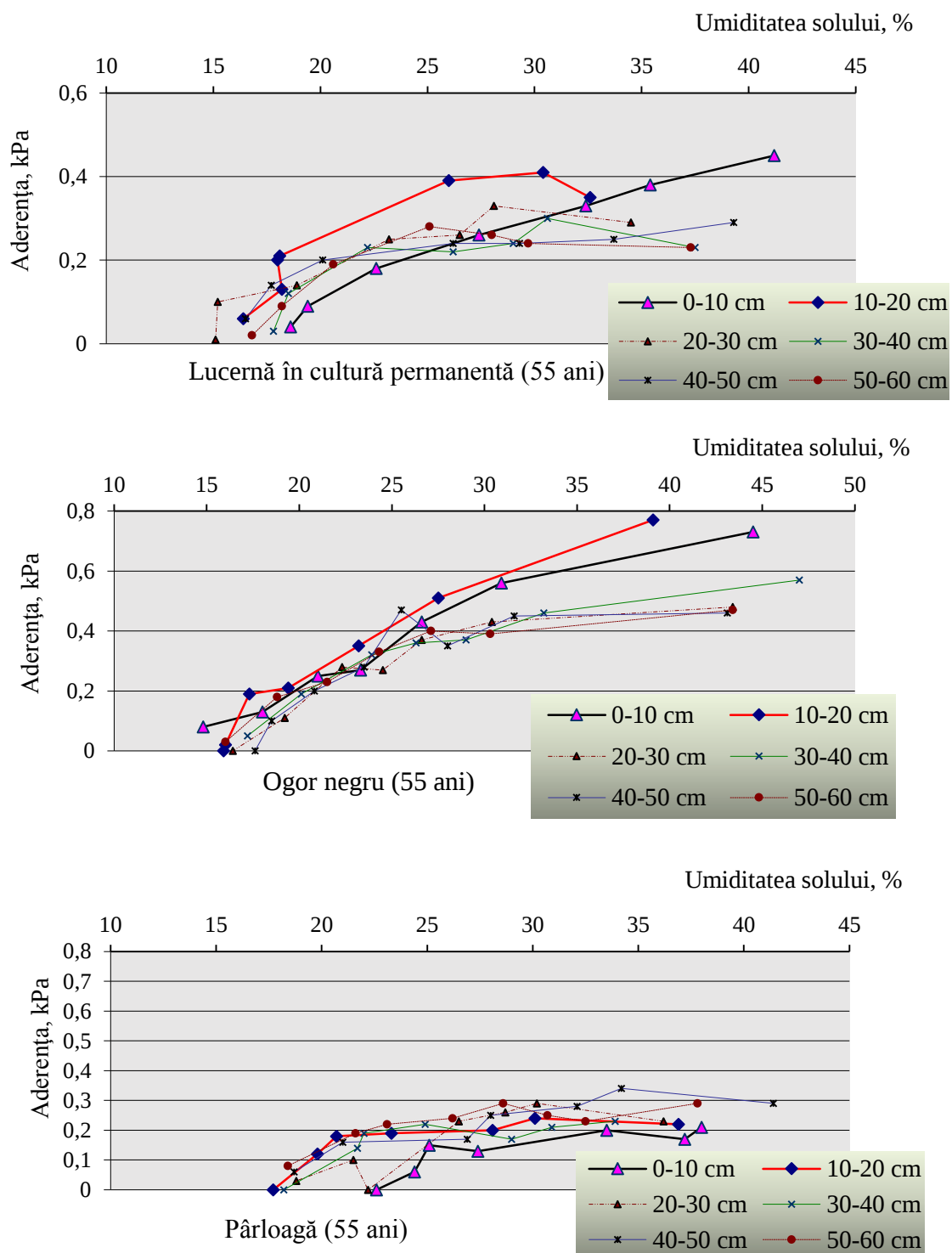


Fig. 4.9 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente – sfârșitul perioadei de vegetație, anul agricol 2009-2010

4.3. Gonflarea solului

Gonflarea este o proprietate fizico-mecanică importantă a solului, care de rând cu alte proprietăți ajută la înțelegerea genezei solului și la diagnosticarea comportării mecanice a solului [210]. Se consideră, că gonflarea poate fi utilizată în diagnosticarea modificărilor negative incipiente ale fazei disperse din sol. Devierea gonflării solurilor în agroecosisteme, comparativ cu solurile din ecosistemele naturale, indică ritmul degradărilor influențate de impactul antropogen. [8]. Rezultatele cercetărilor privind gonflarea cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme sunt prezentate în tabelele 4.5-4.7.

Cercetarea gonflării cernoziomului carbonatic în funcție de lucrarea de bază a solului (arătură, paraplow) și postacțiunea fertilizării (îngrășăminte verzi+NPK, gunoi de grajd) amplasate pe martorul 2 (o cultivație între rânduri + 2 prașile la porumb) arată, că acest indice fizico-mecanic are valori omogene și apropiate, care variază în limitele 18,3-20,4% pe variantele cu arătură și paraplow, îngrășăminte verzi+NPK în stratul de sol de 0-40 cm (tabelul 4.5).

Tabelul 4.5 Gradul și umiditatea gonflării cernoziomului carbonatic în funcție de agrofond în asolament, martorul 2, anul 2009

Adâncimea, cm	Gradul gonflării, %			Umiditatea gonflării, %		
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V
Arătură, îngrășăminte verzi + NPK						
0-10	19,0	0,07	0,37	55,9	0,37	0,66
10-20	20,2	0,92	4,55	56,3	0,63	1,12
20-30	19,6	0,71	3,62	55,6	0,35	0,63
30-40	20,3	0,42	2,07	55,1	0,83	1,51
Arătură, gunoi de grajd						
0-10	19,3	1,20	6,22	55,3	0,95	1,72
10-20	18,8	1,56	8,30	55,9	0,24	0,43
20-30	19,9	0,57	2,86	54,0	0,86	1,59
30-40	20,4	1,56	7,65	55,0	0,57	1,04
DL _{0,05}	2,2					
Paraplow, îngrășăminte verzi + NPK						
0-10	19,3	0,92	4,77	53,2	0,45	0,85
10-20	19,4	0,64	3,30	53,6	0,33	0,62
20-30	18,3	0,42	2,30	54,2	0,16	0,30
30-40	20,0	0,20	1,00	54,8	0,23	0,57
Paraplow, gunoi de grajd						
0-10	21,2	0,28	1,32	52,9	0,16	0,30
10-20	20,2	0,85	4,21	54,0	0,14	0,26
20-30	20,1	1,06	5,27	56,4	0,40	0,71
30-40	19,7	1,13	5,74	56,4	0,08	0,14
DL _{0,05}	1,8					
DL _{0,05} = 1,9				-		

Valori ale gradului gonflării mai mari (19,7-21,2%) sunt identificate pe varianta paraplow, gunoi de grajd (postacțiunea), cu indice semnificativ mai mare (21,2%) în stratul de sol de la suprafață (0-10 cm). Rezultatele cercetărilor expuse anterior, la fel demonstrează îmbunătățirea însușirilor agrofizice și fizico-mecanice ale solului pe varianta paraplow, gunoi de grajd, îndeosebi în partea superioară a profilului, comparativ cu celelalte variante.

Pe martorul 1 (o cultivăție între rânduri la porumb), agrofond – arătură, gunoi de grajd, gonflarea solului sub agrocenoze din asolament (porumb, mazăre) deviază în limitele 18,2-21,5% pe adâncimea 0-60 cm și se caracterizează cu gonflarea solului mai redusă, comparativ cu agroecosistemul porumb în cultură permanentă - unde gonflarea cernoziomului carbonatic se încadrează în limitele 21,0-23,4% pe adâncimea 0-60 cm (tabelul 4.6). Aceasta, probabil, se datorează resturilor organice subterane și aeriene ale agrocenozei. Se constată, că agroecosistemul porumbului în cultură permanentă, conform însușirilor fizico-mecanice ale solului studiate (plasticitate, aderență, gonflare) nu se deosebește semnificativ de asolament, ceea ce indică necesitatea diversificării și majorării numărului de culturi în cadrul asolamentului respectiv aplicat.

Tabelul 4.6 Gradul și umiditatea gonflării cernoziomului carbonatic sub agrocenoze din asolament și porumb cultură permanentă. Martorul 1, varianta – arătură, gunoi de grajd, anul 2010

Adâncimea, cm	Gradul gonflării, %			Umiditatea gonflării, %		
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V
Porumb pentru boabe (2)						
0-10	18,2	0,49	2,69	55,8	1,88	3,37
10-20	20,1	0,35	1,74	55,9	2,20	3,94
20-30	20,0	1,56	7,80	55,2	0,30	0,54
30-40	21,5	0,92	4,28	57,0	0,17	0,30
50-60	20,6	1,34	6,50	57,4	1,05	1,83
DL _{0,05}	2,7					
Mazăre						
0-10	19,8	1,20	6,06	54,5	0,40	0,73
10-20	19,8	0,07	0,35	54,9	0,22	0,40
20-30	18,5	0,92	4,97	55,5	1,28	2,31
30-40	20,4	1,34	6,57	55,4	0,72	1,30
50-60	20,1	1,91	9,50	57,3	0,83	1,45
DL _{0,05}	3,2					
Porumb în cultură permanentă (28 ani)						
0-10	23,4	0,78	3,33	56,9	1,47	2,58
10-20	21,2	1,63	7,69	56,0	0,65	1,16
20-30	21,9	0,92	4,20	57,1	0,42	0,74
30-40	22,0	0,42	1,91	57,6	0,46	0,80
50-60	21,0	0,99	4,71	55,8	1,62	2,90
DL _{0,05}	2,6					
DL _{0,05} = 2,4				-		

În agroecosistemele staționarului cu culturi permanente (55 ani) gradul de gonflare a cernoziomului carbonatic deviază în limitele 15,2-21,0% (tabelul 4.7). Indici semnificativ mai mici ai gonflării solului (15,2-16,4%) se atestă în agroecosistemul ogor negru pe stratul de sol de 0-40 cm, iar mai jos pe profil (40-60 cm) solul gonflează cu valori semnificativ mai mari (cca. 20%). Aceasta demonstrează, că gonflarea poate fi un indice fizico-mecanic capabil de aplicat în diagnosticarea degradării solului, inclusiv a fazei disperse, fapt depistat vizibil în agroecosistemul ogor negru. Evaluând comparativ gonflarea cernoziomului carbonatic în stratul de sol de la suprafață (0-10 cm) din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente constatăm, că sub lucernă (55 ani de folosință) gradul gonflării este cu 2,3%, sub ogor negru cu 5,6% mai mic, comparativ cu varianta pârloagă.

Tabelul 4.7 Gradul și umiditatea gonflării cernoziomului carbonatic în agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul 2010

Adâncimea, cm	Gradul gonflării, %			Umiditatea gonflării, %		
	$\bar{X}$	$\pm s$	V	$\bar{X}$	$\pm s$	V
Pârloagă (55 ani)						
0-10	20,8	0,42	2,02	56,9	0,56	0,98
10-20	18,3	0,28	1,53	53,7	0,78	1,45
20-30	18,4	0,42	2,28	52,1	0,23	0,44
30-40	18,7	0,21	1,12	52,8	0,51	0,97
40-50	17,8	0,85	4,78	54,0	0,74	1,37
50-60	16,2	0,57	3,52	51,7	0,40	0,77
DL _{0,05}	1,2					
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)						
0-10	18,5	0,21	1,14	55,4	0,08	0,14
10-20	18,2	0,42	2,31	56,3	0,28	0,50
20-30	20,6	1,27	6,17	57,6	0,21	0,36
30-40	21,0	0,42	2,00	55,8	0,33	0,59
40-50	19,9	1,41	7,09	54,6	0,37	0,68
50-60	18,5	0,49	2,66	54,3	0,49	0,90
DL _{0,05}	2,1					
Ogor negru (55 ani)						
0-10	15,2	0,64	4,22	49,5	0,81	1,62
10-20	15,6	0,85	5,45	49,9	0,64	1,28
20-30	16,4	0,78	4,77	51,2	0,52	1,02
30-40	15,8	0,14	0,89	51,9	0,59	1,14
40-50	19,6	0,42	2,14	54,8	0,63	1,15
50-60	20,4	0,85	4,17	54,3	0,41	0,76
DL _{0,05}	1,6					
DL _{0,05} = 1,5				-		

4.4. Concluzii la capitolul 4

1. S-a constatat, că plasticitatea cernoziomului carbonatic lutos pe agrofonduri diferențiate prin lucrarea de bază a solului (arătură, paraplow) și postacțiunea îngrășămintelor (minerale, organice) se caracterizează cu indici omogeni. Pentru îmbunătățirea plasticității solului sunt necesare măsuri agrotehnice complex diferențiate, care ar echilibra proprietățile agrofizice și fizico-mecanice ale solului.
2. Rezultatele cercetării plasticității solului pe variante martor privind controlul buruienilor la porumb arată, că pe varianta cu flux mai mare de resturi organice ale buruienilor plasticitatea solului este mai benefică, regăsită în valorile limitei superioare și indicelui de plasticitate. Aceasta dovedește, că solul utilizat în agricultură necesită să fie îndeșulțat permanent cu resturi vegetale și îngrășămintă organice.
3. Orizontul de la suprafață (0-10 cm) din agroecosistemul pârlăoagă s-a evidențiat cu cele mai înalte valori ale celor două limite de plasticitate a solului cercetate: 38,8% - limita superioară și 22,4% - limita inferioară, fapt ce se datorează conținutului de humus mai ridicat și materiei organice labile semidescompuse. Aceste limite fac parte din clasa cu valori medii și pot fixa cele mai benefice condiții din starea cernoziomului carbonatic, similare vegetației naturale.
4. Valorile limitelor și indicelui de plasticitate ale cernoziomului carbonatic din agroecosistemul ogor negru (55 ani) au scos în evidență consecințele negative a acestui tip de folosință pentru stratul 0-40 cm, fiind varianta cu cei mai mici indici ai plasticității solului vizavi de celelalte agroecosisteme cercetate.
5. Rezultatele au arătat, că doar respectarea asolamentului nu se reflectă complet benefic pentru lucrarea solului, sunt necesare alte intervenții cu rol pozitiv fizico-mecanic.
6. Cercetarea aderenței și gonflării solului în dependență de lucrarea solului și fondul de îngrășămintă (postacțiunea) a arătat, că lucrarea solului cu paraplow favorizează din punct de vedere fizico-mecanic stratul arabil de la suprafață, dat fiind că acesta este mobilizat mai puțin, comparativ cu variantele arate. Postacțiunea îngrășămintelor organice echilibrează mai efectiv starea fizico-mecanică a solului.
7. În asolament, culturile semănate des (grâul de toamnă, lucerna) în perioada de vegetație avansată contribuie la micșorarea aderenței solului în stratul arabil, pe când culturile prășitoare (porumbul) din potrivă, majorează indicii aderenței. Succesiunea culturilor în asolament este justificată din punct de vedere fizico-mecanic al aderenței.
8. În funcție de influența impactului antropic, caracteristicilor de bază în evaluarea aderenței cernoziomului carbonatic din agroecosistemele cercetate se poate reda ordinea de creștere a acesteia: pârlăoagă (55 ani) < lucernă (55 ani) < agroecosistemele din asolament (martorul 1)

< porumb cultură permanentă (martorul 1) < agroecosistemele din asolament (martorul 2) < ogorul negru (55 ani).

9. S-a stabilit, că determinarea aderenței solului în agroecosisteme trebuie efectuată în perioade de vegetație mai avansată, timp în care totalitatea proceselor din sol sunt active și exprimă real influența agroecosistemului asupra solului.
10. Corelațiile efectuate între suma agregatelor hidrostabile agronomic valoroase (0,25-10 mm) și indicii maximali ai aderenței solului pentru agroecosisteme din asolament și cele în cultură permanentă au arătat un raport corelativ negativ strâns ($r \pm m_r$ egal cu $-0,75 \pm 0,16$), ceea ce confirmă dependența aderenței de starea structurală a solului exprimată prin conținutul agregatelor hidrostabile.
11. Cercetarea fizico-mecanică a solului în multiple agroecosisteme arată că plasticitatea, aderența, gonflarea solului din agroecosistemul porumb în cultură permanentă în mare parte concurează cu cele ale solului din asolament. Aceasta impune necesitatea diversificării și majorării numărului de culturi în cadrul asolamentului cu 5 sole.

5. PRODUCTIVITATEA CULTURILOR DE CÂMP ÎN ASOLAMENT ȘI ÎN CULTURA PERMANENTĂ A PORUMBULUI ÎN FUNCȚIE DE TEHNOLOGIE. EFICIENȚA ENERGETICĂ A TEHNOLOGIILOR CERCETATE

5.1. Productivitatea agroecosistemelor

Productivitatea este unul din indicatorii de bază care arată capacitatea de funcționare armonioasă a agroecosistemelor în raport cu factorii de mediu și tehnologiile agricole aplicate. Evaluarea în timp a producțiilor agricole în diverse agroecosisteme permite identificarea elementelor tehnologice care contribuie la sustenabilitatea agroecosistemului.

În cadrul staționarului cu asolament și cultura permanentă a porumbului a fost evaluată în mare parte productivitatea grâului de toamnă și a porumbului la boabe în dependență de tehnologia aplicată și premergător, întrucât productivitatea agrocenozelor de mazăre (anii 2009, 2010) și lucernă (a. 2009) a fost compromisă. În anul 2009 deficitul de precipitații din perioada de vegetație (aprilie-august), comparativ cu media multianuală (tab. A 1.1.) a determinat producții de mazăre de doar 200-300 kg/ha și a lucernei la masă verde - 3000-4000 kg/ha. Se cunoaște, că pentru o recoltă înaltă de mazăre optimul de umiditate în perioada decisivă de dezvoltare – lunile mai-iunie este în limita 125 – 140 mm [10, 34], pe când în a. 2009 aceasta a constituit doar 58,7 mm.

Grâul de toamnă. La cultura grâului de toamnă în anii de cercetare (2009, 2010) a fost evaluată postacțiunea lucrării de bază a solului (arătură/paraplow) aplicate altor culturi din asolament, întrucât această cultură prevede un sistem unic de lucrare superficială a solului (tab. A 7.1, anexa 7). Rezultatele cercetării din anul agricol 2008-2009 (tab. 5.1, fig. 5.1) arată că, producția grâului de toamnă cultivat pe două sole din asolament cu premergători diferiți (mazăre și lucernă) nu se remarcă cu diferențe semnificative (cca. 1% diferență) între martorii 1 și 2, pe când postacțiunea lucrării de bază a solului cu paraplowul a contribuit la majorarea recoltei de grâu de toamnă cu până la 556 kg/ha ($DL_{0,05}=150$ kg/ha), comparativ cu variantele – arătură. Aceasta dovedește că, grâului de toamnă poate fi aplicată cu succes lucrarea conservativă a solului, fapt stabilit și de alți cercetători [26, 171]. Datele privind productivitatea grâului de toamnă în dependență de postacțiunea îngrășămintelor nu arată diferențe în favoarea unei variante fertilizate, ceea ce indică că, influența îngrășămintelor aplicate cu 5-6 ani în urmă s-a epuizat și nu se regăsește în recoltă. În asolament productivitatea culturilor, pe lângă o multitudine de factori, depinde și de cultura premergătoare. Cercetările au stabilit că, în anul agricol 2008-2009, grâul de toamnă cu premergător mazăre a înregistrat productivitate semnificativ mai mare (cu 1403-1945 kg/ha sau 44-50%, $DL_{0,05} = 150$ kg/ha), comparativ cu grâul cultivat după lucernă, aceasta probabil se

datorează rezervelor mai mici de apă în sol de pe urma cultivării lucernei și deficitului de precipitații din perioada toamnă-vară a anului agricol 2008-2009 (tab. A 1.1).

În anul agricol 2009-2010 producția de boabe de grâu de toamnă după mazăre, a fost semnificativ mai mare (cu 485-603 kg, $DL_{0,05}=137$ kg) pe varianta paraplow, gunoi de grajd (postacțiunea) comparativ cu variantele arătură și paraplow, îngrășăminte verzi + NPK pe ambii martori cercetați (tab. 5.2, fig. 5.2). De remarcat că, cercetarea indicilor agrofizici și fizico-mecanici în dependență de agrofondurile menționate, constată condiții fizice și fizico-mecanice ale solului mai favorabile în straturile superficiale ale variantei paraplow, gunoi de grajd, care s-au răsfrânt pozitiv asupra productivității agrocenozei de grâu de toamnă.

Lucerna în asolament este cultivată pe solă săritoare, de regulă timp de 3 ani. Rezultatele privind producția de masă verde a lucernei în 1 an de folosință (anul agricol 2009-2010) au arătat că, această cultură nu este influențată de lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și de metoda de control a buruienilor la porumb (martorii 1, 2), însă lucerna s-a dezvoltat mai bine pe variantele cu postacțiunea gunoiului de grajd (tab. 5.3, fig. 5.2).

Porumbul la boabe în asolament și în cultură permanentă. Rezultatele privind producția de boabe de porumb în asolament și în cultură permanentă înregistrate în anii 2009, 2010 (tab. 5.4, 5.5. și fig. 5.3, 5.4) în dependență de metoda de combatere a buruienilor arată, că o productivitate mai mare a porumbului a fost asigurată pe martorul 2 (o cultivație + 2 prașile manuale): recoltele au fost mai mari cu 35-62% în a. 2009 și cu 10,6-33,3% în a. 2010, comparativ cu martorul 1 (o cultivație între rânduri) datorită combaterii mai eficiente a buruienilor. În ceea ce privește lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow), se constată că porumbul asigură o productivitate mai bună pe variantele cu arătură (în a. 2009 recoltele au crescut cu până la 1642 kg/ha), comparativ cu paraplowul – fapt argumentat statistic (tab. 5.5).

La porumbul în cultură permanentă (tab. 5.4, 5.5 și fig 5.5) se constată aceleași tendințe înregistrate în asolament – producții mai mici se obțin pe martorul 1 (cu 55,1-76,9 % în a. 2009 și cu 44-53,0% în a. 2010) comparativ cu martorul 2. În funcție de lucrarea de bază producții mai mari se obțin pe varianta cu arătură - în a. 2009 recoltele au crescut cu până la 2242 kg/ha, comparativ cu varianta paraplow. În raport cu asolamentul, porumbul în cultură permanentă înregistrează o productivitate mult mai redusă (cu 1648-2440 kg, $DL_{0,05}=324$ kg) pe variantele cu arătură și paraplow amplasate pe martorul 1, în timp ce pe martorul 2 productivitate mai mică (cu diferență de 935, 1499 kg) se înregistrează doar pe variantele cu paraplow, în timp ce variantele cu arătură înregistrează recolte apropiate asolamentului. Aceste constatări arată că, porumbul în cultură permanentă este mult mai vulnerabil în concurența cu buruienile, comparativ cu porumbul în asolament.

Tabelul 5.1 Producția de boabe de grâu de toamnă în asolament în funcție de postacțiunea tehnologiei aplicate la porumb și premergător, anul agricol 2008– 2009

Variantele experienței	Arătură				Lucrarea solului cu paraplow				DL _{0,05} , kg/ha	
	îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd		îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd			
	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II		
Cultura premergătoare – mazărea										
Martorul I (o cultivație la porumb)	3208	99,8	3465	98,2	3722	98,7	3861	99,3	177	184
Martorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	3215	100	3528	100	3771	100	3889	100	210	
Cultura premergătoare – lucerna										
Martorul I (o cultivație la porumb)	1805	99,6	1861	99,6	2034	96,3	1957	100,7	110	91
Martorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	1812	100	1868	100	2111	100	1944	100	79	
DL _{0,05} = 150										

Tabelul 5.2 Producția de boabe de grâu de toamnă după mazăre în veriga asolamentului în funcție de postacțiunea tehnologiei aplicate la porumb, anul agricol 2009 – 2010

Variantele experienței	Arătură				Lucrarea solului cu paraplow				DL _{0,05}	
	îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd		îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd			
	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II		
Matorul I (o cultivație la porumb)	1739	95,3	1730	99,2	1751	98,4	2236	95,3	169	137
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	1824	100	1744	100	1780	100	2347	100	115	

Tabelul 5.3 Postacțiunea tehnologiei de cultivare a porumbului la boabe asupra producției de masă verde a lucernei, anul agricol 2009-2010

Variantele experienței	Arătură				Lucrarea solului cu paraplow				DL _{0,05}	
	îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd		îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd			
	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II		
Matorul I (o cultivație la porumb)	20560	98,2	21738	108,2	20600	104,6	22058	103,0	813	1071
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	20935	100	20100	100	19703	100	21410	100	1377	

Câmpul 4 – mazărea. În urma secetei recolta a fost 200-300 kg/ha. Recoltarea mazării nu a avut loc.

Tabelul 5.4 Producția de boabe de porumb în asolament și în cultură permanentă în funcție de tehnologia de cultivare, anul agricol 2008-2009

Variantele experienței	Arătură				Lucrarea solului cu paraplou			
	îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd		îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd	
	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II	kg/ha	% față de martorul II
Porumb pentru boabe (1) – premergător grâu de toamnă								
Martorul I (o cultivație)	2551	59,2	2860	61,9	2145	55,1	2112	55,1
Martorul II (o cultivație + 2 prașile manuale)	4306	100	4615	100	4160	100	3835	100
Porumb pentru boabe (2) – premergător porumb pentru boabe (1)								
Martorul I (o cultivație)	1982	45,0	1982	45,0	1560	38,4	1803	65,3
Martorul II (o cultivație + 2 prașile manuale)	4404	100	4404	100	4062	100	2762	100
Porumb în cultură permanentă al 27-lea an								
Martorul I (o cultivație)	1170	26,5	1072	23,1	975	24,9	1072	44,9
Martorul II (o cultivație + 2 prașile manuale)	4420	100	4631	100	3916	100	2389	100

Tabelul 5.5 Producția de boabe de porumb în asolament și în cultură permanentă în funcție de tehnologia de cultivare, anul agricol 2009– 2010

Variantele experienței	Arătură				Lucrarea solului cu paraplow				DL _{0,05}	
	îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd		îngrășăminte verzi + NPK		gunoi de grajd			
	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II	kg/ha	% față de matorul II		
Porumb la boabe (1) după grâu de toamnă										
Matorul I (o cultivație la porumb)	5455	85,2	5392	82,6	4144	70,4	3968	66,7	445	375
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	6400	100	6528	100	5888	100	5952	100	340	
Porumb la boabe (2) după lucerna anul 2										
Matorul I (o cultivație la porumb)	5070	82,8	5086	80,3	4712	79,9	4712	80,3	272	245
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	6126	100	6337	100	5899	100	5866	100	244	
Porumb la boabe (3) după grâu de toamnă										
Matorul I (o cultivație la porumb)	5102	89,4	5232	86,6	4274	80,2	4469	84,4	203	210
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	5704	100	6045	100	5330	100	5298	100	238	
Porumb în cultură permanentă al 28-lea an										
Matorul I (o cultivație la porumb)	3200	56,0	3230	49,7	2272	51,6	2320	47,0	268	458
Matorul II (o cultivație + 2 prașile manuale la porumb)	5712	100	6400	100	4400	100	4931	100	629	

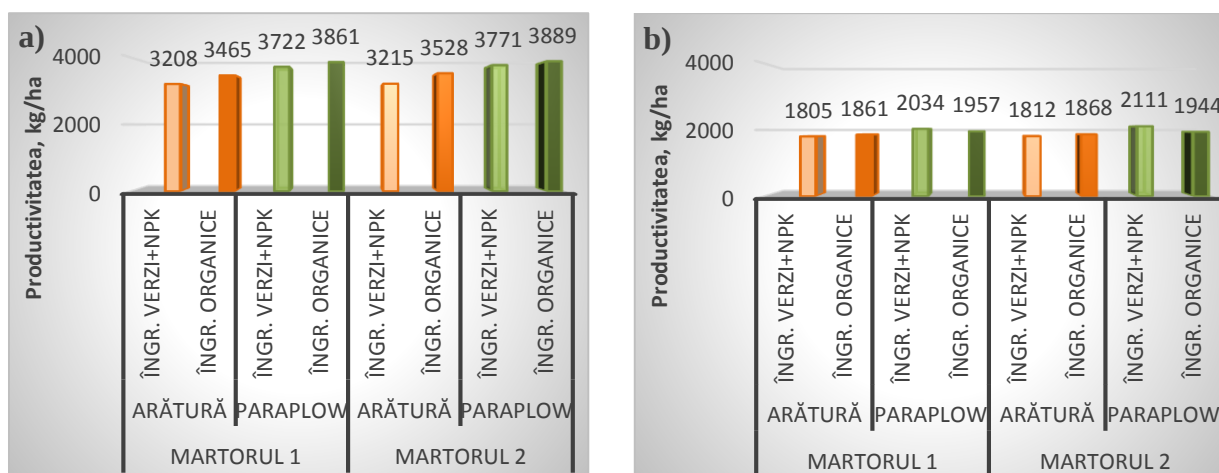


Fig. 5.1 Productivitatea grâului de toamnă în funcție de tehnologie, premurgător și postacțiunea îngrășămintelor, anul agricol 2008-2009: a) premurgător mazăre; b) premurgător lucerna anul 2 de folosință

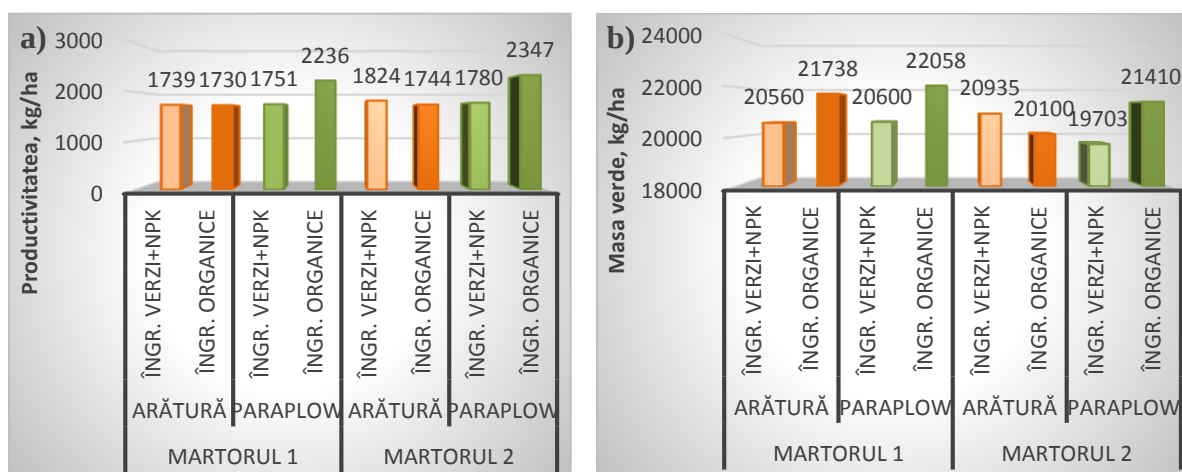


Fig. 5.2 Productivitatea grâului de toamnă (premurător mazăre) – (a) și masa verde a lucernei în 1 an de folosință – (b) în funcție de tehnologie și postacțiunea îngrășămintelor, anul agricol 2009-2010

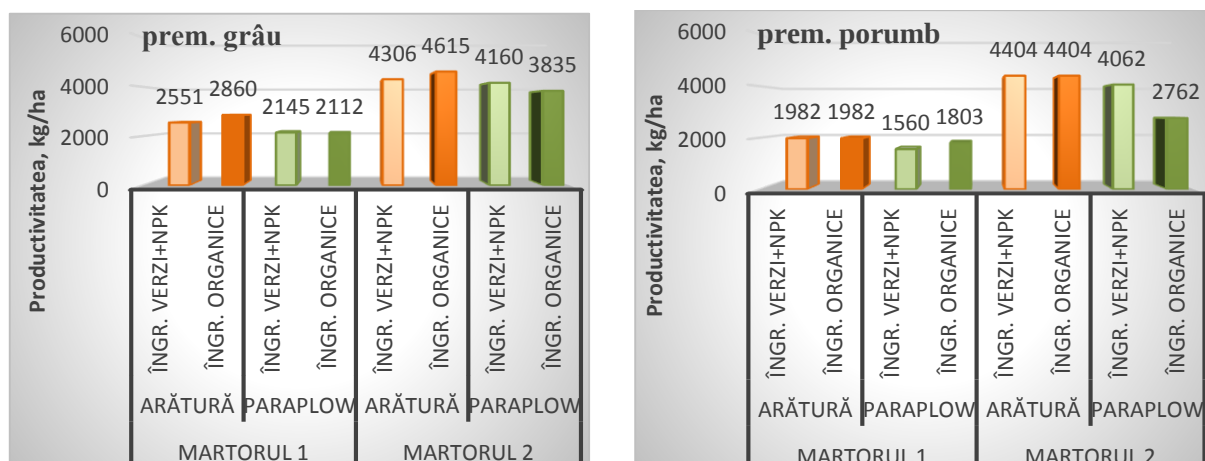


Fig. 5.3 Productivitatea porumbului la boabe în funcție de tehnologie, premergător și postacțiunea îngrășămintelor, anul agricol 2008-2009

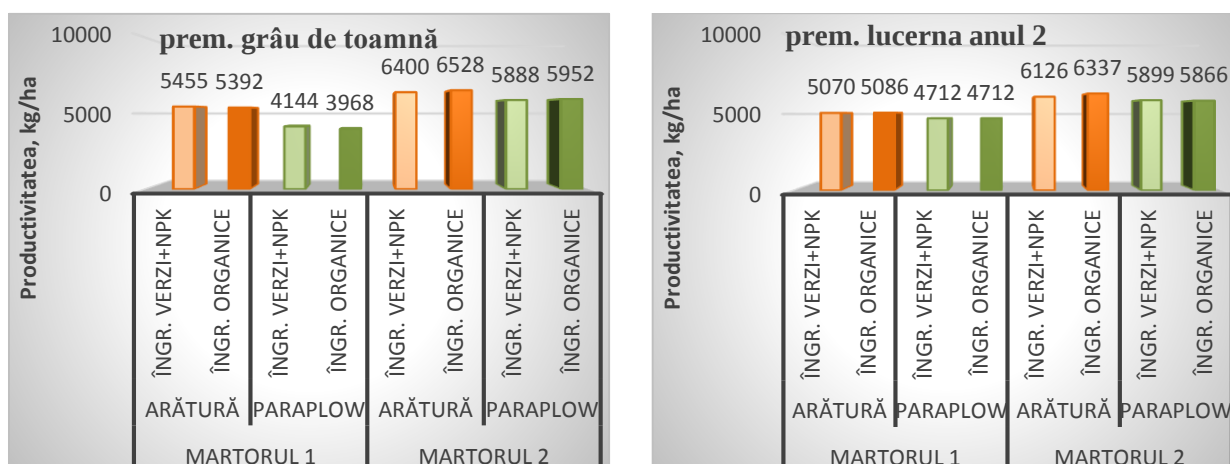


Fig. 5.4 Productivitatea porumbului la boabe în funcție de tehnologie, premergător și postacțiunea îngrășămintelor, anul agricol 2009-2010

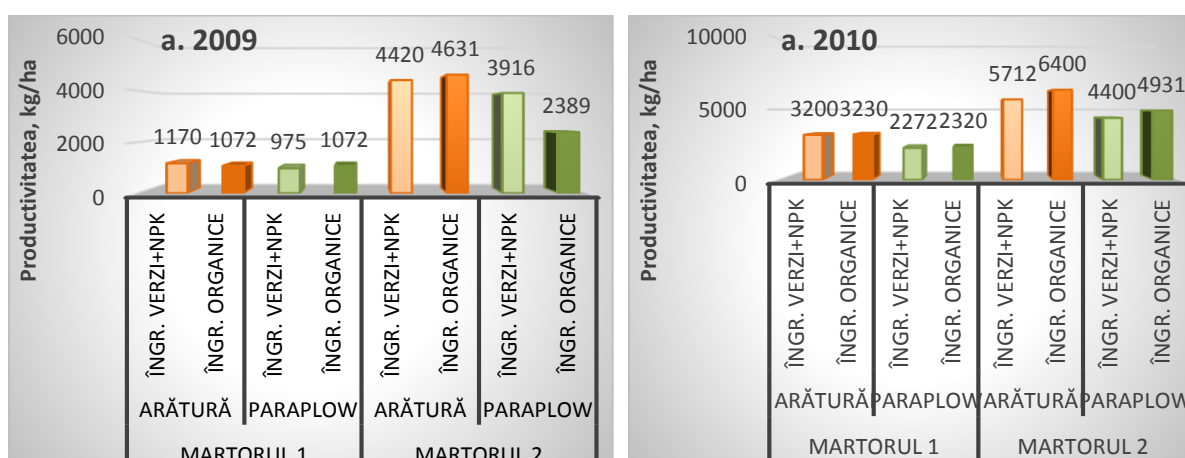


Fig. 5.5 Productivitatea culturii permanente a porumbului în funcție de tehnologie și postacțiunea îngrășămintelor, anii 2009, 2010

În anul agricol 2013-2014 în cadrul staționarului cu asolament și cultura permanentă a porumbului au demarat experiențe privind studierea sistemului convențional (arătură) și conservativ (No-till) de lucrare a solului. Lucrarea conservativă a solului este aplicată pe variantele lucrate cu paraplowul, iar martorii studiați au fost lichidați.

Asolamentul din anul agricol 2013-2014 a inclus doar agrocenoze de grâu de toamnă (3 sole) și porumb la boabe (2 sole). În continuare se va evalua productivitatea grâului de toamnă și a porumbului la boabe în funcție de sistemul de lucrare a solului și premergător precum și a porumbului în cultură permanentă (32 ani) (tab. 5.6, 5.7 și fig. 5.6, 5.7).

În anul 2013-2014 productivitatea grâului de toamnă pe toate 3 sole cercetate a fost mai mare cu 24-34% sau cu 596-1167 kg/ha (asigurate statistic) pe varianta cu lucrarea conservativă a solului (No-till), comparativ cu sistemul convențional (tab. 5.6, fig. 5.6). Premergătorii care au condiționat productivitatea maximală la grâu au fost lucerna anul 4 de folosință și orzul de toamnă, pe când grâul de toamnă în calitate de premergător a scăzut semnificativ recolta (cu 971-999 kg/ha pe varianta cu arătură și cu 1237-1570 kg/ha pe varianta cu No-till), în raport cu premergătorii menționați mai sus. Rezultatele au arătat că grâul de toamnă reacționează pozitiv la lucrarea conservativă a solului observat și la postacțiunea lucrării de bază cu paraplowul.

Porumbul la boabe în sistemul conservativ de lucrare a solului a înregistrat productivitate mai mare cu 8% sau 495 kg/ha (asigurate statistic) doar pe sola cu porumb (2) după porumb anul 1 de folosință, pe când porumbul (1) având premergător porumb anul 2 de folosință și porumbul în cultură permanentă (32 ani) au asigurat recolte asemănătoare pe ambele variante (arătură și No-till) (tab. 5.7 și fig. 5.7). Aceste rezultate arată că, în asolament cu rotație diversificată a culturilor sistemul conservativ de lucrare a solului poate fi aplicat și la porumb cu condiția respectării tehnologiei. Productivitatea porumbului cultivat în asolament este mai mare cu 1013-1285 kg/ha (pe sola cu porumb (2)), comparativ cu cea a porumbului în cultură permanentă.

Tabelul 5.6 Producția de boabe de grâu de toamnă în funcție de premergător și lucrarea solului, anul agricol 2013-2014

Cultura premergătoare	Convențională (arătură)	Conservativă (No-till)	% față de arătură	DL _{0,05} (kg/ha)	
Orz de toamnă	3416	4278	125	169	169
Grâu de toamnă	2445	3041	124	140	
Lucerna anul 4 de folosință	3444	4611	134	222	

Tabelul 5.7 Producția de boabe de porumb în asolament și cultura permanentă în funcție de lucrarea solului, anul agricol 2013-2014

Cultura premergătoare	Convențională (arătură)	Conservativă (No-till)	% față de arătură	DL _{0,05} (kg/ha)	
Porumb (1), după porumb anul 2 de folosință	5609	5547	99	301	241
Porumb (2), după porumb anul 1 de folosință	5913	6408	108	241	
Porumb în cultură permanentă (32 ani)	4900	5123	105	284	

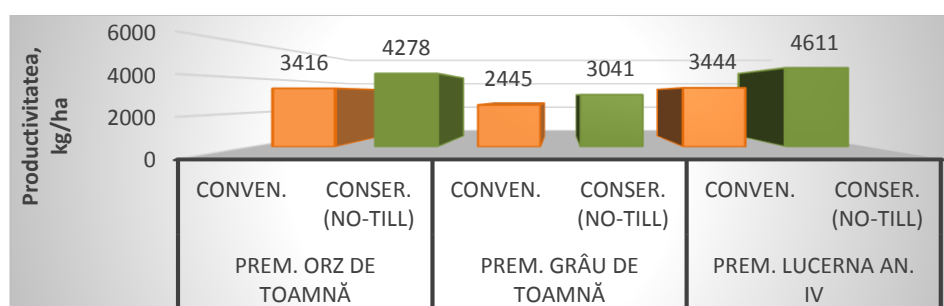


Fig. 5.6 Productivitatea grâului de toamnă în funcție de tehnologie și premergător, anul agricol 2013-2014

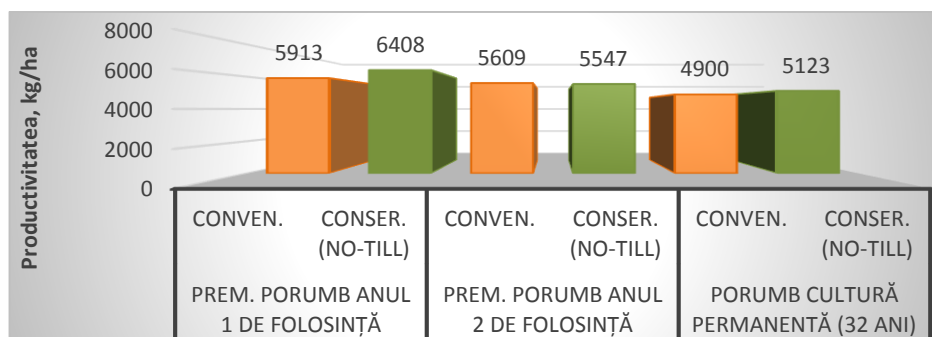


Fig. 5.7 Productivitatea porumbului la boabe în funcție de tehnologie și premergător, anul agricol 2013-2014

5.2. Evaluarea structurii intrărilor de energie și eficiența energetică a agroecosistemelor cu culturi cerealiere

Astăzi există conflicte în ceea ce privește folosirea terenului, apei, energiei și altor resurse de mediu necesare în producerea hranei [145].

În agricultură, energia este importantă în termeni de productivitate a culturilor și procesării produselor agricole ca valoare adăugată. În evoluția de la agricultura tradițională la cea modernă, utilizarea energiei comerciale a crescut vertiginos. Acest trend duce la consecințe nefaste asupra

mediului – degradarea solului, poluarea cu emisii de CO₂, diminuarea calității produselor alimentare și riscul intoxicației acestora precum și costuri de energie tot mai mari. Ca rezultat, sistemele contemporane au redus eficiența energetică comparativ cu cele tradiționale devenind cu timpul instabile [75].

Din moment ce un sistem natural capabil să producă o anumită cantitate de energie ce se conține în biomasă este convertit într-un agroecosistem, capacitatea limită a acestuia este adesea lărgită prin adăugirea energiei. Pe măsura creșterii investițiilor externe de energie se extinde capacitatea naturală a sistemului și scade sustenabilitatea acestuia [97].

Actualmente tehnologiile agricole aplicate în cadrul agroecosistemelor sunt evaluate cu precădere din punct de vedere economic, pe când aspectele ce țin de mediu, siguranța produsului, eficiența energetică ș.a. sunt neglijate și considerate mai puțin importante.

Auditul energetic este una dintre cele mai răspândite metode de a examina eficiența energetică și impactul asupra mediului a unui sistem de producere. Aceasta permite cercetătorilor să calculeze rata de ieșiri-intrări (output-input), indicatori relevanți și modele de utilizare a energiei într-o activitate agricolă. De asemenea, auditul energetic furnizează date pentru stabilirea formelor funcționale în investigarea relațiilor între intrările (inputs) și ieșirile (outputs) energiei [74].

În calculul energiei consumate de agricultură se includea până acum doar cheltuielile de combustibil și de energie electrică precum și cele efectuate de forța de muncă umană și de tracțiune animală – energie directă. Un calcul complet al energiei cheltuite de agricultură trebuie însă să țină seama și de alte elemente care sunt necesare pentru obținerea produselor agricole: unele obținute din agricultură (semințe, furaje, îngrășăminte organice etc.), iar altele din alte ramuri ale economiei (cheltuieli de energie necesare pentru utilaje, îngrășăminte chimice, pesticide etc.) – energie indirectă. De regulă în energia cheltuită în producția agricolă, o treime (1/3) reprezintă energia directă, iar două treimi (2/3) reprezintă energia indirectă [66].

Staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului a permis studierea eficienței energetice a agroecosistemelor de grâu de toamnă și porumb în funcție de lucrarea de bază a solului (paraplow/arătură), inclusiv studierea a trei variante martori la porumb în asolament și în cultură permanentă, diferențiate după intensitatea tehnologică în perioada de vegetație:

- porumb în asolament: martorul I – o cultivație între rânduri, fără prașile manuale și erbicide; martorul II – o cultivație+două prașile manuale; variantă cu erbicide – o cultivație + erbicidare.
- porumb în cultură permanentă: martorul I – o cultivație între rânduri; martorul II – lucrare mecanizată intensivă; variantă cu erbicide – o cultivație + erbicidare.

În anii 2014-2015 a fost studiată eficiența energetică în cadrul a două sisteme tehnologice contrar opuse: convențională (arătură) și conservativă (No-till).

Adițional eficienței energetice a agroecosistemelor au fost determinați și alți indici energetici de bază așa ca: energia netă și energia specifică (consumul de energie pe kg de producție). Indicii respectivi au fost determinați în urma conversiei energetice a intrărilor (îputuri) conform fișelor tehnologice și ieșirilor (outputuri) în formă de recoltă principală. Coeficienții energetici folosiți în calcule sunt redați în tabelul 2.11 din capitolul 2.

5.2.1. Agroecosistemele de grâu de toamnă

În anii de cercetare 2009-2010 a fost studiată influența postacțiunii lucrării de bază a solului (arătură/paraplow) asupra eficienței energetice la cultura grâului de toamnă, care va depinde de cantitatea ieșirilor energetice exprimate prin recoltă, întrucât tehnologia cultivării grâului de toamnă (tab. A 7.1, anexa 7) prevede lucrarea superficială a solului pe ambele variante (arătură și paraplow). Structura intrărilor, ieșiri de energie și eficiența energetică în agroecosistemele de grâu de toamnă (media pentru anii 2009-2010) este prezentată în Anexa 8, tabelul 8.1. și figurile 5.8, 5.9. Datele arată că, cantitatea intrărilor de energie tehnologică în agroecosistemele de grâu de toamnă constituie 8694,78 MJ/ha. Agroecosistemele de grâu de toamnă amplasate pe varianta cu lucrarea de bază a solului cu paraplowul (aplicată altor culturi din asolament) au înregistrat ieșiri de energie mai mari cu 14,3%, comparativ cu varianta arătură (fig. 5.8). Indicii energetici (tab. A 8.1) la fel demonstrează eficiența energetică mai mare pe variantele cu paraplow: energia netă s-a majorat cu 18,9%; eficiența energetică a crescut cu 0,6 unități sau cu 14,4% (fig. 5.8), iar energia specifică (consumul de energie pe kg producție) s-a micșorat cu 12,5%. Aceasta dovedește că, la cultura grâului de toamnă poate fi aplicat cu succes sistemul minim de lucrări cu mai puține investiții, productivitate mai mare și eficiență energetică mai mare.

În anii 2014-2015 a fost studiată structura intrărilor de energie și eficiența energetică la cultura grâului de toamnă în cadrul sistemelor tehnologice convențională și conservativă (No-till) (Anexa 8, tab. A 8.8). Structura intrărilor energetice (fig. 5.9) în ambele sisteme tehnologice (convențional și conservativ) arată, că din totalul energiei consumate cea mai mare pondere (respectiv 38 și 40%) o are energia investită în semințe, iar pe fondul acestui consum ridicat de energie, celelalte intrări ocupă un procent mai mic, inclusiv combustibilul - 29 și 19% pe variantele cu lucrare convențională și conservativă. Evaluarea comparativă a structurii intrărilor pe variantele convențională și conservativă, arată că, consumurile energetice echivalente forței de muncă, combustibilului și mașinilor se reduc respectiv cu 15%, 36% și 50% pe varianta conservativă (No-till), ceea ce constituie o micșorare de 1262,5 MJ/ha, însă această reducere a consumului energetic este suplinită în mare parte cu cea a erbicidelor – 930,20 MJ/ha, care constituie 11% din intrări.

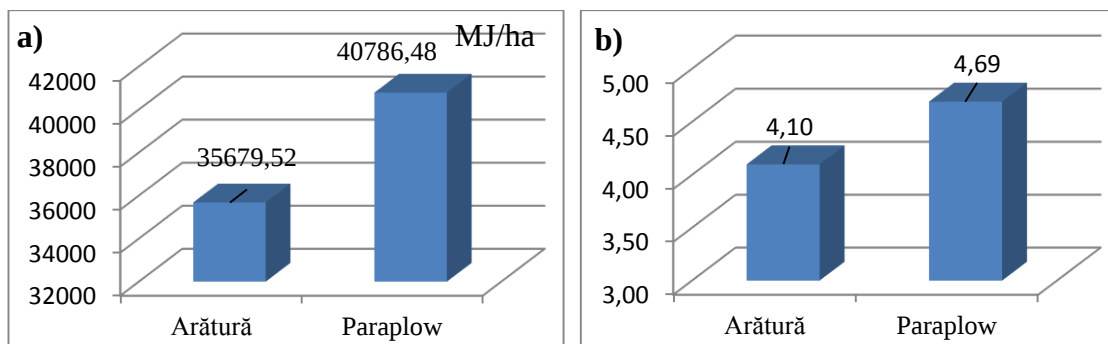


Fig. 5.8 Ieșiri de energie (a) și eficiența energetică (b) în agroecosistemele de grâu de toamnă în funcție de postacțiunea lucrării de bază a solului, media pentru anii 2009, 2010

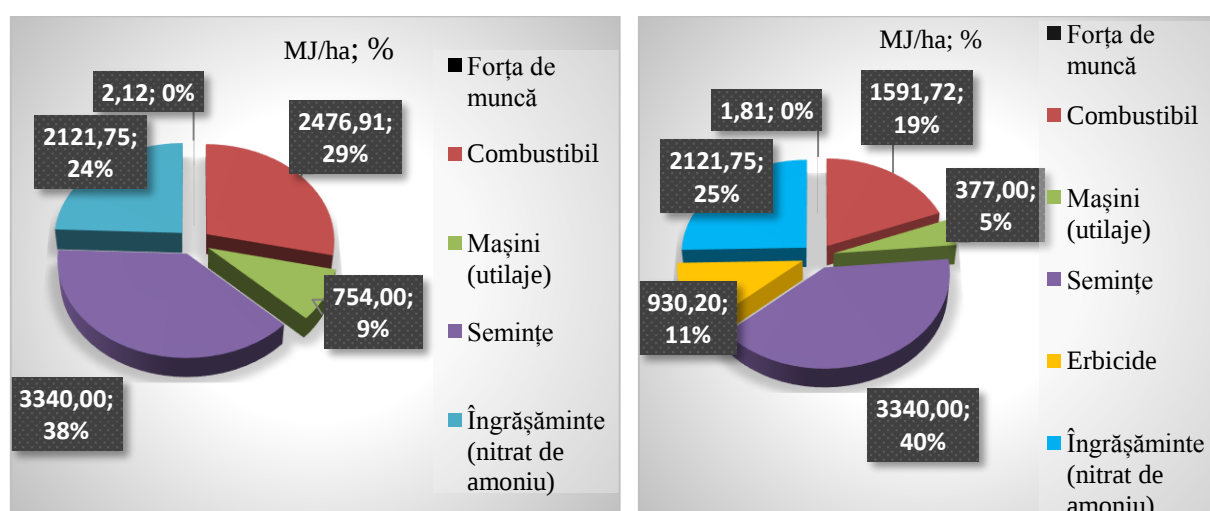


Fig. 5.9 Structura intrărilor de energie în agroecosistemele de grâu de toamnă în funcție de lucrarea solului: a) convențională (arătură); b) conservativă (No-till)

Astfel suma totală a energiei investite în sistemul No-till scade la 8362,28 MJ/ha comparativ cu 8694,78 MJ/ha din sistemul convențional, diferența fiind de doar 332,5 MJ/ha sau 3,8%. Această analiză arată că, în cadrul sistemului conservativ No-till, comparativ cu cel convențional, reducerea consumului de energie din contul lucrării solului, mașinilor și forței de muncă este suplinită în proporție de 73,7% de erbicide. La asemenea concluzii, în contextul eficienței economice, ajunge prof. cercet. Boincean B. [13], care menționează că economia mijloacelor financiare de la reducerea consumului de motorină pentru lucrarea de bază a solului riscă de a nu acoperi cheltuielile legate de folosirea suplimentară a pesticidelor și a dozei majorate de azot.

Gestionarea agroecosistemului de grâu de toamnă în sistemul conservativ (media pe anii 2014-2015) înregistrează indici energetici mai favorabili, față de sistemul convențional: energie netă mai mare cu 55,9%, eficiență energetică majorată cu 1,5 (unități) sau 43,7% (fig. 5.10), iar energia specifică (consumul de energie per kg producție) s-a micșorat cu 30,4% (tab. A 8.8).

Eficiența energetică mai mare obținută pe varianta conservativă a fost determinată în mare parte de ieșiri energetice (producția agricolă) mai mari în proporție de 38,2% (fig. 5.10), comparativ cu varianta convențională și mai puțin din contul micșorării intrărilor de energie.

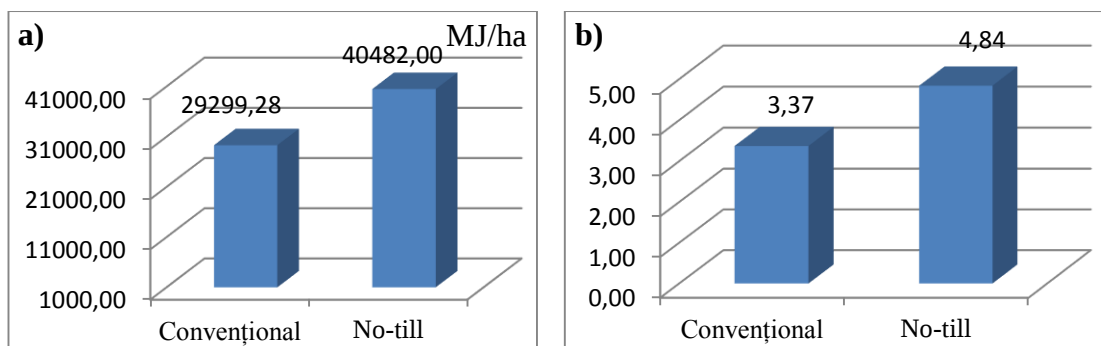


Fig. 5.10 Ieșiri de energie (a) și eficiența energetică (b) în agroecosistemele de grâu de toamnă în funcție de lucrarea solului, media pentru anii 2014, 2015

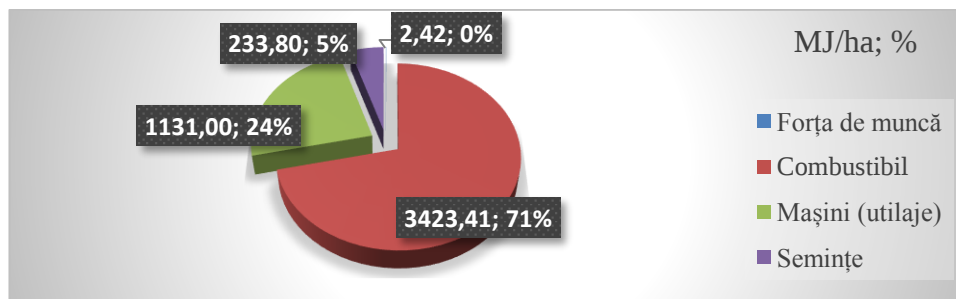
5.2.2. Agroecosistemele de porumb în asolament și în cultură permanentă

În asolament. Porumbul este unul din cele mai importante cereale din lume. În condiții favorabile ale mediului, pe unitate de suprafață, porumbul este unul din cele mai productive cereale [147]. În anii 2009-2010 structura intrărilor de energie și eficiența energetică a agroecosistemelor de porumb (asolament) este prezentată în Anexa 8 tabelele A 8.2-8.4. În figura 5.11 este prezentată structura intrărilor de energie în funcție de martori pe varianta cu lucrarea de bază – arătură. La cultura porumbului, în structura intrărilor de energie, combustibilul ocupă locul de frunte la toți martorii studiați - 63-71%. Varianta - matorul 2 se deosebește de matorul 1 prin intrări adiționale de energie de 5,6% (267,2 MJ/ha) - echivalente forței de muncă intensive (prașilele manuale). Pe varianta cu erbicide, comparativ cu martorii 1 și 2 se constată o majorare a energiei investite prin combustibil – cu 13,5% (463,68 MJ/ha) utilizat la aplicarea erbicidelor, iar erbicidele propriu zise măresc cantitatea intrărilor de energie în agroecosistem cu 15% (930,20 MJ/ha) – per total adaosul de energie pe matorul cu erbicide se majorează cu 29,1% (1394,37 MJ/ha), comparativ cu matorul 1, și cu 22,3% (1127,17 MJ/ha) față de matorul 2.

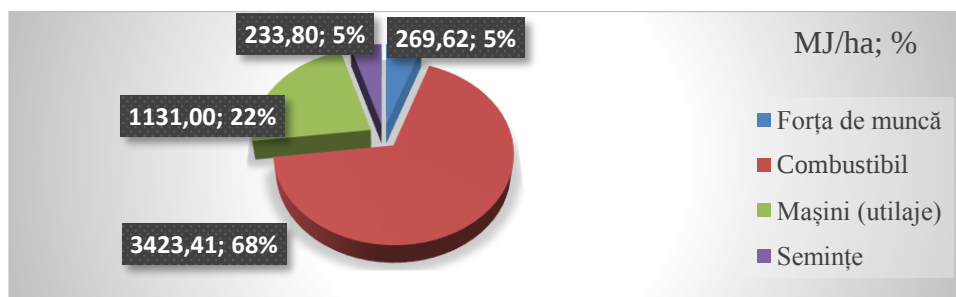
Evaluarea structurii intrărilor de energie în funcție de lucrarea de bază (arătură/paraplow) arată că, diferențele de energie consumată în agroecosistemele de porumb se conturează doar la consumul de combustibil, care pe varianta paraplow scade cu 15% pe martorii 1, 2 și cu 13% pe varianta cu erbicide, comparativ cu varianta – arătură. În ansamblu, energia investită (MJ/ha) în agroecosistemele de porumb pe variantele cu paraplow se reduce în limitele 8,2-10,6%, comparativ cu varianta tradițională (fig. 5.12).

Evaluarea ieșirilor de energie sub formă de recoltă în agroecosistemele de porumb (fig. 5.12) în funcție de lucrarea de bază a solului arată că, varianta – arătură asigură productivitate mai mare, comparativ cu varianta – paraplow pe toți martorii studiați: pe martorul 1 diferența constituie 21,4%; pe martorul 2 și varianta cu erbicide diferențele sunt mai mici respectiv 6,1 și 5,9%.

a)



b)



c)

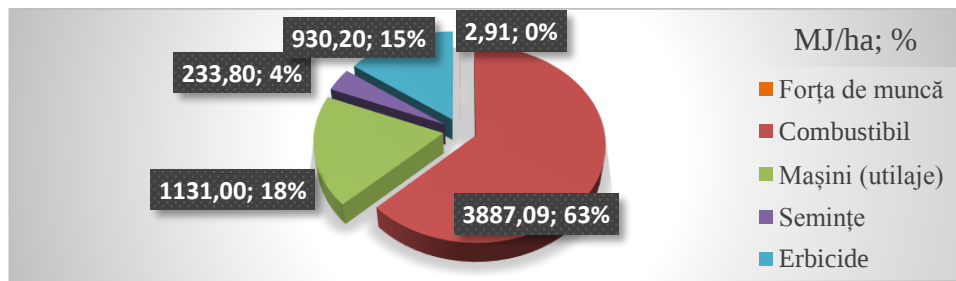


Fig. 5.11 Structura intrărilor de energie în agroecosistemele de porumb (asolament) pe varianta arătură în funcție de tehnologia aplicată: a) Martorul 1 – o cultivație între rânduri; b) martorul 2 – o cultivație + 2 prașile manuale; c) variantă cu erbicide – o cultivație + erbicidare

Productivitatea agroecosistemelor de porumb evaluată în funcție de martori atestă că, adaosul de energie de 6% la martorul 2 prin intermediul a 2 prașile manuale, comparativ cu martorul 1, asigură ieșiri de energie (recoltă) respectiv mai mari cu 33,7% și 59,7% pe variantele arătură și paraplow. Astfel se constată, că la porumb combaterea buruienilor prin prașile manuale, a contribuit la o eficiență energetică mai mare (cu 3-6 unități), comparativ cu celelalte variante (fig. 5.12).

În cultură permanentă. La cultura permanentă a porumbului sunt studiate aceleași variante cu excepția martorului 2 unde prașilele manuale sunt înlocuite cu lucrări mecanizate – aici intrările

de energie se majorează din contul combustibilului cu 408,11 MJ/ha pe ambele variante arătură și paraplow, ceea ce constituie un adaos de energie respectiv de 8,5 și 9,5%, comparativ cu martorul 1 (Anexa 8 tabelele A 8.5, 8.6). Suma intrărilor de energie rămâne a fi mai mare pe varianta cu

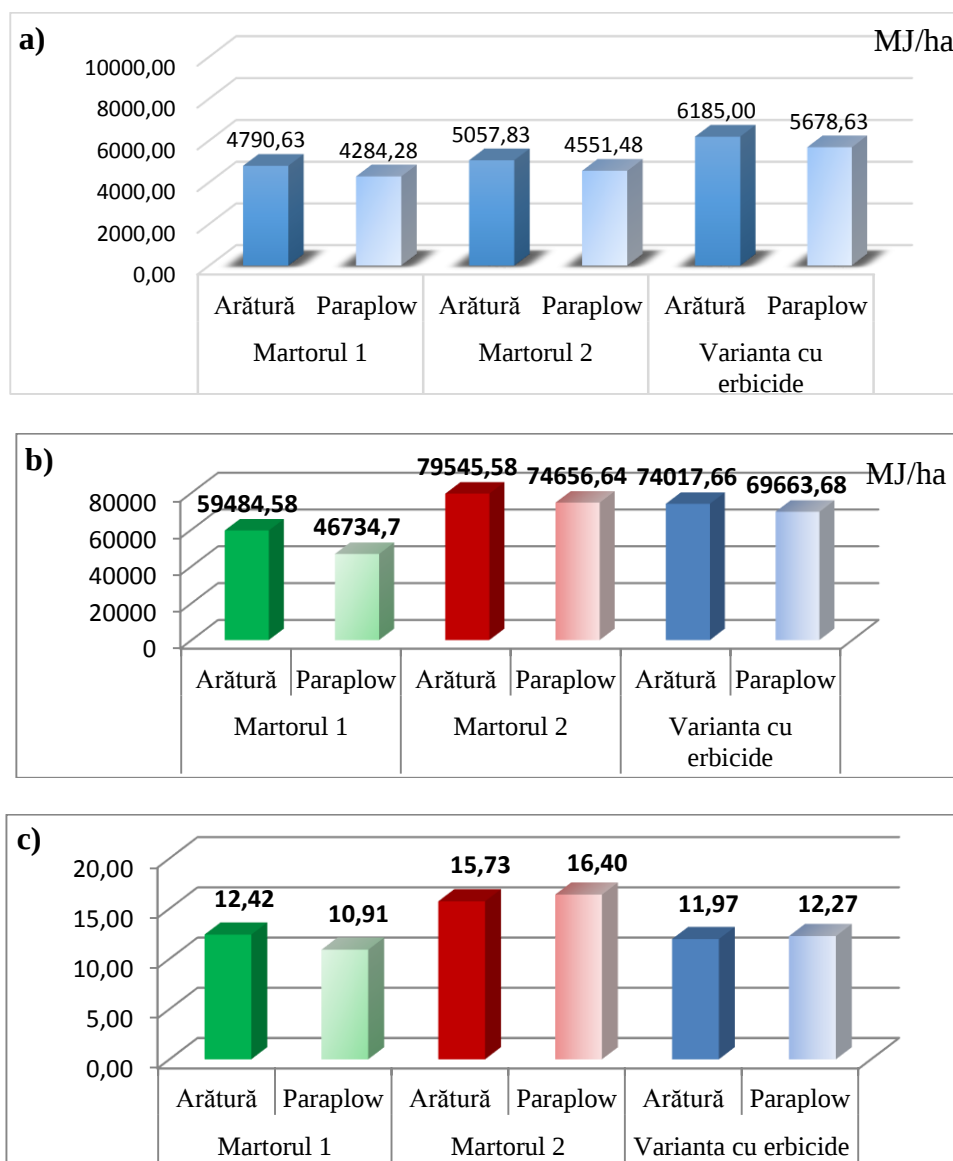


Fig. 5.12 Intrările de energie (a), ieșiri de energie (b) și eficiența energetică (c) în funcție de lucrarea solului și martori în agroecosistemele de porumb, media pentru anii 2009, 2010

erbicide (tab. A 8.7, fig. 5.13) din contul produsului fitosanitar și consumului mai mare de combustibil. În total, energia externă adăugată constituie o creștere respectiv de 29,1 și 19,0% față de martorii 1 și 2.

Ieșiri de energie mai mari (fig. 5.13) în agroecosistemele de porumb în cultură permanentă se obțin pe martorul 2 – lucrare mecanizată intensivă: cu 131,9% și 156,0% mai multă energie se obține respectiv pe variantele paraplow și arătură, comparativ cu martorul 1, și majorări mai puțin

semnificative – cu cca. 4%, comparativ cu varianta erbicidată. Eficiența energetică în agroecosistemele de porumb în cultură permanentă (fig. 5.13) depinde în mare parte de cantitatea ieșirilor de energie fiind la fel mai mare pe martorul 2 și semnificativ mai mică pe martorul 1.

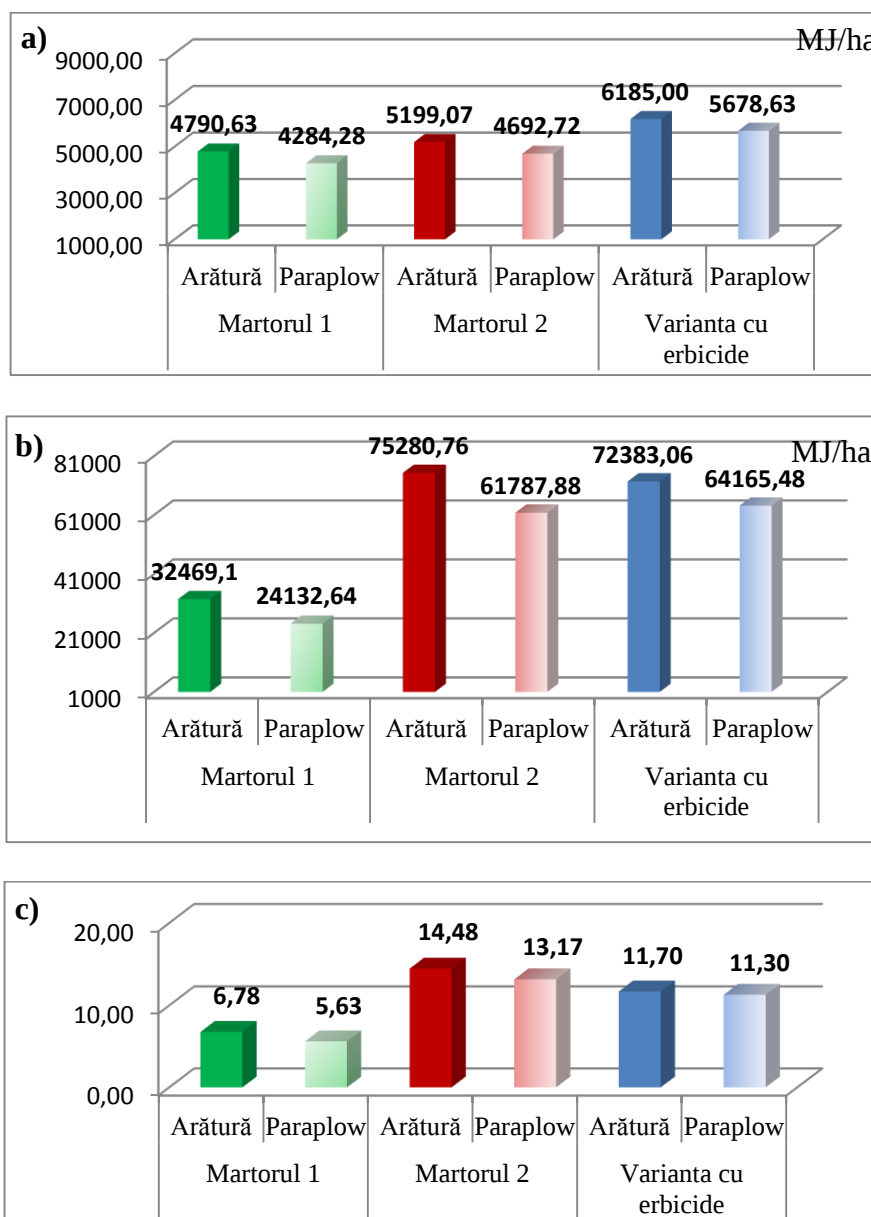


Fig. 5.13 Intrările de energie (a), ieșiri de energie (b) și eficiența energetică (c) în funcție de lucrarea solului și martori în agroecosistemele de porumb în cultură permanentă (al 27-lea și 28-lea an), media pentru anii 2009, 2010

Varianta cu erbicide se remarcă cu eficiență energetică mai mică față de martorul 2 din contul cantității mai mari de energie investită în agroecosistem și productivitate mai mică.

În anii 2014-2015 structura intrărilor de energie și eficiența energetică în agroecosistemele de porumb în asolament și în cultură permanentă au fost studiate în cadrul sistemelor convențional

și conservativ de lucrare a solului (tabelele A 8.9, 8.10, figurile 5.14, 5.15). Lucrările tehnologice aplicate sunt identice pentru porumbul în asolament și în cultură permanentă.

Sistemul tehnologic convențional (arătură) la cultura porumbului arată un consum energetic echivalent combustibilului de 67% din totalul intrărilor de energie, restul intrărilor energetice: mașini, erbicidele, semințe și forța de muncă constituie respectiv 21%, 8%, 4% și <1% (fig. 5.14). În cadrul sistemului tehnologic conservativ (No-till) intrările de energie se reduc din contul forței de muncă, combustibil și mașini respectiv cu 24%, 48,8% și 66,7% față de varianta tradițională cu arătură, însă acest sistem (îndeosebi în primii ani) presupune aplicarea erbicidelor în cantități de 5 ori mai mari – investiții de energie care ocupă 48% din cantitatea totală de energie investită. Astfel, micșorările de energie pentru categoriile menționate mai sus sunt practic completate (90%) de cele ale erbicidelor. Procesele tehnologice aplicate la cultura porumbului în sistem No-till au micșorat consumul de energie cu doar 677,6 MJ/ha sau 12,3% comparativ cu cel tradițional.

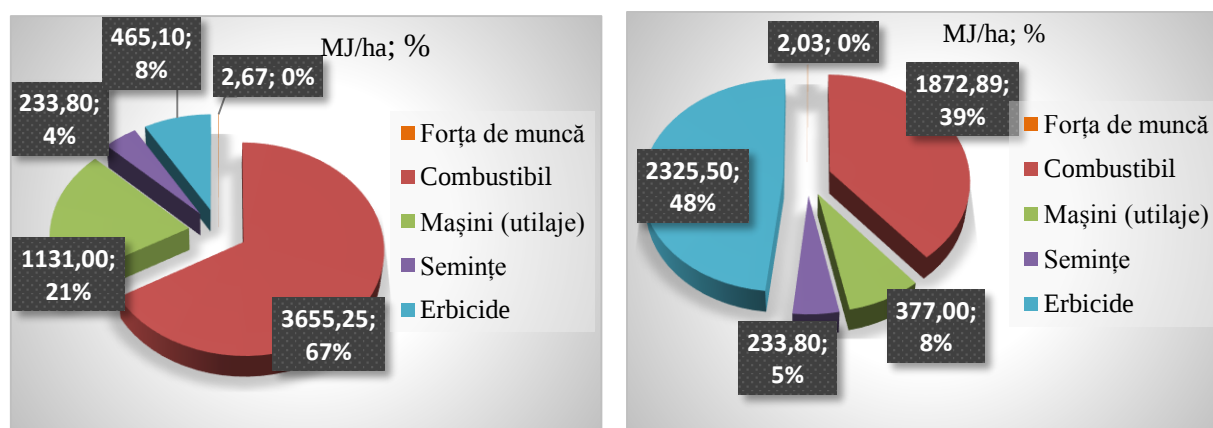


Fig. 5.14 Structura intrărilor de energie în agroecosistemele de porumb în funcție de lucrarea solului: a) convențională (arătură); b) conservativă (No-till)

Evaluarea ieșirilor de energie a agroecosistemelor de porumb în asolament arată un spor de energie de 7% pe varianta No-till (media pentru anii 2014-2015), comparativ cu varianta tradițională. Micșorarea consumului de energie cu 12,3% la procesele tehnologice și majorarea ieșirii de energiei cu 7% pe varianta No-till, față de varianta arătură, au determinat majorarea energie nete cu 8,4%, a eficienței energetice cu 3,3 unități sau cu 22,1% (fig. 5.15). Consumul de energie per kg producție (energia specifică) s-a micșorat cu 17,8% (tab. A 8.9). Aceeași tendință este urmărită și în agroecosistemele cu porumb în cultură permanentă (tab. A 8.10 și fig. 5.14, 5.15). În comparație cu asolamentul, porumbul cultivat mai mulți ani consecutiv a înregistrat pierderi de recoltă (pe ambele variante) în proporție de 15-16%, iar eficiența energetică scade cu 2,4-2,7 unități de energie.

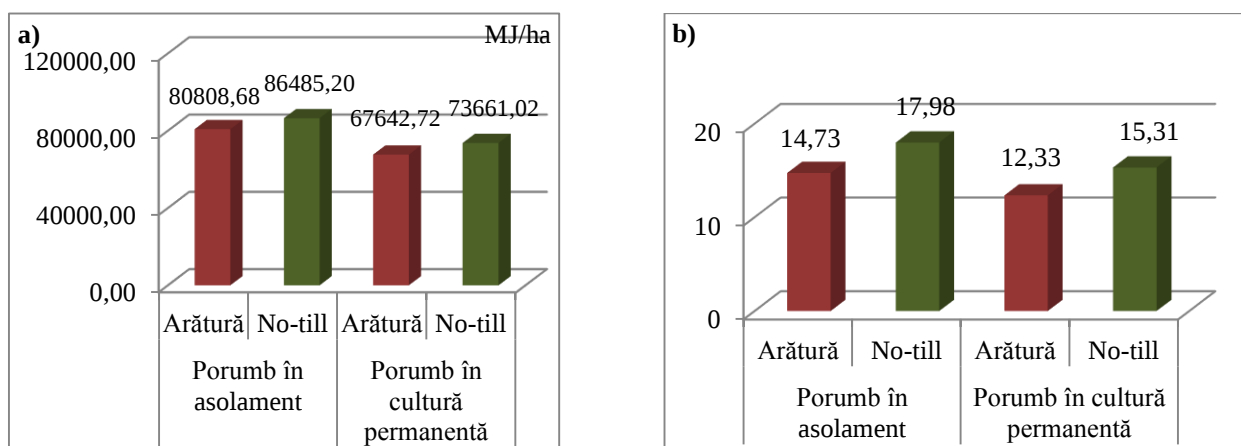


Fig. 5.15 Ieșiri de energie (a) și eficiența energetică (b) în funcție de lucrarea solului în agroecosistemele de porumb, anii 2014, 2015

5.3. Concluzii la capitolul 5

1. Grâul de toamnă poate fi cultivat cu succes în cadrul sistemelor conservative de lucrare a solului cu mai puține investiții, productivitatea fiind mai mare și mai eficient din punct de vedere energetic.
2. Productivitatea agrocenozei de grâu de toamnă mai puțin este influențată de postacțiunea metodelor de control a buruienilor (martorii 1 și 2) aplicate la porumb.
3. Porumbul în anii de cercetare a asigurat producții mai mari pe variantele cu lucrarea de bază a solului arătură, comparativ cu paraplowul și pe martorul (2) – datorită combaterii mai eficiente a buruienilor.
4. Porumbul în cultură permanentă înregistrează producții mai mici, comparativ cu porumbul în asolament pe variantele cu lucrări reduse ale solului (varianta paraplow, martorul 1), dat fiind că este mai vulnerabil în lupta cu buruienile, pe când pe variantele cu aplicarea tehnicilor eficiente de combatere a buruienilor (arătură, martorul 2) porumbul tolerează cultura permanentă și concurează cu asolamentul.
5. Sistemul conservativ de lucrare a solului – No-till în primii ani de aplicare a asigurat o eficiență energetică mai mare cu 1,4 unități în agroecosistemele de grâu de toamnă, comparativ cu cel convențional. La porumb sistemul conservativ No-till vizavi de cel convențional poate fi aplicat fără pierderi de producții și cu majorarea eficienței energetice, cu condiția respectării tehnologiilor și asolamentului.
6. Reducerea consumului de energie din contul lucrării solului, mașinilor și forței de muncă în cadrul sistemului conservativ No-till (a. 2013-2014) comparativ cu cel convențional, este suplinită în mare parte (74-90%) de energia investită prin erbicide.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. Cercetările actuale au stabilit, că evaluarea indicilor ecopedologici fizici și fizico-mecanici în agroecosisteme diferențiate după intensitatea factorului antropic, permite monitorizarea mai exactă a aplicării tehnologiilor agricole [3, 49].

2. S-a evidențiat, că starea agrofizică a solului se înrăutățește în agroecosisteme pe măsura intensificării lucrării acestuia și lipsei recuperării materiei organice. Cercetări efectuate în asolament pe diferite agrofonduri, atestă optimizarea indicilor de calitate fizică a solului (densitatea aparentă, porozitatea totală, gradul de tasare, rezistența la penetrare, aderența, gonflarea) pe varianta cu lucrarea redusă - paraplow și variantele cu îngrășăminte organice [3, 49].

3. Cernoziomul carbonatic, varianta ogor negru, cedează după parametrii calității fizice a solului, comparativ cu pârloaga, care se caracterizează cu valori optime ale indicilor [3, 46, 47, 48, 128].

4. Evaluarea structurii cernoziomului carbonatic arabil a stabilit degradarea acestui sol concomitent cu majorarea impactului antropic. Comparativ cu solul înțelenit – pârloagă, conținutul agregatelor agronomice valoroase (0,25-10 mm) hidrostabile din stratul arabil (0-30 cm) s-a micșorat cu cca. 33% în agroecosistemele din asolament și culturi permanente și cu cca. 59% sub ogorul negru. Lucerna în cultură permanentă nu contribuie semnificativ la restabilirea și formarea structurii hidrostabile [47].

5. Plasticitatea solului interceptează procesele semnificative de degradare din agroecosistem. Valorile limitelor și indicelui de plasticitate ale solului sub ogor negru au evidențiat consecințe negative ale acestui tip de folosință, ce confirmă - că lucrarea solului prin arătură și menținerea acestei stări duce la degradarea stării de calitate fizică a stratului arabil, cu toate consecințele negative care survin [3, 48, 128].

6. S-a stabilit, că plasticitatea solului scade în dependență de conținutul microagregatelor hidrostabile, datorită amplificării impactului antropic în agroecosistem [128].

7. Studiarea aderenței în dinamică evidențiază, că primăvara timpuriu aderența solului este dezechilibrată în raport cu umiditatea, astfel că valorile acestui indice nu reflectă starea de facto a solului din agroecosistem. Rezultatele obținute indică necesitatea determinării aderenței solului în perioada de vegetație – timp în care totalitatea proceselor din sol sunt active, echilibrate și exprimă real influența agrocenozei asupra solului și relația fază solidă – fază lichidă.

8. Datele obținute demonstrează, că proprietățile fizico-chimice, agrofizice și fizico-mecanice ale cernoziomului carbonatic sub cultura permanentă a porumbului nu diferă semnificativ de cele

ale solului din asolament. Aceasta impune necesitatea diversificării și majorării numărului de culturi în cadrul asolamentului cu 5 sole, inclusiv culturi cu sistem radicular fasciculat [45, 48].

9. Evaluarea productivității și eficienței energetice a agroecosistemelor pe cernoziom carbonatic lutos a stabilit, că productivitatea grâului de toamnă este mai înaltă pe variantele cu lucrarea conservativă a solului, manifestată și prin eficiență energetică mai mare. În agroecosistemele de grâu de toamnă, lucrarea conservativă a solului (No-till) a asigurat o eficiență energetică mai mare cu 1,4 unități, comparativ cu varianta convențională (arătură). Lucrarea conservativă a solului (No-till) poate fi aplicată și la porumb fără pierderi de producții și cu majorarea treptată a eficienței energetice, în condițiile respectării tehnologiilor în cadrul asolamentului [78].

10. Cercetarea structurii intrărilor de energie în agroecosisteme demonstrează, că reducerea consumului de energie din contul lucrării solului, mașinilor și forței de muncă în cadrul tehnologiei conservative de lucrare a solului - No-till (a. 2013-2014), comparativ cu lucrarea convențională (arătură), este suplinită în mare parte (74-90%) de energia investită prin erbicidare.

11. Optimizarea indicilor ecopedologici fizico-mecanici și agrofizici urmărite în agroecosistemele cu lucrarea conservativă a solului contribuie la funcționarea mai eficientă a agroecosistemului.

Recomandări

1. Pentru menținerea și optimizarea indicilor fizici și fizico-mecanici ai solului se recomandă: respectarea asolamentelor zonale; aplicarea îngrășămintelor organice; implementarea lucrării conservative a solului.

2. În cadrul sistemelor conservative de lucrare a solului grâul de toamnă poate fi cultivat cu mai mici investiții și eficiență energetică mai mare.

3. Indicii fizico-mecanici (plasticitatea, aderența și gonflarea) fiind parametri mai puțin cercetați și determinați, necesită de a fi utilizați la monitorizarea stării de calitate a solului, la identificarea elementelor tehnologice prietenoase mediului, evidențierea tehnologiilor distructive sau benefice pentru sol.

4. În scopul evitării degradării fizice a solului după recoltarea culturilor cerealiere de toamnă se recomandă măsuri de acoperire și protejare a stratului superficial al solului, precum și introducerii concomitente a îngrășămintelor azotoase pentru majorarea intensificării procesului de humificare și mineralizare a resturilor organice.

BIBLIOGRAFIE

1. Andrieș S. Materia organică din solurile Moldovei și măsuri de sporire a fertilității. In: Akademos, Nr. 2, 2017. p. 71-77.
2. Andrieș S., Ursu A. Starea și perspectiva folosirii solurilor. In: Lucrările conferinței științifice cu participare internațională ”Solul și Viitorul”. Chișinău, 2001. p. 15-23.
3. Andriucă Valentina, Macrii Lucia. Indicii fizico-mecanici și utilizarea lor în evaluarea gradului de degradare antropică a solului. În: Știința agricolă, UASM, Chișinău, 2015, nr. 2, p. 12-18.
4. Andriucă Valentina, Ungurean V. Impactul și prevenirea compactării în Republica Moldova. În: Compactarea solurilor. Procese și consecințe. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2007, p. 87-90.
5. Andriucă Valentina. Cercetări privind modificarea aderenței solului lucrat convențional sub impact antropogen de lungă durată. In: Sisteme de Lucrări Minime ale Solului. Soil Minimum Tillage Systems: 5th International Symposium. Cluj-Napoca, 2008, p. 191-193.
6. Andriucă Valentina. Modificarea proprietăților fizico-mecanice ale cernoziomului cambic sub divers mod de utilizare. In: Evaluarea și utilizarea resurselor de soluri, protecția mediului și dezvoltarea rurală în regiunea de Nord – Est a României, a XIX-a conf. naț. pentru Știința Solului. Iași: S.C. PIM S.R.L, 2009. p. 116-117.
7. Andriucă Valentina. Modificarea proprietăților fizico-mecanice ale solurilor în cadrul diverselor ecosisteme de pe Podișul Moldovei de Nord. In: Eficiența utilizării și problemele protejării solurilor. Lucrările conf. șt. cu participare internațională. Chișinău, 2012, p. 23-32.
8. Andriucă Valentina. Schimbarea indicilor fizico-mecanici în rezervațiile de resurse de sol de pe Podișul Moldovei de Nord. In: Mat. simp. șt. inter. „Realizări și perspective în horticultură, viticultură, vinificație și silvicultură”, vol. 15 (3). Ch.: UASM, 2007, p. 445-448.
9. Axinte Stela, Agafiței Alina, Chiriac C. Ecosisteme agricole convenționale și sustenabile. Iași: Politehnum, 2004. p. 11-24.
10. Bîlteanu Gh., Bîrnaur V. Fitotehnie. București: Cereș, 1989. 413 p.
11. Blaga Gh., Filipov F., Rusu I., Udrescu S. Dumitru V. Pedologie. Cluj-Napoca: AcademicPres, 2005. 402 p.
12. Boieriu I., Eustațiu N. Cultura grâului. București: Ed. Agro-Silvică, 1966. 176 p.
13. Boincean B. Cu privire la sistemul conservativ de agricultură. In: Rezumate: Agricultura conservativă: concept, oportunități, aplicații. Conf. șt.-pr. cu part. int. Chișinău, 2015. p. 14.

14. Boincean B. ș. a. Fertilizarea și fertilitatea cernoziomului tipic din Stepa Bălțului. In: Akademos, 2011, nr. 1(20), p. 110-121.
15. Bucur Gh. ș. a. Elaborarea metodelor de sporire a efectului agrotehnic, economic și ecologic al sistemelor de lucrare a solului. Ch.: IEFS, 2007. 31 p.
16. Buletin de monitoring ecopedologic. Ediția I. Ch.: Agroinformreclama, 1993. 84 p.
17. Burlacu I. Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova. Chișinău: Pontos, 2001. 229 p.
18. Calamitățile în Moldova și combaterea lor. Chișinău: Tipografia Centrală, 1997. 268 p.
19. Canarache A. Diferențierea sistemelor de lucrare a solului în funcție de condițiile de sol și teren din România. In: Alternative de lucrare a solului – Vol. II. Cluj-Napoca, 1999. p. 215-223.
20. Canarache A. Fizica solurilor agricole. București: Cereș, 1990. 264 p.
21. Cara M. Efectul unor sisteme de lucrare asupra unor indicatori pedomorfologici și fizici ai solului. In: Lucrări științifice – seria Agronomie, 2008, vol. 51 (2), p. 279-284.
22. Cerbari V. et. al. Reproducerea fertilității cernoziomurilor în sistemul de agricultură cu emisii reduse de CO₂, prin utilizarea în asolament a unui câmp sub amestec de ierburi perene graminee și leguminoase. In: Mediul ambiant, 2013, nr. 2 (68), p. 36-40.
23. Cerbari V. Metodica Instituirii Monitoringului funciar în Republica Moldova. Chișinău, 1997. 146 p.
24. Cerbari V. Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. Baze de date, concluzii, prognoze, recomandări. Chișinău: Pontos, 2010. 476 p.
25. Cerbari V., Balan Tatiana. Cernoziomurile tipice argilo-lutoase din zona călduroasă semi umedă a Moldovei de Nord. In: Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. Chișinău: Pontos, 2010. p. 98-163.
26. Coltun Maria, Marcenco V., Rurac M. Rezultatele studierii diferitor metode de lucrare de bază a solului în experiențe staționare de lungă durată. In: Simp. șt. int. „70 Ani ai Universității Agrare de Stat din Moldova” – seria Agronomie. Ch.: UASM, 2003. p. 117-118.
27. Contoman Maria, Filipov F. Ecopedologie. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2007. 442 p.
28. Florea N. et. al. Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea III. Indicatorii ecopedologici. București, 1987. 226 p.
29. Florea N. Solul, partener de existență. București, 2013. 367 p.
30. Gîrlă Daniela. Variația unor indici ai agroecosistemelor sub influența factorilor climatici și agrofitehnici. Teză de dr. în agricultură. Chișinău, 2011. 310 p.

31. Grati V. ș. a. Influența utilizării solurilor sub livezi asupra însușirilor agrofizice. In: Raporturile conf. șt. „Trecutul, prezentul și viitorul solurilor Moldovei”. Ch.: 1996. p. 124-140.
32. Grițcan S., Nagacevschi Tatiana. Acțiunea diferitor metode de întreținere a solului utilizat sub livezi asupra proprietăților lui fizice și chimice. In: Cernoziomurile Moldovei – evoluția protecția și restabilirea fertilității lor. Conf. șt. cu participare intern. Ch.: 2013, p. 166-168.
33. Guș P. ș. a. Influența sistemului minim de lucrare asupra proprietăților fizice și biologice ale solului. In: Compactarea solurilor – procese și consecințe. Cluj-Napoca: Risoprint, 2007 p. 9-15.
34. Guș P., Rusu T. Dezvoltarea durabilă a agriculturii. Cluj-Napoca: Risoprint, 2005. 50 p.
35. Guș P., Rusu T. Sitelele minime de lucrarea solului alternative pentru protecția mediului. In: Sisteme de lucrări minime ale solului. Al 5-lea simpozion cu participare internațională. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2008. p. 9-18.
36. Guș P., Rusu T., Bogdan Ileana. Agrotehnică. Cluj-Napoca: Risoprint, 2004. 524 p.
37. Guș P., Rusu T., Stănila S. Lucrări neconvenționale ale solului și sistema de mașini. Cluj-Napoca: Risoprint, 2003. 200 p.
38. Jigău Gh. Geneza și fizica solului. Suport de curs. Ch.: CEP USM, 2009. 160 p.
39. Jigău Gh. Procese contemporane de evoluție a factorilor fizici de fertilitate a solurilor agricole. In: Simpozion șt. int.: 70 ani ai Universității Agrare de Stat din Moldova. Ch.: UASM, 2003, p. 128-130.
40. Jigău Gh., Nagacevschi Tatiana. Ghid al disciplinei – Fizica solului. Chișinău: CEP USM, 2006. 77 p.
41. Lucrări metodice la disciplina ecopedologie. Chișinău: UASM, 2002. 37 p.
42. Lucrări metodice la Pedologie – Chimia solului. Chișinău: UASM, 2002. p. 6-8.
43. Lungu Marina. Evoluția solurilor cenușii arabile din Moldova Centrală și măsuri de remediere a însușirilor negative. Teză de dr. în biologie. Chișinău, 2010. p. 194.
44. Lupașcu M. ș. a. Importanța asolamentelor furajero-cerealiere în prevenirea proceselor de biodegradare a solurilor. In: Cernoziomurile Moldovei – evoluția protecția și restabilirea fertilității lor. Conf. șt. cu participare intern., dedicată aniversării a 60 ani de la fondarea Inst. de Pedologie, Agrochimie și Protecție a solului „Nicolae Dîmo”. Chișinău, 2013, p. 245-247.
45. Macrii Lucia. Aderența solului în diverse agroecosisteme de porumb. În: Materialele conf. intern. cons. jubileului de 40 ani de la data fondării: Institutul de fitotehnie „Porumbeni” – 40 ani de activitate științifică. Pașcani, 2014. p. 224-229.

46. Macrii Lucia. Evaluarea aderenței solului în diverse agroecosisteme. În: *Lucrări științifice – Agronomie*, UASM, 2014, vol. 41, p. 171-174.
47. Macrii Lucia. Modificarea structurii cernoziomului carbonatic sub influența impactului antropic și agrocenoze. În: *Agricultura Moldovei*, 2015, nr. 9-10. p. 19-24.
48. Macrii Lucia. Plasticitatea cernoziomului carbonatic sub diverse agroecosisteme. În: *Rolul agriculturii în acordarea serviciilor ecosistemice și sociale*. Conf. șt. intern. cons. aniv. a 60-a a dr. hab., prof. cercet. Boris Boincean. Bălți, 25 noiembrie 2014. p. 319-323.
49. Macrii Lucia. Semnificația proprietăților fizico-mecanice ale solului în evaluarea agroecosistemelor conservative. In: *Rezumate – Agricultura conservativă: concept, oportunități, aplicații*. Conferință științifico-practică cu participare internațională. Chișinău, 2015, p. 25.
50. Marin D. ș. a. Cercetări privind influența sistemului de lucrare a solului asupra unor însușiri ale acestuia și a producției de porumb în condițiile de la ferma didactică Moara Domnească – Ilfov. In: *Cernoziomurile Moldovei – evoluția protecția și restabilirea fertilității lor*. Conf. șt. cu participare intern., dedicată aniversării a 60 ani de la fondarea Inst. de Pedologie, Agrochimie și Protecție a solului „Nicolae Dimo”. Chișinău, 2013, p. 251-253.
51. Marin D.I. ș. a. Influența sistemului de lucrări neconvenționale (lucrări minime) asupra unor însușiri ale solului preluvosol roșcat din zona Moara Domnească – Ilfov. In: *Compactarea solurilor – procese și consecințe*. Cluj-Napoca: Risoprint, 2007 p. 48-51.
52. Mănescu B., Ștefan Marcela. *Ingenieria ecosistemelor agricole*. București: ASE, 2005. 234 p.
53. Mihalache M. *Pedologie*. București: Estfalia, 2014. 338 p.
54. Moraru Ștefan Andrei. *Tratat de fitotehnie – cultura plantelor de câmp cereale*. Iași: Ed. Dosoftei, 1998. 212 p.
55. Nagacevski Tatiana. Degradarea structurii solului ca urmare a exploatării excesive în agricultura contemporană. In: *Cernoziomurile Moldovei – evoluția protecția și restabilirea fertilității lor*. Conf. șt. cu participare intern., dedicată aniversării a 60 ani de la fondarea Inst. de Pedologie, Agrochimie și Protecție a solului „Nicolae Dimo”. Chișinău, 2013, p. 262-264.
56. Patienco P. *Agrobiologie Vol. I*. Chișinău, 2007. 222 p.
57. Pop A. ș. a. Indicii sintetici de caracterizare agrofizică a solului. In: *Compactarea solurilor, procese și consecințe*. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2007. p. 138-142.
58. Popescu C., Bucur D. *Valorificarea unor terenuri agricole expuse poluării și degradării*. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2004. 491 p.
59. Puiu Ș. *Pedologie*. București: Ceres, 1980. 394 p.

60. Răus L. Rezumat la teza de doctor: Influența diferitelor sisteme de lucrare asupra proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului și producției principalelor culturi. http://www.uaiasi.ro/ro/files/doctorat/Rezumat_Lucian_Raus.pdf. (vizitat 10.01.2010).
61. Răus L., Jităreanu G. Corelații între unii indicatori ai stării de compactare a solului și producția culturilor de grâu, fasole și porumb. În: *Lucrări Științifice – seria Agronomie a USAMV – Iași*, 2008, vol. 50, p. 393-399.
62. Răus L., Jităreanu G. Modificarea structurii solului sub influența unor variante tehnologice la cultura porumbului. În: *Compactarea solurilor – procese și consecințe*. Cluj-Napoca: Risoprint, 2007, p. 29-35.
63. Rurac M. Starea structurală a cernoziomului carbonatic în funcție de lucrarea de bază a solului în asolament. În: *Compactarea solurilor – procese și consecințe*. Cluj-Napoca: Risoprint, 2007. p. 52-54.
64. Rusu T., Guș P. *Compactarea solurilor. Procese și consecințe*. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2007. 276 p.
65. Sistemul informațional privind calitatea învelișului de sol al Republicii Moldova (Banca de date). Chișinău: Pontos, 2000. p. 81.
66. Stănilă S. ș.a. Considerații privind consumul de energie în producția agricolă și la lucrările solului. În: *Sisteme de lucrări minime ale solului – al 6-lea simpozion cu participare internațională*. Cluj-Napoca: Risoprint, 2011. p. 340-345.
67. Ștefan V. *Ecopedologie*. Ed.: Marineasa, 2000. 225 p.
68. Ungureanu V. et. al. Indicii și modul de estimare a degradării solului. În: *Lucrările conferinței științifice cu participare internațională "Solul și Viitorul"*. Chișinău, 2001. p. 75-77.
69. Ungureanu V., Ciumac Ala. Raportul optimal al agro – și ecosistemelor ca măsură de lungă durată pentru lupta cu efectele secetei. În: *Seceta și măsurile complexe de combatere. Rezum. conf. II „Apele Moldovei”*. Chișinău, 1995. p. 24-25.
70. Ursu A. *Degradarea solurilor și deșertificarea*. Sub redacția academicianului. Chișinău: AȘM, 2000. 300 p.
71. Ursu A. Rolul solului în ecologie și economie. În: *Protecția solului. Lucrările conferinței republicane științifico-practice*. Ch.: Pontos, 2005, p. 77-86.
72. Abid M., Lal R. Tillage and drainage impact on soil quality I. Aggregate stability, carbon and nitrogen pools. În: *Soil & Tillage Research*, 2008, no. 100, p. 89-98.

73. Acar M., Çelik I., Günel H. Effects of long-term tillage systems on soil water content and wheat yield under Mediterranean conditions. In: *Journal of New Theory*, 2017, No. 17, p. 98-108.
74. Adem Hatirli S. et. al. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. In: *Renewable Energy*, 2006, No. 31, p. 427-438.
75. Alipour A. et. al. Study and determination of energy consumption to produce conventional rice of the Guilan province. In: *Research in Agricultural Engineering*, 2012, Vol. 58, No. 3, p. 99-106.
76. Andriuca Valentina et. al. Productivity elements in conservative and conventional tillage systems. In: *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2016, Vol. LIX, p. 27-32.
77. Andriuca Valentina et. al. Research of physical-mechanical properties of soil related to earthworms abundance in agricultural background agroecosystems at didactic and experimental station "Chetrosu", Republic of Moldova. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie*, 2012, vol. 55 (2), p. 45-49.
78. Andriuca Valentina, Macrii Lucia, Dubiț Daniela, Melnic Rodica. Conservation soil tillage and environmental issues. In: *Book of abstracts – Prospects for the 3rd millennium agriculture - the 15th international symposium*, Cluj-Napoca, Romania, 2016, No. 3, p. 51.
79. Andriuca Valentina. Researches concerning some elements of agroecological monitoring in Codrilor Plateau from Republic of Moldova. In: *ProEnvironment. Journal of Documentation, Research and Professional Training*, 2013, no. 14 (vol. 6), p. 416 – 421.
80. Aon M.A., Sarena D.E., Burgos J.L., Cortassa S. (Micro)biological, chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management: an assessment of their quality status. In: *Soil & Tillage Research* 2001, no. 60, p. 173-186.
81. Azadegan B., Massah J. Effect of temperature on adhesion of clay soil to steel. In: *Cercetări Agronomice în Moldova*, 2012, vol. XLV, No. 2 (150), p. 21-27.
82. Badalı'kova' B., Hruby'J. Influence of minimum soil tillage on development of soil structure. In: *Soil management for sustainability. Advances in Geoecology*, 2006, vol. 38, Pub.: Catena. p. 430–435.
83. Bone J. et. al. Soil quality assessment under emerging regulatory requirements. In: *Environmental International Journal* 2010, no. 36, p. 609–622.
84. Burbaum U., Sass I. Physics of adhesion of soils to solid surface. In: *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. Publisher: Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 1-9.

85. Burtan Lavinia, Lăcătușu Anca-Rovena, Preda Claudia. Assessment of soil quality in conservative agriculture systems versus conventional agriculture. In: *Lucrări Științifice – seria Agronomie*, 2017, vol. 60(1), p. 79-84.
86. Celik I. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. In: *Soil & Tillage Research*, 2005, no. 83, p. 270-277.
87. Chetan Felicia et. al. Influence of fertilization and soil tillage system on water conservation in soil, production and economic efficiency in the winter wheat crop. In: *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2017, Vol. LX, p. 42-48.
88. Chetan Felicia et. al. Influence of soil tillage upon weeds, production and economical efficiency of corn crop. In: *AgroLife Scientific Journal*, 2016, Volume 5, Number 1, p. 36-43.
89. Chiriac Gh., Jităreanu G. The influence of tillage on some soil physical properties in central–northern area of Moldavian Plateau. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie*, 2012, vol. 55 (2), p. 211-216.
90. Chițoi C., Ciontu C. Effect of soil works on corn production in South East Baragan. In: *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2016, Vol. LIX, p. 45-49.
91. Connolly R.D. Modelling effects of soil structure on the water balance of soil-crop systems: a review. In: *Soil & Tillage Research*, 1998, no. 48, p. 1-19.
92. De Jong E. et. al. Estimating the Atterberg limits of southern Saskatchewan soils from texture and carbon contents. In: *Canadian Journal Soil Science*, 1990, no. 70, p. 543-554.
93. Delgado A., Gomez J. A. The Soil. Physical, Chemical and Biological Properties (Chapter 2). In: *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*. Springer International Publishing, 2016. p. 15-26.
94. Dexter A.R., Czyz E.A., Gate O.P. A method for prediction of soil penetration resistance. In: *Soil & Tillage Research*, 2007, no. 93, p. 412-419.
95. Elarabi H.A. Factors influencing swelling behaviour of expansive soils. In: *BRR Journal*, 2004, no. 6, p. 20-29.
96. Etana A., Hakansson I. Swedish experiments on the persistence of subsoil compaction caused by vehicles with high axle load. In: *Soil & Tillage Research*, 1994, no. 29, p. 167–172.
97. Farshad A., Zinck J.A. Assessing agricultural sustainability using the six-pillar model: Iran as a case study. In: *Gliessman S.R. Agroecosystem sustainability: developing practical strategies*. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 137-152.

98. Feiza V. et. al. Arable layer agro-physical properties indexing in a long-term soil management systems in Lithuania. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie*, 2008, vol. 51 (1), p. 96-104.
99. Ferreras L.A. et. al. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampas" of Argentina. In: *Soil & Tillage Research*, 2000, 54, p. 31-39.
100. Gajiè B. Plasticity of pseudogley soils in UB Community. In: *Journal of Agricultural Science*, 2005, vol. 50 (2), p. 153-159.
101. Gill K.S., Aulakh B.S. Wheat yield and bulk density response to some tillage systems on an Oxisol. In: *Soil & Tillage Research*, 1990, No. 18, p. 37-45.
102. Głab, T., et. al. Effect of crop rotations with triticale (xTriticosecale Wittm.) on soil pore characteristics. In: *Geoderma* 2013, No. 1–7, p. 202–203.
103. Gliessman S.R. *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Chelsea, Mich.: Ann Arbor Press, 1998. 357 p.
104. Gregorich E.G., Carter M.R. Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. In: *Developments in Soil Science*, 1997, No. 25, p. 43-44.
105. Guimaraes R.M.L. et. al. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. In: *Soil & Tillage Research*, 2013, No. 127, p. 92–99.
106. Gunar K. Plastic Properties. In: *Encyclopedia of Soil Science – second edition*, 2006, No. 2, Pub.: Taylor & Francis Group. p. 1311-1313.
107. Gus P., Rusu T., Bogdan I. Factors which impose completing preserving effects of minimum soil tillage systems on arable fields situated on slopes. In: *Soil Minimum Tillage System – 5th International Symposium*. Cluj-Napoca: Risoprint, 2008. p. 155-161.
108. Hajabbasi M.A., Hemmat A. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clay-loam soil in central Iran. In: *Soil & Tillage Research*, 2000, No. 56, p. 205-212.
109. Hao X.Y., Chang C. Effect of 25 annual cattle manure applications on soluble and exchangeable cations in soil. In: *Soil Science*, 2002, No. 167, p. 126–134.
110. Harsono S.S. Tillage implement effects on wet sticky soil. In: *Research Journal of Agricultural Science*, 2011, vol. 43 (4), p. 86-94.
111. Hassan M.M., Gregory P.J. Water transmission properties as affected by cropping and tillage systems. Pak. In: *Soil Science*, 1999, No. 16, p. 29–38.
112. Henrique Moreiraa W. Seasonal changes in soil physical properties under long-term no-tillage. In: *Soil & Tillage Research*, 2016, No. 160, p. 53-64.

113. Hernanz J.L., Peixoto H., Cerisola C., Sanchez-Giron V. An empirical model to predict soil bulk density profiles in field conditions using penetration resistance, moisture content and soil depth. In: Journal of Terramechanics, 2000, No. 37, p. 167-184.
114. Hillel D. Soil and water: physical principles and processes. Pub.: Academic Press, 1971. 288 p.
115. Husnjak S., Filipović D., Kosutić S. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. In: Rostlinna Vyroba, 2002, vol. 48 (6), p. 249-254.
116. Igwe C.A. Shrink-swell potential of flood-plain soils in Nigeria in relation to moisture content and mineralogy. In: International Agrophysics, 2003, No. 17, p. 47-55.
117. Ishaqa M. et. al. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: II. Root growth and nutrient uptake of wheat and sorghum. In: Soil & Tillage Research, 2001, No. 60, p. 153-161.
118. Jitäreanu G. et. al. Studies on the establishment of conservation technologies of tillage mechanization used in wheat crop, under soil specific conditions of the N-E area of Romania. In: Cercetări agronomice în Moldova, USAMV, vol. XLII, nr. 2 (138), 2009. p. 5-16.
119. Jorajuria D., Draghi L., Aragon A. The effect of vehicle weight on the distribution of compaction with depth and the yield of Lolium Trifolium grassland. In: Soil & Tillage Research, 1997, No. 41, p. 1-12.
120. Keller T., Dexter A.R. Plastic limits of agricultural soils as functions of soil texture and organic matter content. <http://www.publish.csiro.au/paper/SR11174.htm>. (vizitat 15.07.2016).
121. Keller T., Hakansson Inge. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. In: Geoderma, 2010, vol. 154 (3-4), p. 398-406.
122. Khan M. A. et. al. The techniques of reducing adhesion and scouring soil by bionic – review of literature. In: Advances in Natural Science, 2010, vol. 3 (2), p. 41-50.
123. Laboski C.A.M. et. al. Soil strength and water content influences on corn root distribution in a sandy soil. In: Plant and Soil, 1998, No. 203, p. 239-247.
124. Lal R. et. al. Long-term tillage and rotation effects on properties of a Central Ohio soil. In: Soil Science Society of America Journal, 1994, No. 58, p. 517-522.
125. Lampurlanés J., Cantero-Martinez C. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. In: Agronomy Journal, 2003, No. 95, p. 526-536.
126. Licht M. A., Al-Kaisi M. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. In: Soil & Tillage Research, 2005, No. 80, p. 233-249.

127. Lu-Quan Ren et. al. Soil adhesion and biomimetics as soil-engaging components: a review. In: J. agric. Engng. Res., 2001, vol. 79 (3), p. 239-263.
128. Macrii Lucia. Comparative evaluation of plasticity and microaggregates content of carbonate chernozem under different anthropic-impact levels. In: Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2016, Vol. LIX, p. 106-109.
129. Mamedov A.I. et. al. Wetting rate and sodicity effects on interrill erosion from semi-arid Israeli soils. In: Soil & Tillage Research, 2002, No. 68, p. 121–132.
130. Martens D.A. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. In: Soil Biology and Biochemistry, 2000, No. 32, p. 361–369.
131. Mbagwa J. S. C., Abeh O. G. Prediction of engineering properties of tropical soils using intrinsic pedological parameters. In: Soil Science, 1998, No. 163, p. 93-102.
132. Mbagwu J.S.C. Evaluation of shrink-swell potential of soils by two procedures. In: Pedologie, 1992, vol. XLII-1, p. 69–82.
133. McBride R.A. Atterberg limits. In: Methods of Soil Analysis Part 4. Physical Methods (Soil Science Society of America Book Series, Vol. 5) by Dane J. H., Topp G. C. USA, 2002. p. 389 -398.
134. Moraes M. T. et. al. Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic eutrudox. In: Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2014, No. 38, p. 288-298.
135. Moraru Paula Ioana et. al. Effect of different tillage systems on soil properties and production on wheat, maize and soybean crop. In: Lucrări științifice – seria Agronomie, 2011, vol. 54 (2), p. 258-262.
136. Moraru Paula Ioana, Rusu T. Soil tillage conservation and its effect on soil organic matter, water management and carbon sequestration. In: Journal of Food, Agriculture & Environment, 2010, vol. 8 (3-4), p. 309-312.
137. Munkholm L.J. et. al. Aggregate strength and mechanical behaviour of a sandy loam soil under longterm fertilization treatments. In: European Journal of Soil Science, 2002, No. 53, p. 129–137.
138. Nagacevschi Tatiana, Grițcan S. The alternation of various tillage methods and maintenance of soil under orchards. In: Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2015, Vol. LVIII, p. 92-94.
139. Newell-Price J.P. et. al. Visual soil evaluation in relation to measured soil physical properties in a survey of grassland soil compaction in England and Wales. In: Soil & Tillage Research, 2013, No. 127, p. 65–73.

140. Niewczas J., Witkowska-Walczak Barbara. Index of soil aggregates stability as linear function value of transition matrix elements. In: Soil & Tillage Research, 2003, No. 70, p. 121-130.
141. Niewczas J., Witkowska-Walczak Barbara. The soil aggregates stability index (ASI) and its extreme values. In: Soil & Tillage Research, 2005, No. 80, p. 69-78.
142. Osunbitan J.A., Oyedele D.J., Adeklu K.O. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sandy soil in southwestern Nigeria. In: Soil & Tillage Research, 2005, No. 82, p. 57-64.
143. Oussible M., Crookston P.K., Larson W.E. Subsurface compaction reduces the root and shoot growth and grain yield of wheat. In: Agronomy Journal, 1992, No. 84, p. 34-38.
144. Pabin J. et. al. Critical soil bulk density and strength for pea seedling root growth as related to other soil factors. In: Soil & Tillage Research, 1998, No. 46, p. 203-208.
145. Pimentel D. et. al. Biofuel impacts on world food supply: use of fossil fuel, land and water resources. In: Energies, 2008, No. 1, p. 41-78.
146. Pimentel D., Pimentel M. Food, Energy and Society. University Press of Colorado, 1996. p. 118-143.
147. Pimentel D., Pimentel Marcia H., Energy, Food and Society. Third Edition. Publisher: CRCPress, Taylor and Francis Group, 2008. 380 p.
148. Plante A.F., McGill W.B. Soil aggregate dynamics and the retention of organic matter in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies. In: Soil & Tillage Research, 2002, No. 66, p. 79-92.
149. Pulido Moncada M. et. al. Visual examinations and soil physical and hydraulic properties for assessing soil structural quality of soils with contrasting textures and land uses. In: Soil & Tillage Research, 2014, No. 140, p. 20-28.
150. Răus L. et. al. The effect of different soil tillage systems on soil physical characteristics and crop yield in maize and winter wheat crops from the Moldavian Plain, Romania. In: Lucrări științifice – seria Agronomie, 2008, Vol. 51 (2), p. 287-294.
151. Răus L., Jităreanu G., Ailincăi C. Influence of different tillage systems on the physical properties of soil and yield of main crops from the Moldavian Plain. In : Sisteme de lucrări minime ale solului (Al 5-lea simpozion cu participare internațională). Cluj-Napoca: Risoprint, 2008. p. 86-98.
152. Riley H.C.F. et. al. Effects of alternative tillage systems on soil quality and yield of spring cereals on silty clay loam and sandy loam soils in the cool, wet climate of central Norway. In: Soil & Tillage Research, 2005, No. 80, p. 79-93.

153. Rurac M. Influence of soil tillage systems upon physical and biological proprieties of the soil in the long term field experiments. In: Proenvironment. Soil minimum tillage systems: the 7th inter. sympos., 2013, Vol. 6, no. 14, p. 190-193.
154. Sasal M.C., Castiglioni M.G., Wilson M.G. Effect of crop consequences on soil properties and runoff on natural-rainfall erosion 132ndicia132t132r no tillage. In: Soil & Tillage Research, 2010, No. 108, p. 24–29.
155. Senicovscaia Irina, Filipchiuk V., Tsintsari Alina. Impact of different soil tillage practices on biota of chernozems in the Northern zone of the Republic of Moldova. In: Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2015, Vol. LVIII, p. 95-100.
156. Seybold Cathy A. et. al. Linear Regression models to estimate soil liquid limit and plasticity index from basic soil properties. In: Soil Science, 2008, vol. 173 (1), p. 25-34.
157. Sfetcu I.C., Marin D. I., Sfetcu Elena Loredana. Influence of soil tillage upon the yield of several semi-late maize hybrids grown at Moara Domneasă – Ilfov. In: Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2016, Vol. LIX, p. 144-148.
158. Shainberg I., et. al. Aggregate size and seal properties. In: Soil Science, 1997, vol. 162 (7), p. 470-478.
159. Shang C., Tiessen H. Soil organic carbon sequestration and stabilization in karstic soils of Yucatan. In: Biogeochemistry, 2003, No. 62, p. 177-196.
160. Sidiras N. et. al. Effect of tillage system and fertilization on physical properties of soil in the seedbed and on seedling emergence of winter barley. In: Journal of Agro Crop Science, 2000, No. 184, p. 287-296.
161. Simansky V. et. al. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates. In: Soil & Tillage Research, 2008, No. 100, p. 125-132.
162. Šimanský V., Polláková N., Jonczak J. Is better minimum than standard mouldboard ploughing tillage from viewpoint of the pore-size distribution and soil water retention characteristic changes ? In: Cercetări Agronomice în Moldova, 2016, Vol. XLIX, No. 3 (167), p. 17-26.
163. Simon J.J. et. al. Comparison of shrink-swell potential of seven ultisols and one alfisol using two different COLE techniques. In: Soil Science, 1987, No. 143, p. 50–55.
164. Smith C.W. et. al. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. In: Geoderma, 1985, No. 35, p. 47-65.

165. Smith C.W. et. al. The effect of soil compaction and soil physical properties on the mechanical resistance of South African forestry soils. In: *Geoderma*, 1997, No. 78, p. 93–111.
166. Sojka R.E. et. al. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield. In: *Soil & Tillage Research*, 1997, No. 40, p. 125-144.
167. Strudley M.W., Green T.R., Ascough II J.C. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: state of the science. In: *Soil & Tillage Research*, 2008, No. 99, p. 4–48.
168. Thomas P.J. et. al. An expansive soil index for predicting shrink-swell potential. In: *Soil Science Society American Journal*, 2000, No. 64, p. 268–274.
169. Tisdall J. M., Oades J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. In: *Soil Science*, 1982, No. 33, p. 141-163.
170. Topa D. et. al. Impact of plowing on some soil physical properties under hybrid seed corn production. In: *Soil minimum tillage systems: the 7th international symposium*, 2013, Vol. 6, No. 14, p. 183-186.
171. Topa D. et. al. Soil compaction influence of winter wheat yield and soil physical properties. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie*, 2011, vol. 54 (2), p. 306-310.
172. Topa D. et. al. Tillage effects on soil structure and grain yield of maize. In: *Lucrări științifice (Agronomie)*, 2012, vol. 55 (2), p. 237-240.
173. Topa D., Răus L., Cara M., Jităreanu G. The modification of physical properties of a cambic chernozem under conventional and conservative tillage. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie*, 2008, vol. 51 (nr. 2), p. 295-300.
174. Vach M., Stražil Z., Javůrek M. Economic efficiency of selected crops cultivated under different technology of soil tillage. In: *Scientia agriculturae bohemia*, 2016, 47 (1), p. 40–46.
175. Van den Akker J.J.K., Canarache A. Concerted Actions on Subsoil Compaction on Western Countries and on Subsoil Compaction in Central and Eastern European Countries. In: *Experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Community*. Printed at: SLU REPRO, 2000. p. 7-19.
176. Vaz C.M.P. et. al. Scaling the dependency of soil penetration resistance on water content and bulk density of different soils. In: *Soil Science Society of America Journal*, 2013, No. 77, p. 1488-1495.
177. Vaz Carlos M.P. et. al. Modeling and correction of soil penetration resistance for varying soil water content. In: *Geoderma*, 2011, No. 166, p. 92-101.

178. Vermeulen G. D. et. al. effect of straight and spiral sugar beet extraction on paths and lift acceleration on soil tare and relative soil adherence. In: Netherlands Journal of Agricultural Science, 1997, vol. 45 (1), p. 163-169.
179. Viana R. M. et. al. Soil quality indicators for different restoration stages on Amazon rainforest. In: Soil & Tillage Research, 2014, No. 140, p. 1-7.
180. Whalley W.R. et. al. The effect of soil strength on yield of wheat. In: Plant and Soil, 2008, No. 306, p. 237-247.
181. Whalley W.R., To J., Kay B.D., Whitmore A.P. Prediction of the penetrometer resistance of soils with models with few parameters. In: Geoderma, 2007, No. 137, p. 370-377.
182. Yilmaz I. Indirect estimation of the swelling percent and a new classification of soils depending on liquid limit and cation exchange capacity. In: Engineering Geology, 2006, No. 85, p. 295-301.
183. Zhang X.C., Norton L.D. Effect of exchangeable Mg on saturated hydraulic conductivity, disaggregation and clay dispersion of disturbed soils. In: Journal of Hydrology, 2002, No. 260, p. 194–205.
184. Агрофизические методы исследования почв. Москва: Наука, 1966. 260 с.
185. Агрохимические методы исследования почв. Москва: Наука, 1965. 485 с.
186. Андриука Валентина. Физико – механические свойства почв Молдовы. Автореф. дисс. кандидата с.-х. наук. Минск, 1990. 18 с.
187. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: Изд-во МГУ, 1970. 487с.
188. Атаманюк, А.К. и др. Физические и мелиоративные свойства почв Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1977. 70 с.
189. Бахтин, П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. Москва: Колос, 1969. 271 с.
190. Вадюнина А.Ф. Динамика липкости различных почв в зависимости от влажности и культурного состояния почвы. В: Почвоведение, 1939, № 8, с. 24-26.
191. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Москва: Агропромиздат, 1986. 206 с.
192. Васильев А. М. Исследование физических свойств почвы. Учебное пособие под общей редакцией академика Н.А. Димо. Кишинев: Госуд. Изд. Молдавии, 1952. 299 с.
193. Доспехов Б. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

194. Дубовик Е.В. Структурное состояние чернозема типичного в агроландшафте. В: Черноземы центральной России: генезис, география, эволюция. Материалы конф. 25-28 мая. Воронеж, 2004. с. 273-278.
195. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Москва: АН СССР, 1958. 192с.
196. Кирилюк В.П., Бор Д. М. Изменение плодородия карбонатного чернозема при разных способах окультуривания. In: Cernoziomurile Moldovei – evoluția protecția și restabilirea fertilității lor. Conf. șt. cu part. intern., dedicată aniversării a 60 ani de la fondarea Inst. de Pedologie, Agrochimie și Protecție a solului „Nicolae Dimo”. Chișinău, 2013, p. 203-204.
197. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. Москва: Колос, 2000. 416 с.
198. Корчагин А.А., Мазиров М.А., Шушкевич Н.И. Физика почв. Лабораторный практикум. Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. 99 с.
199. Кузнецова И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств. В: Почвоведение 1979, № 3, с. 81-88.
200. Кузнецова И.В. Современные тенденции эволюции физических свойств черноземах Средне-Русской провинции лесостепной зоны. В: Черноземы центральной России: генезис, география, эволюция. Мат. конф. посв. 100-летию со дня рождения основателя Воронежской школы почвоведов Прокопия Гавриловича Адерикина. Воронеж, 2004, с. 288-292.
201. Медведев В.В. Агро – и экофизика почв. Харьков: ООО “Полосатая типография”, 2015. 312 с.
202. Модина С., Долгов С.И., Бахтин П.У. Сложение и структурное состояние почвы. В: Агрофизические методы исследования почв. Москва: Наука, 1966. с. 42-71.
203. Переверзин В. Минимальная обработка почвы: плюсы и минусы. В: Аграрное обозрение, 2016, № 3 (55), с. 40-41.
204. Почвы Молдавии (Том 1). Кишинев: Штиинца, 1984. с. 140-145.
205. Пугачев Е. Роль компонентов органического вещества в оптимизации физических свойств светло-серых лесных почв пахотных угодий. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Нижний Новгород, 2007. 145 с. <http://www.dissercat.com/content/rol-komponentov-organicheskogo-veshchestva-v-optimizatsii-fizicheskikh-svoistv-svetlo-serykh> [vizitat 10.09.2015].
206. Ревут И. Б., Роде А. А. Методическое руководство по изучению почвенной структуры. Издательство «Колос», Ленинград, 1969. с. 79-81.

207. Сергеев Е. М. Грунтоведение. Москва: МГУ, 1973. 367 с.
208. Уткаева В.Ф., Сапожников П.М. Характеристика поверхности твердой фазы черноземов Центральной России при внесении удобрений. В: Черноземы центральной России: генезис, география, эволюция. Мат. конф. посв. 100-летию со дня рождения основателя Воронежской школы почвоведов Прокопия Гавриловича Адерикина. Воронеж, 2004, с. 311-315.
209. Хабаров А.В., Яскин А.А. Почвоведение. Москва: Колос, 2001. 232 с.
210. Хайдапова Д.Д., Каменецкая О.В. О влиянии органического вещества на набухание и пластическую прочность чернозема типичного Курской области. В: Черноземы центральной России: генезис, география, эволюция. Мат. конф. посв. 100-летию со дня рождения основателя Воронежской школы почвоведов Прокопия Гавриловича Адерикина. Воронеж, 2004, с. 315-318.
211. Черникова В.А., Чекерес А.И. Агроэкология. Москва: Колосс, 2000. 521 с.
212. Шеин Е.В. Курс физики почв: Учебник. Москва: МГУ, 2005. 432 с.
213. Шеин Е.В., Карпачевский Л.О. и др. Теории и методы физики почв. Москва: Гриф и К, 2007. 616 с.

ANEXE

Condițiile meteorologice în anii de cercetare

Tabelul A 1.1. Condițiile meteorologice în SDE "Chetrosu", r. Anenii-Noi în anul agricol 2008 – 2009

Lunile anului	Temperatura aerului, ° C			Precipitațiile atmosferice, mm		
	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală
Septembrie	14,9	16,2	-1,3	63,0	42,2	+20,8
Octombrie	11,2	9,2	+2,0	27,9	29,5	-1,6
Noiembrie	5,0	4,4	+0,6	17,2	38,9	-21,7
Total toamnă	10,4	10,2	+0,2	108,1	110,6	-2,5
Decembrie	2,1	-0,3	+2,4	54,5	34,4	+20,1
Ianuarie	-1,1	-2,6	-1,5	17,5	28,5	-11,0
Februarie	2,1	-1,3	+3,4	7,2	29,8	-22,6
Total iarnă	1,0	-1,4	+2,4	79,2	92,7	-13,5
Martie	5,0	3,0	+2,0	58,2	24,3	+33,9
Aprilie	10,9	10,4	+0,5	2,8	33,0	-30,2
Mai	16,9	16,3	+0,6	22,7	48,8	-26,1
Total primăvară	10,9	9,9	+1,0	83,7	106,1	-22,4
Iunie	21,4	19,9	+1,5	36,0	71,9	-35,9
Iulie	24,0	21,8	+2,2	83,4	58,4	+25
August	21,7	21,1	+0,6	26,0	51,3	-25,3
Total vară	22,4	20,9	+1,5	145,4	181,6	-36,2
Total an agricol	11,2	9,9	+1,3	416,4	492,0	-75,6

Tabelul A 1.2. Condițiile meteorologice în SDE ”Chetrosu”, r. Anenii-Noi în anul agricol 2009 – 2010

Lunile anului	Temperatura aerului, ° C			Precipitațiile atmosferice, mm		
	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală
Septembrie	17,3	16,2	+1,1	28,3	42,2	-13,9
Octombrie	11,6	9,2	+2,4	30,8	29,5	+1,3
Noiembrie	9,0	4,4	+4,6	8,3	38,9	-30,6
Total toamnă	12,6	10,2	+2,4	67,4	110,6	-43,2
Decembrie	-0,5	-0,3	+0,2	66,7	34,4	+32,3
Ianuarie	-4,1	-2,6	+1,5	57,8	28,5	+29,3
Februarie	0,4	-1,3	+1,7	53,6	29,8	+23,8
Total iarnă	-1,4	-1,4	0	178,1	92,7	+85,4
Martie	4,0	3,0	+1,0	16,8	24,3	-7,5
Aprilie	10,8	10,4	+0,4	31,0	33,0	-2,0
Mai	17,0	16,3	+0,7	62,3	48,8	+13,5
Total primăvară	10,6	9,9	+0,7	110,1	106,1	+4,0
Iunie	21,0	19,9	+1,1	47,0	71,9	-24,9
Iulie	23,8	21,8	+2,0	71,3	58,4	+12,9
August	24,6	21,1	+3,5	61,5	51,3	+10,2
Total vară	23,1	20,9	+2,2	179,8	181,6	-1,8
Total an agricol	11,2	9,9	+1,3	535,4	492,0	+43,4

Tabelul A 1.3. Condițiile meteorologice în SDE ”Chetrosu”, r. Anenii-Noi în anul agricol 2013 – 2014

Lunile anului	Temperatura aerului, ° C			Precipitațiile atmosferice, mm		
	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală	media	media multianuală 1881-2003	± față de media multianuală
Septembrie	15,8	16,2	-0,4	79,5	42,2	+37,3
Octombrie	10,8	9,2	+1,6	0	29,5	-29,5
Noiembrie	9,3	4,4	+4,9	30,9	38,9	-8,0
Total toamnă	12,0	10,2	+1,8	110,4	110,6	-0,2
Decembrie	-2,1	-0,3	+1,8	0	34,4	-34,4
Ianuarie	-0,6	-2,6	-2,0	55,9	28,5	+27,4
Februarie	-0,1	-1,3	-1,2	5,8	29,8	-24,0
Total iarnă	-0,9	-1,4	-0,5	61,7	92,7	-29,0
Martie	9,3	3,0	+6,3	9,8	24,3	-14,5
Aprilie	12,6	10,4	+2,2	21,4	33,0	-11,6
Mai	17,5	16,3	+1,2	64,2	48,8	+15,4
Total primăvară	13,1	9,9	+3,2	95,4	106,1	-10,7
Iunie	19,9	19,9	0	44,9	71,9	-27,0
Iulie	24,1	21,8	+2,3	59,1	58,4	+0,7
August	22,6	21,1	+1,5	58,7	51,3	+7,4
Total vară	22,2	20,9	+1,3	162,7	181,6	-18,9
Total an agricol	11,6	9,9	+1,7	430,2	492,0	-61,8

Tabelul A 1.4 Distribuirea depunerilor atmosferice în perioada rece și caldă a anului agricol

Lunile anului	Media multianuală 1881- 2003		2008-2009		2009-2010		2013-2014	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
X – III	185,4	38	182,5	48	234,0	44,4	102,4	27
IV – IX	305,6	62	199,2	52	293,1	55,6	271,3	73
Σ	491,0	100	381,7	100	527,1	100	373,7	100

Tabelul A 1.5 Calculul CHT după Seleaninov

Anul agricol – perioada de vegetație	Luna și numărul de zile		Media lunară a temperaturii aerului, °C	Σt^0 pe lună	Σ depunerilor atmosferice pe luni, mm	CHT
Media multianuală la SDE „Chetrosu” UASM, 1881-2003	III	31	3,0	93,0	24,3	2,61
	IV	30	10,4	312	33,0	1,06
	V	31	16,3	505,3	48,8	0,97
	VI	30	19,9	597,0	71,9	1,20
	VII	31	21,8	675,8	58,4	0,86
	VIII	31	21,1	654,1	51,3	0,78
CHT în perioada de vegetație						1,2
2008-2009	III	31	5,0	155,0	58,2	3,75
	IV	30	10,9	327,0	2,8	0,08
	V	31	16,8	520,8	22,7	0,49
	VI	30	21,4	642,0	36,0	0,56
	VII	31	24,0	744,0	83,4	1,12
	VIII	31	21,7	672,7	26,0	0,39
CHT în perioada de vegetație						1,1
2009-2010	III	31	4,0	124,0	16,8	1,35
	IV	30	10,8	324,0	31,0	0,96
	V	31	17,0	527,0	62,3	1,18
	VI	30	21,0	630,0	47,0	0,75
	VII	31	23,8	737,8	71,3	0,97
	VIII	31	24,6	762,6	61,5	0,81
CHT în perioada de vegetație						1,0
2013-2014	III	31	9,3	288,3	9,8	0,34
	IV	30	12,6	378,0	21,4	0,57
	V	31	17,5	542,5	64,2	1,18
	VI	30	19,9	597,0	44,9	0,75
	VII	31	24,1	747,1	59,1	0,79
	VIII	31	22,6	700,6	58,7	0,84
CHT în perioada de vegetație						0,75

Tabelul A 1.6 Devierile coeficientului hidrotermic de la media multianuală
pentru lunile martie – august

Anul agricol	Lunile	CHT	Devieri, $\pm$
Media multianuală la SDE „Chetrosu” UASM, 1881-2003	martie	2,61	-
	aprilie	1,06	-
	mai	0,97	-
	iunie	1,20	-
	iulie	0,86	-
	august	0,78	-
2008-2009	martie	3,75	+ 1,14
	aprilie	0,08	- 0,98
	mai	0,43	- 0,48
	iunie	0,56	- 0,64
	iulie	1,12	+ 0,26
	august	0,39	- 0,39
2009-2010	martie	1,35	- 1,26
	aprilie	0,96	- 0,10
	mai	1,18	+ 0,21
	iunie	0,75	- 0,45
	iulie	0,97	+ 0,11
	august	0,81	+ 0,03
2013-2014	martie	0,34	- 2,27
	aprilie	0,57	- 0,49
	mai	1,18	+ 0,21
	iunie	0,75	- 0,45
	iulie	0,79	+ 0,07
	august	0,84	+ 0,06

2. Caracteristica fizico-chimică generală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme

Tabelul A 2.1 Proprietățile fizico-chimice ale orizonturilor arabile și subarabile ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu mazăre (Câmpul 1), în funcție de lucrare și fondul de îngrășăminte (postacțiunea), martorul 2, anul 2009

Agrofond	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Arătură, îngrășăminte verzi+NPK	0-10	3,66	2,63	22,3	5,3	27,6	1,1	7,6	62,51	37,49
	10-20	3,52	2,56	22,4	5,0	27,4	1,3	7,7	62,77	37,23
	20-30	3,30	2,45	22,0	4,9	26,9	1,5	7,9	63,07	36,93
	30-40	3,23	1,97	21,8	4,9	26,7	2,0	7,9	63,23	36,77
	40-50	3,16	1,83	21,8	4,7	26,5	3,5	8,0	63,52	36,48
	50-60	3,09	1,62	21,7	4,5	26,2	5,1	8,1	63,64	36,36
Arătură, gunoi de grajd	0-10	3,66	2,71	22,1	5,1	27,2	1,1	7,5	63,96	36,04
	10-20	3,59	2,62	22,1	4,9	27,0	1,3	7,7	64,08	35,92
	20-30	3,52	2,49	22,0	4,6	26,6	1,5	7,8	64,21	35,79
	30-40	3,37	2,37	22,0	4,4	26,4	2,9	7,9	64,26	35,79
	40-50	3,23	1,86	22,0	3,9	25,9	5,7	8,1	64,67	35,74
	50-60	3,09	1,51	21,9	3,7	25,6	7,3	8,2	65,08	35,33
Paraplow, gunoi de grajd	0-10	3,52	2,63	21,1	4,9	26,0	0,9	7,5	65,88	34,12
	10-20	3,44	2,54	21,1	4,7	25,8	1,1	7,6	66,15	33,85
	20-30	3,37	2,36	21,4	4,2	25,6	1,3	7,7	66,39	33,61
	30-40	3,30	1,96	20,9	4,0	24,9	2,0	7,7	66,96	33,04
	40-50	3,23	1,77	20,9	3,8	24,7	2,9	7,8	66,85	33,15
	50-60	3,16	1,43	20,8	4,0	24,8	4,2	8,0	67,04	32,96

Tabelul A 2.1 (continuare)

Agrofond	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Paraplow, îngrășăminte verzi+NPK	0-10	3,59	2,68	21,3	5,1	26,4	1,1	7,7	64,58	35,42
	10-20	3,52	2,61	20,4	5,0	25,4	1,5	7,8	65,09	34,91
	20-30	3,37	2,47	20,2	4,7	24,9	2,4	7,8	65,04	34,76
	30-40	3,23	2,21	20,2	4,4	24,6	3,1	7,9	66,12	33,88
	40-50	3,02	1,89	19,7	4,2	23,9	4,0	8,0	65,34	34,66
	50-60	2,95	1,46	19,5	3,9	23,4	5,1	8,1	65,58	34,42

Tabelul A 2.2 Proprietățile fizico-chimice ale cernoziomului carbonatic sub influența agrocenozelor din asolament și cultura permanentă a porumbului, martorul 1, varianta – arătură, gunoi de grajd, anul 2010

Cultura	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Grâu de toamnă (câmpul 1)	0-10	3,39	2,99	23,2	4,4	27,6	1,2	7,5	65,24	34,76
	10-20	3,25	2,87	22,9	4,9	27,8	1,8	7,6	65,78	34,22
	20-30	3,18	2,77	23,0	4,0	27,0	2,5	7,6	65,93	34,07
	30-40	3,00	2,62	22,6	3,9	26,5	3,0	7,8	65,32	34,68
	40-50	2,86	2,43	22,4	4,0	26,4	4,6	7,8	65,11	34,89
	50-60	2,65	2,22	22,0	4,2	26,2	5,7	8,0	66,03	33,97
Mazăre (câmpul 4)	0-10	3,23	3,28	23,1	4,1	27,2	1,3	7,5	65,74	34,26
	10-20	3,16	3,19	23,0	3,9	26,9	2,0	7,6	66,12	33,88
	20-30	3,09	2,99	22,8	4,2	27,0	2,9	7,8	66,34	33,66
	30-40	3,02	2,78	22,2	4,4	26,6	3,7	7,9	65,76	34,24
	40-50	2,88	2,41	22,6	3,9	26,5	4,4	7,9	65,09	34,91
	50-60	2,67	1,93	22,2	3,7	25,9	5,3	8,0	66,44	33,56
Porumb 2 (câmpul 5)	0-10	3,52	2,98	23,1	5,1	28,2	1,1	7,6	64,11	35,89
	10-20	3,44	2,87	23,2	5,6	28,8	1,5	7,7	63,98	36,02
	20-30	3,37	2,75	23,0	4,9	27,9	2,0	7,7	64,22	35,78
	30-40	3,30	2,68	22,9	4,7	27,6	3,3	7,8	63,85	36,15
	40-50	2,74	2,57	22,5	4,9	27,4	6,2	8,0	64,19	35,81
	50-60	2,60	2,24	21,9	5,1	27,0	7,7	8,2	64,76	35,24
Lucernă I-an (câmpul 7)	0-10	3,59	3,17	22,9	5,3	28,2	1,3	7,6	62,13	37,87
	10-20	3,52	3,02	23,0	4,9	27,9	1,8	7,7	62,31	37,69
	20-30	3,44	2,79	22,8	4,7	27,5	2,0	7,8	63,76	36,24
	30-40	3,30	2,43	22,4	4,4	26,8	2,4	7,8	63,39	36,61
	40-50	3,16	1,96	22,0	3,9	25,9	4,0	7,9	64,04	35,96
	50-60	2,95	1,73	22,2	4,1	26,3	5,7	8,1	63,51	36,49

Tabelul A. 2.2. (continuare)

Cultura	Adâncimea (cm)	Apa higroscopică (%)	Humus (%)	Cationii schimbabili, me/100g sol			Carbonați (%)	pH _{H2O}	Particule (mm, %)	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	ΣCa ⁺⁺ +Mg ⁺⁺			>0,01	< 0,01
Porumb în cultură permanentă (câmpul 3)	0-10	3,37	3,03	22,7	3,9	26,6	0	6,8	65,33	34,67
	10-20	3,30	2,98	22,8	4,1	26,9	0	6,9	66,09	33,91
	20-30	3,23	2,87	22,7	4,3	27,0	1,8	7,6	65,98	34,02
	30-40	3,09	2,79	22,5	4,0	26,5	2,4	7,7	65,39	34,61
	40-50	2,95	2,68	22,0	3,9	25,9	3,5	7,8	66,86	33,14
	50-60	2,74	2,61	21,7	3,7	25,4	4,8	7,9	67,02	32,98

Anexa 3.

Corelații stabilite privind proprietățile agrofizice ale solului

Tabelul A 3.1 Raportul corelativ între rezistența la penetrarea și densitatea aparentă a solului agroecosistemelor cu grâu de toamnă – faza de înspicare (martorul 2), anul agricol 2008-2009

Agrofond	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		Rezistența la penetrarea, kgf/cm^2 , (X)	Densitatea aparentă, g/cm^3 , (Y)			
Arătură, îngrășămintे verzi + NPK	0-10	8,9	1,24	0,73±0,15	4,87	$t_r > t_{st}$
	10-20	14,4	1,27			
	20-30	22,0	1,30			
	30-40	28,4	1,32			
	40-50	21,4	1,33			
	50-60	25,0	1,37			
Arătură, gunoi de grajd	0-10	4,2	1,14			
	10-20	11,4	1,29			
	20-30	21,8	1,33			
	30-40	29,6	1,33			
	40-50	21,6	1,30			
	50-60	23,4	1,30			
Paraplow, gunoi de grajd	0-10	3,5	1,03			
	10-20	23,0	1,17			
	20-30	24,2	1,26			
	30-40	27,8	1,31			
	40-50	29,6	1,28			
	50-60	29,0	1,31			
Paraplow, îngrășămintे verzi + NPK	0-10	10,6	1,17			
	10-20	30,4	1,27			
	20-30	30,0	1,35			
	30-40	25,6	1,33			
	40-50	21,0	1,30			
	50-60	24,6	1,31			
* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 22 este 2.07. Raport corelativ pozitiv mediu, statistic veridic.						

Tabelul A 3.2 Raportul corelativ între rezistența la penetrarea și densitatea aparentă a solului agroecosistemelor cu mazăre – faza legatul păstăilor, anul agricol 2008-2009

Agrofond	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		Rezistența la penetrarea, kgf/cm^2 , (X)	Densitatea aparentă, g/cm^3 , (Y)			
Arătură, îngrășăminte verzi + NPK	0-10	4,3	1,16	0,67±0,16	4,19	$t_r > t_{st}$
	10-20	25,6	1,23			
	20-30	24,2	1,33			
	30-40	24,0	1,38			
	40-50	27,2	1,30			
	50-60	23,8	1,32			
Arătură, gunoi de grajd	0-10	5,8	1,22			
	10-20	7,8	1,33			
	20-30	22,8	1,30			
	30-40	22,4	1,31			
	40-50	22,6	1,25			
	50-60	21,2	1,31			
Paraplow, gunoi de grajd	0-10	3,1	1,08			
	10-20	6,6	1,18			
	20-30	15,0	1,18			
	30-40	17,8	1,36			
	40-50	22,2	1,30			
	50-60	21,0	1,31			
Paraplow, îngrășăminte verzi + NPK	0-10	3,6	1,17			
	10-20	20,2	1,24			
	20-30	28,0	1,31			
	30-40	31,8	1,26			
	40-50	28,6	1,32			
	50-60	28,0	1,31			
* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 22 este 2,07. Raport corelativ pozitiv mediu, statistic veridic.						

4. Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme

Tabelul A 4.1 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu culturi permanente, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidrostabile (numitor), %											Coeficientul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10-0,25 (a)	Suma >10+< 0,25 (b)			
Pârloagă (55 ani)														
0-10	<u>6,0</u> -	<u>5,2</u> -	<u>9,8</u> 9,7	<u>13</u> 9,3	<u>28,7</u> 20,7	<u>20,8</u> 14,7	<u>4,4</u> 8,5	<u>6,9</u> 9,8	<u>5,2</u> 27,3	<u>88,8</u> 72,7±2,15	<u>11,2</u> 27,3	<u>7,9</u> 2,7	foarte bună	foarte mare
10-20	<u>28,9</u> -	<u>11,3</u> -	<u>12,3</u> 6,2	<u>10,9</u> 7,1	<u>18,1</u> 17,8	<u>11,1</u> 17,0	<u>2,2</u> 9,5	<u>2,7</u> 11,2	<u>2,5</u> 31,2	<u>68,6</u> 68,8±0,44	<u>31,4</u> 31,2	<u>2,2</u> 2,2	bună	bună
20-30	<u>18,8</u> -	<u>10,6</u> -	<u>13,1</u> 6,0	<u>11</u> 5,4	<u>22,5</u> 12,8	<u>15,1</u> 15,4	<u>2,6</u> 10,8	<u>3,6</u> 12,5	<u>2,7</u> 37,1	<u>78,5</u> 62,9±0,83	<u>21,5</u> 37,1	<u>3,6</u> 1,7	bună	bună
30-40	<u>18,7</u> -	<u>8,8</u> -	<u>9,2</u> 0,8	<u>10,1</u> 1,9	<u>23,4</u> 7,9	<u>18,0</u> 15,4	<u>3,4</u> 12,7	<u>5,1</u> 16,0	<u>3,3</u> 45,3	<u>78,0</u> 54,7±0,61	<u>22,0</u> 45,3	<u>3,5</u> 1,2	bună	mijlocie
40-50	<u>15,2</u> -	<u>6,1</u> -	<u>8,8</u> 0,7	<u>9,2</u> 1,7	<u>22,5</u> 7,2	<u>21,2</u> 14,4	<u>4,7</u> 10,8	<u>7,1</u> 15,9	<u>5,2</u> 49,3	<u>79,6</u> 50,7±2,56	<u>20,4</u> 49,3	<u>3,9</u> 1,0	bună	mijlocie
50-60	<u>24,8</u> -	<u>6,8</u> -	<u>7,1</u> 0,6	<u>7,2</u> 0,6	<u>20,7</u> 4,6	<u>17,7</u> 9,5	<u>4,5</u> 11,4	<u>5,9</u> 15,3	<u>5,3</u> 58,0	<u>69,9</u> 42,0±3,49	<u>30,1</u> 58,0	<u>2,3</u> 0,7	bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)										5,0				

Tabelul A 4.1. (continuare)

Adâncimea,cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), %											Coeficientul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10- 0,25 (a)	Suma >10+ < 0,25 (b)			
Lucerna monocultură (55 ani)														
0-10	<u>45,2</u> -	<u>11,9</u> -	<u>7,4</u> 0,6	<u>4,8</u> 0,7	<u>8,7</u> 1,2	<u>10,1</u> 1,8	<u>2,8</u> 6,1	<u>4,4</u> 21,9	<u>4,7</u> 67,7	<u>50,1</u> 32,3±2,83	<u>49,9</u> 67,7	<u>1</u> 0,5	mijlocie	mică
10-20	<u>27,5</u> -	<u>10,4</u> -	<u>9,6</u> -	<u>8,6</u> 0,4	<u>15,5</u> 1,1	<u>16,1</u> 2,2	<u>4,1</u> 7,3	<u>4,9</u> 17,3	<u>3,3</u> 71,7	<u>69,2</u> 28,3±2,77	<u>30,8</u> 71,7	<u>2,2</u> 0,4	bună	mică
20-30	<u>23,8</u> -	<u>9,5</u> -	<u>9,9</u> -	<u>9,6</u> 0,3	<u>20,2</u> 0,6	<u>15,1</u> 6	<u>3</u> 17,3	<u>4,3</u> 26,2	<u>4,6</u> 49,6	<u>71,6</u> 50,4±6,79	<u>28,4</u> 49,6	<u>2,5</u> 1	bună	mijlocie
30-40	<u>32</u> -	<u>10,4</u> -	<u>9,9</u> 0,1	<u>7,9</u> 0,1	<u>17,2</u> 0,6	<u>13,1</u> 5,4	<u>2,8</u> 11,5	<u>3,4</u> 22,7	<u>3,3</u> 59,6	<u>64,7</u> 40,4±1,23	<u>35,3</u> 59,6	<u>1,8</u> 0,7	bună	mică
50-60	<u>30,6</u> -	<u>11,7</u> -	<u>10,3</u> -	<u>7,4</u> 0,1	<u>17,5</u> 0,6	<u>13</u> 4,3	<u>2,4</u> 12,4	<u>3,6</u> 19,2	<u>3,5</u> 63,4	<u>65,9</u> 36,6±0,23	<u>34,1</u> 63,4	<u>1,9</u> 0,6	bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)										9,2				

Tabelul A 4.1. (continuare)

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidrostabile (numitor), %											Coeficient ul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10-0,25 (a)	Suma >10+ < 0,25 (b)			
Ogor negru (55 ani)														
0-10	<u>34,9</u> -	<u>9,4</u> -	<u>7,2</u> -	<u>4,9</u> 0,1	<u>10,1</u> 0,1	<u>15</u> 0,1	<u>4,3</u> 0,8	<u>7,1</u> 6,4	<u>7,1</u> 92,5	<u>58</u> 7,5±0,33	<u>42</u> 92,5	<u>1,4</u> 0,1	mijlocie	foarte mică
10-20	<u>42,8</u> -	<u>10,2</u> -	<u>7,8</u> -	<u>4,9</u> -	<u>10,3</u> 0,3	<u>12,7</u> 0,1	<u>3,2</u> 1	<u>4,6</u> 6,3	<u>3,5</u> 92,3	<u>53,7</u> 7,7±0,10	<u>46,3</u> 92,3	<u>1,2</u> 0,1	mijlocie	foarte mică
20-30	<u>30</u> -	<u>8,5</u> -	<u>8,4</u> -	<u>6,4</u> -	<u>15,2</u> 0,1	<u>19</u> 0,3	<u>4,1</u> 1,9	<u>5,1</u> 8,2	<u>3,3</u> 89,5	<u>66,7</u> 10,5±0,03	<u>33,3</u> 89,5	<u>2</u> 0,1	bună	foarte mică
30-40	<u>21,5</u> -	<u>6,6</u> -	<u>7,1</u> -	<u>6,2</u> -	<u>14,6</u> 0,1	<u>21,5</u> 0,1	<u>9</u> 1,3	<u>8,6</u> 8,6	<u>4,9</u> 89,9	<u>73,6</u> 10,1±0,42	<u>26,4</u> 89,9	<u>2,8</u> 0,1	bună	foarte mică
50-60	<u>6,4</u> -	<u>6</u> -	<u>8,2</u> 0,2	<u>11,6</u> 0,1	<u>29,4</u> 0,9	<u>20,7</u> 4,9	<u>6,5</u> 12,3	<u>6,1</u> 20,7	<u>5,1</u> 60,9	<u>88,5</u> 39,1±1,12	<u>11,5</u> 60,9	<u>7,7</u> 0,6	foarte bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)										1,4				

Tabelul A 4.2 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în agroecosisteme din asolament și porumb în cultură permanentă, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), %											Coeficientul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10-0,25 (a)	Suma >10+< 0,25 (b)			
Grâu de toamnă, câmpul I														
0-10	<u>24</u> -	<u>7,2</u> -	<u>5,4</u> 0,1	<u>4,7</u> 0,2	<u>11,4</u> 0,6	<u>20,7</u> 0,8	<u>4,8</u> 4,4	<u>9,4</u> 19,8	<u>12,4</u> 74,1	<u>63,6</u> 25,9±2,40	<u>36,4</u> 74,1	<u>1,7</u> 0,4	bună	mică
10-20	<u>51,7</u> -	<u>9,8</u> -	<u>7,2</u> 0,1	<u>5,1</u> 0,3	<u>8,9</u> 1,7	<u>8,4</u> 1,8	<u>1,9</u> 6,9	<u>2,9</u> 16,7	<u>4,1</u> 72,5	<u>44,2</u> 27,5±1,12	<u>5±5,8</u> 72,5	<u>0,8</u> 0,4	mijlocie	mică
20-30	<u>46</u> -	<u>10,3</u> -	<u>7,6</u> 0,1	<u>5,2</u> 0,2	<u>9,1</u> 0,9	<u>9,2</u> 1,5	<u>2,4</u> 6,1	<u>3,5</u> 20,2	<u>6,7</u> 71	<u>47,3</u> 29,0±0,92	<u>52,7</u> 71	<u>0,9</u> 0,4	mijlocie	mică
30-40	<u>35</u> -	<u>9,8</u> -	<u>9,1</u> -	<u>8,1</u> 0,2	<u>16,5</u> 0,7	<u>11,9</u> 2,9	<u>2,3</u> 8,9	<u>2,9</u> 24,4	<u>4,4</u> 62,9	<u>60,6</u> 37,1±0,52	<u>39,4</u> 62,9	<u>1,5</u> 0,6	bună	mică
50-60	<u>10,1</u> -	<u>5,8</u> -	<u>6,2</u> -	<u>7,3</u> 0,2	<u>27,8</u> 1	<u>22,9</u> 5,1	<u>3,9</u> 12,7	<u>6,3</u> 21,5	<u>9,7</u> 59,5	<u>80,2</u> 40,5±1,13	<u>19,8</u> 59,5	<u>4,1</u> 0,7	bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)										3,5				

Tabelul A 4.2 (continuare)

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), %											Coeficientul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10- 0,25 (a)	Suma >10+< 0,25 (b)			
Porumb în cultură permanentă (28 ani), câmpul III														
0-10	<u>20,3</u> -	<u>10,1</u> -	<u>8,5</u> -	<u>5,4</u> 0,1	<u>12,6</u> 0,6	<u>19,1</u> 1,3	<u>5,5</u> 6,4	<u>8,5</u> 19,3	<u>10</u> 72,3	<u>69,7</u> 27,7±1,51	<u>30,3</u> 72,3	<u>2,3</u> 0,4	bună	mică
10-20	<u>53,2</u> -	<u>10,3</u> -	<u>9,3</u> -	<u>6</u> 0,4	<u>9,7</u> 1,6	<u>6,9</u> 4,1	<u>1,2</u> 13,5	<u>1,5</u> 22,7	<u>1,9</u> 57,7	<u>44,9</u> 42,3±3,31	<u>55,1</u> 57,7	<u>0,8</u> 0,7	mijlocie	mijlocie
20-30	<u>26</u> -	<u>9,7</u> -	<u>10,4</u> -	<u>8,4</u> 0,1	<u>17,6</u> 0,7	<u>16,7</u> 2,4	<u>3,2</u> 10,6	<u>4,7</u> 21,6	<u>3,3</u> 64,6	<u>70,7</u> 35,4±1,74	<u>29,3</u> 64,6	<u>2,4</u> 0,6	bună	mică
30-40	<u>29</u> -	<u>6,7</u> -	<u>8,2</u> -	<u>8,2</u> 0,1	<u>20,7</u> 1,1	<u>16,7</u> 6,5	<u>2,9</u> 15,1	<u>4,1</u> 23,6	<u>3,8</u> 53,6	<u>67,2</u> 46,4±0,33	<u>32,8</u> 53,6	<u>2</u> 0,9	bună	mijlocie
50-60	<u>19,6</u> -	<u>7,4</u> -	<u>8,2</u> 0,5	<u>7,7</u> 0,4	<u>23,8</u> 1,9	<u>18,5</u> 8,2	<u>3,6</u> 12,9	<u>5,4</u> 18,6	<u>5,8</u> 57,5	<u>74,6</u> 42,5±1,47	<u>25,4</u> 57,5	<u>2,9</u> 07	bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)										5,0				
Porumb (1), câmpul V														
0-10	<u>25,1</u> -	<u>7,6</u> -	<u>8</u> -	<u>6,8</u> 0,3	<u>12,9</u> 0,8	<u>18,1</u> 0,8	<u>4,2</u> 5,1	<u>7,4</u> 20,3	<u>9,9</u> 72,7	<u>65</u> 27,3±4,10	<u>35</u> 72,7	<u>1,8</u> 0,4	bună	mică
10-20	<u>44,8</u> -	<u>9</u> -	<u>8,6</u> -	<u>5,8</u> 0,1	<u>11,8</u> 0,8	<u>11,2</u> 2,1	<u>2</u> 10,5	<u>3,2</u> 23,6	<u>3,6</u> 62,9	<u>51,6</u> 37,1±1,05	<u>48,4</u> 62,9	<u>1,1</u> 0,6	mijlocie	mică
30-40	<u>20</u> -	<u>6,9</u> -	<u>9,9</u> -	<u>9,8</u> 0,1	<u>25,3</u> 1,1	<u>16,5</u> 7,5	<u>2,5</u> 15,6	<u>4,1</u> 23,9	<u>5</u> 51,8	<u>75,0</u> 48,2±1,22	<u>25</u> 51,8	<u>3</u> 0,9	bună	mijlocie
50-60	<u>33,1</u> -	<u>13,7</u> -	<u>9,8</u> 0,1	<u>8,6</u> 0,1	<u>18,5</u> 0,9	<u>9,8</u> 7	<u>1,8</u> 15,5	<u>2</u> 24,7	<u>2,7</u> 51,7	<u>64,2</u> 48,3±0,1	<u>35,8</u> 51,7	<u>1,8</u> 0,9	bună	mijlocie
DL _{0,05} (cernere umedă)										6,1				

Tabelul A 4.2 (continuare)

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), %											Coeficient ul calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10-0,25 (a)	Suma >10+< 0,25 (b)			
Lucerna I an de folosință, câmpul VII A+gg (25 mai 2010)														
0-10	<u>38,1</u> -	<u>6,2</u> -	<u>5,4</u> -	<u>4,2</u> 0,6	<u>9,5</u> 1,4	<u>14,2</u> 2,2	<u>4,2</u> 6,5	<u>7,4</u> 17,4	<u>10,8</u> 71,9	<u>51,1</u> 28,1±0,47	<u>48,9</u> 71,9	<u>1,1</u> 0,4	mijlocie	mică
10-20	<u>37</u> -	<u>6,5</u> -	<u>7,5</u> 0,5	<u>6,5</u> 0,7	<u>16,7</u> 2,1	<u>13,2</u> 5,4	<u>3,4</u> 10,3	<u>4,5</u> 20,7	<u>4,7</u> 60,3	<u>58,3</u> 39,7±0,82	<u>41,7</u> 60,3	<u>1,4</u> 0,7	mijlocie	mică
20-30	<u>26,8</u> -	<u>9,6</u> -	<u>9,9</u> -	<u>7,4</u> 0,3	<u>19,4</u> 1,3	<u>14,8</u> 4,5	<u>2,5</u> 9,8	<u>4,6</u> 19,7	<u>5</u> 64,4	<u>68,2</u> 35,6±0,42	<u>31,8</u> 64,4	<u>2,2</u> 0,6	bună	mică
30-40	<u>37,1</u> -	<u>7</u> -	<u>7,4</u> -	<u>6,7</u> 0,4	<u>17,5</u> 1,7	<u>13,2</u> 7,3	<u>2,6</u> 12,6	<u>3,7</u> 20,8	<u>4,8</u> 57,2	<u>58,1</u> 42,8±0,31	<u>41,9</u> 57,2	<u>1,4</u> 0,7	mijlocie	mijlocie
50-60	<u>25,1</u> -	<u>6,7</u> -	<u>7,4</u> 0,2	<u>6,8</u> 0,3	<u>19</u> 1,3	<u>16,6</u> 5	<u>3,5</u> 10,9	<u>5,8</u> 18,2	<u>9,1</u> 64,1	<u>65,8</u> 35,9±0,54	<u>34,2</u> 64,1	<u>1,9</u> 0,6	bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)										1,4				

Tabelul A 4.3 Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic sub agrocezoza de grâu de toamnă în funcție de sistemul de lucrare a solului, anul agricol 2013-2014

Adâncimea, cm	Conținutul de elemente structurale determinate prin cernere uscată (numărător) și de agregate hidro stabile (numitor), %											Coeficientul l calității structurii K=a/b	Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrosta- bilitatea structurală (cernere umedă)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1 – 0,5	0,5 -0,25	< 0,25	Suma 10-0,25 (a)	Suma >10+< 0,25 (b)			
Arătură														
0-10	<u>33,6</u> -	<u>10,7</u> -	<u>8,9</u> 0,9	<u>6,1</u> 1,1	<u>11,5</u> 1,8	<u>12,8</u> 1,6	<u>3,3</u> 5,5	<u>5,2</u> 11,3	<u>7,9</u> 77,8	<u>58,5</u> 22,2±1,75	<u>41,5</u> 77,8	<u>1,4</u> 0,3	mijlocie	mică
10-20	<u>38,7</u> -	<u>9,4</u> -	<u>7,9</u> 0,5	<u>5,7</u> 1	<u>11,2</u> 1,8	<u>13</u> 2,1	<u>3,4</u> 6,5	<u>5</u> 13,7	<u>5,7</u> 74,4	<u>55,6</u> 25,6±3,03	<u>44,4</u> 74,4	<u>1,3</u> 0,3	mijlocie	mică
20-30	<u>38,2</u> -	<u>10,5</u> -	<u>10</u> -	<u>7,1</u> 0,4	<u>12</u> 1,8	<u>11,3</u> 2,3	<u>2,5</u> 7,4	<u>3,7</u> 17,5	<u>4,7</u> 70,6	<u>57,1</u> 29,4±0,31	<u>42,9</u> 70,6	<u>1,3</u> 0,4	mijlocie	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)										6,5				
No-till														
0-10	<u>17,5</u> -	<u>7,3</u> -	<u>8,3</u> 1,1	<u>6,2</u> 1,4	<u>14,9</u> 2,1	<u>21,3</u> 1,8	<u>4,6</u> 5,4	<u>9</u> 11,3	<u>10,9</u> 76,9	<u>71,6</u> 23,1±0,33	<u>28,4</u> 76,9	<u>2,5</u> 0,3	bună	mică
10-20	<u>26,2</u> -	<u>10,3</u> -	<u>11,6</u> 0,9	<u>8,7</u> 1,9	<u>15,9</u> 4,3	<u>14,1</u> 4,1	<u>3,1</u> 8,7	<u>4,5</u> 15,2	<u>5,6</u> 64,9	<u>68,2</u> 35,1±2,15	<u>31,8</u> 64,9	<u>2,1</u> 0,54	bună	mică
20-30	<u>34,2</u> -	<u>10,9</u> -	<u>10,5</u> 0,8	<u>8,5</u> 1	<u>13,8</u> 3	<u>11,4</u> 3,5	<u>2,5</u> 11,3	<u>3,5</u> 17,6	<u>4,7</u> 62,8	<u>61,1</u> 37,2±0,45	<u>38,9</u> 62,8	<u>1,6</u> 0,6	bună	mică
DL _{0,05} (cernere umedă)										4,1				
DL _{0,05}										4,2				

Anexa 5.

Aderența cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme

Tabelul A 5.1 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agroceenoza de grâu de toamnă în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea îngrășămintelor, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor								
	Arătură, îngrășămintele verzi+NPK								
0-10	44,8	38,6	40,3	33,5	27,4	21,8	15,1		
	0,42	0,57	0,71	0,70	0,51	0,40	0,03		
10-20	35,4	29,7	29,4	24,4	21,6	19,3	10,2		
	0,41	0,37	0,42	0,31	0,44	0,25	0		
20-30	34,8	29,6	27,6	23,6	21,9	19,6	13,7		
	0,41	0,48	0,48	0,52	0,42	0,29	0		
30-40	32,5	28,6	27,7	24,4	22,8	20,8	16,0		
	0,35	0,49	0,44	0,50	0,32	0,35	0		
40-50	31,9	25,6	23,6	21,3	19,7	17,4	14,4		
	0,30	0,33	0,24	0,21	0,30	0,29	0		
50-60	42,7	36,1	32,2	29,2	27,7	25,4	14,1		
	0,40	0,42	0,32	0,29	0,32	0,20	0,02		
	Arătură, gunoi de grajd								
0-10	41,8	30,4	25,1	20,0	17,5	11,1			
	0,68	0,56	0,40	0,25	0,06	0			
10-20	38,4	34,8	32,4	29,2	28,2	26,76	21,1	16,7	
	0,48	0,46	0,47	0,40	0,34	0,48	0,08	0,03	
20-30	33,1	28,5	25,6	23,4	22,2	20,8	12,5		
	0,37	0,42	0,50	0,38	0,34	0,16	0,02		
30-40	30,0	26,5	25,9	25,5	22,0	19,9	17,2		
	0,40	0,42	0,56	0,47	0,27	0,10	0		
40-50	39,5	36,6	35,0	34,0	29,3	27,5	23,5	14,3	14,2
	0,56	0,41	0,36	0,45	0,38	0,27	0,28	0,05	0
50-60	37,9	30,7	28,4	26,6	21,7	19,2	18,6	16,0	
	0,40	0,31	0,37	0,39	0,30	0,16	0,15	0	
	Paraplow, gunoi de grajd								
0-10	37,9	37,0	35,3	33,1	27,9	22,7	21,1	14,0	
	0,67	0,68	0,62	0,58	0,43	0,11	0,10	0,01	
10-20	38,2	33,6	29,3	27,6	21,8	18,8	14,8		
	0,59	0,44	0,46	0,49	0,42	0,11	0		
20-30	30,6	26,8	25,1	24,6	20,5	19,0	18,7	17,1	13,4
	0,41	0,49	0,43	0,45	0,21	0,15	0,16	0,02	0
30-40	34,4	30,3	26,8	24,8	21,6	19,6	16,5	13,3	
	0,49	0,47	0,40	0,46	0,24	0,25	0,16	0	
40-50	35,0	30,2	27,8	20,6	16,9	15,0	12,6		
	0,43	0,49	0,51	0,45	0,16	0,10	0		
50-60	34,3	27,6	25,8	24,9	19,5	16,7	16,2		
	0,36	0,44	0,38	0,50	0,19	0,07	0,01		

Tabelul A 5.2 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocenoza de mazăre în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea îngrășămintelor, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Umeditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor								
	Arătură, îngrășăminte verzi+NPK								
0-10	49,5	40,9	38,2	34,9	32,1	30,6	23,0	21,6	18,9
	0,57	0,50	0,40	0,34	0,34	0,34	0,23	0,07	0
10-20	40,1	36,8	34,4	29,6	26,8	26,0	20,1	19,0	14,5
	0,56	0,38	0,41	0,41	0,45	0,43	0,21	0,02	0
20-30	40,3	34,7	32,0	28,5	26,2	25,4	20,9	20,2	18,1
	0,53	0,44	0,36	0,36	0,35	0,36	0,25	0,18	0
30-40	37,9	35,1	30,2	23,9	23,4	23,1	18,8	18,0	17,1
	0,42	0,46	0,33	0,30	0,33	0,32	0,11	0,02	0
40-50	36,0	34,0	32,0	29,0	26,1	25,0	22,9	20,4	19,7
	0,35	0,30	0,31	0,31	0,36	0,29	0,34	0,11	0
50-60	39,4	36,3	32,5	30,5	27,9	27,0	22,3	21,2	18,9
	0,32	0,35	0,29	0,30	0,34	0,38	0,31	0,09	0
Arătură, gunoi de grajd									
0-10	33,2	27,0	23,5	19,4	17,6				
	0,36	0,33	0,23	0,17	0,01				
10-20	31,1	27,8	25,3	22,1	21,6	19,6	16,0		
	0,35	0,46	0,41	0,33	0,22	0,05	0		
20-30	35,2	29,5	25,4	21,9	20,2	17,7	13,6		
	0,37	0,46	0,37	0,30	0,24	0,06	0		
30-40	37,4	30,0	26,6	24,2	23,0	21,3	17,8		
	0,40	0,60	0,53	0,46	0,40	0,15	0		
40-50	39,6	32,5	29,8	26,2	24,4	22,2	18,4		
	0,37	0,49	0,46	0,40	0,28	0,15	0,01		
50-60	39,3	32,6	28,2	26,2	24,7	22,4	19,1		
	0,33	0,35	0,32	0,27	0,28	0,12	0		
Paraplow, gunoi de grajd									
0-10	43,3	30,8	26,8	25,7	22,8	21,0	19,1		
	0,36	0,26	0,32	0,31	0,23	0,19	0		
10-20	36,1	34,1	31,5	31,3	28,5	27,7	25,1	21,8	
	0,37	0,41	0,40	0,50	0,42	0,40	0,25	0,03	
20-30	37,5	35,8	31,6	29,1	24,9	24,2	21,3	18,6	
	0,59	0,47	0,45	0,45	0,29	0,38	0,09	0	
30-40	40,0	33,1	28,2	26,1	22,0	20,0	16,0		
	0,46	0,40	0,38	0,45	0,13	0,10	0		
40-50	38,3	33,7	29,9	26,4	22,8	21,4	16,8		
	0,41	0,45	0,31	0,41	0,29	0,11	0		
50-60	41,0	31,5	27,1	25,0	24,2	19,9	15,6		
	0,45	0,41	0,32	0,33	0,16	0,18	0		

Tabelul A 5.2 (continuare)

	Paraplow, îngrășăminte verzi+NPK								
0-10	40,3	36,6	33,5	32,7	24,4	22,4	17,9		
	0,56	0,40	0,38	0,34	0,25	0,29	0,03		
10-20	38,5	32,6	28,9	24,8	22,1	20,7	17,6		
	0,52	0,38	0,39	0,35	0,15	0,17	0		
20-30	32,3	27,8	25,1	23,4	19,5	17,2			
	0,37	0,39	0,40	0,50	0,21	0,01			
30-40	37,7	29,9	27,3	26,8	23,7	22,3	19,6	18,4	
	0,33	0,34	0,39	0,46	0,20	0,23	0,08	0,01	
40-50	41,7	33,6	29,9	28,0	24,8	23,1	20,4		
	0,33	0,37	0,42	0,42	0,32	0,20	0		
50-60	38,1	31,1	28,9	27,1	23,8	21,8	18,7		
	0,45	0,41	0,30	0,35	0,24	0,17	0		

Tabelul A 5.3 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agroecenoze din asolament și cultura permanentă a porumbului – începutul perioadei de vegetație (luna mai), varianta – arătură, gunoi de grajd, martorul 1, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numărător											
	Grâu de toamnă (premergător mazăre)											
0-10	43,2	36,3	34,2	32,2	30,3	27,4	25,0	21,9	20,2			
	0,56	0,52	0,50	0,45	0,48	0,32	0,22	0,15	0,08			
10-20	36,0	30,5	29,3	26,7	25,4	23,5	21,3	19,9	16,9			
	0,35	0,37	0,42	0,37	0,39	0,26	0,15	0,16	0,05			
20-30	38,4	32,5	30,4	29,0	26,9	25,0	22,8	20,1	17,5			
	0,32	0,39	0,38	0,31	0,47	0,34	0,23	0,16	0,02			
30-40	34,0	29,2	28,1	27,1	25,5	22,4	20,3	18,2	18,1			
	0,38	0,38	0,29	0,38	0,33	0,24	0,21	0,04	0			
40-50	42,6	35,1	33,8	31,9	30,1	27,5	25,2	23,0	20,6			
	0,34	0,40	0,32	0,33	0,30	0,29	0,18	0,14	0,10			
50-60	42,1	35,7	33,7	31,8	30,5	27,4	25,3	22,6	19,5			
	0,32	0,35	0,35	0,36	0,33	0,30	0,22	0,23	0,07			
	Porumb la boabe (1) (premergător grâu de toamnă)											
0-10	34,7	30,6	30,0	29,5	28,3	27,0	27,2	26,1	26,0	25,4	25,0	
	0,22	0,30	0,41	0,33	0,47	0,60	0,46	0,40	0,41	0,38	0,12	
10-20	33,4	31,1	30,2	28,9	28,3	27,0	24,6	24,6	23,6	21,8	20,5	19,6
	0,19	0,29	0,41	0,41	0,63	0,43	0,41	0,34	0,26	0,24	0,11	0,02
20-30	30,1	29,2	27,5	26,7	25,5	24,4	23,1	22,7	22,5	20,6	18,8	
	0,27	0,24	0,37	0,28	0,42	0,44	0,42	0,22	0,13	0,13	0	
30-40	33,7	30,8	29,6	28,6	28,5	27,8	25,8	25,8	24,1	23,5	23,1	21,6
	0,20	0,34	0,39	0,46	0,50	0,48	0,43	0,44	0,27	0,39	0,23	0,04
40-50	30,8	28,6	27,3	27,0	26,5	25,0	24,2	23,9	22,7	22,2	22,0	20,4
	0,20	0,24	0,30	0,37	0,57	0,34	0,20	0,36	0,23	0,24	0,08	0,02
50-60	37,0	29,8	28,4	27,6	27,1	25,9	24,5	23,9	22,5	21,6	21,3	19,9
	0,17	0,32	0,33	0,30	0,33	0,32	0,19	0,28	0,16	0,27	0,06	0
	Porumb în cultură permanentă (28 ani)											
0-10	32,4	29,5	27,2	24,9	23,1	19,5	18,1	17,6	17,5			
	0,24	0,33	0,36	0,40	0,28	0,26	0,25	0,10	0,05			
10-20	30,3	27,8	26,3	24,3	23,0	20,7	19,7	19,1	19,0			
	0,20	0,37	0,36	0,32	0,35	0,22	0,19	0,05	0,02			
20-30	28,9	25,5	24,8	23,2	21,8	19,1	18,6	18,1	17,4			
	0,21	0,34	0,32	0,30	0,32	0,19	0,19	0,12	0,07			
30-40	32,5	30,2	28,8	26,5	25,9	22,7	21,1	21,8	20,1	17,9		
	0,22	0,28	0,32	0,34	0,32	0,25	0,18	0,14	0,16	0,04		
40-50	34,1	30,8	28,9	26,4	25,0	21,9	20,6	18,5				
	0,24	0,35	0,33	0,31	0,26	0,20	0,23	0,07				
50-60	40,5	35,0	32,6	29,6	28,5	25,3	24,6	21,9	19,0			
	0,31	0,33	0,42	0,30	0,36	0,27	0,27	0,15	0,02			

Tabelul A 5.4 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocenoze din asolament – în perioada de vegetație (iulie), varianta – arătură, gunoi de grajd, martorul 1, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor								
	Grâu de toamnă – după recoltare (premergător mazăre)								
0-10	41,2	33,9	31,5	29,2	26,1	23,1	20,5	19,8	17,0
	0,50	0,41	0,42	0,31	0,32	0,26	0,14	0,09	0,01
10-20	39,6	32,5	28,8	26,9	24,5	21,6	19,0	18,9	16,5
	0,41	0,35	0,41	0,39	0,35	0,21	0,19	0,07	0
20-30	38,1	31,2	28,2	26,7	23,4	20,3	17,0	16,9	
	0,33	0,44	0,41	0,40	0,33	0,22	0,13	0,03	
30-40	41,9	31,5	27,6	26,6	24,1	21,5	19,8	19,6	17,3
	0,30	0,31	0,40	0,39	0,33	0,26	0,22	0,10	0
40-50	35,9	30,3	28,6	26,6	24,7	20,5	19,1	17,8	
	0,29	0,36	0,33	0,37	0,30	0,22	0,09	0,04	
50-60	38,0	30,7	28,9	27,0	24,8	21,4	18,7	18,1	
	0,26	0,28	0,31	0,35	0,23	0,25	0,10	0,04	
	Mazăre – faza legatul păstăilor (premergător porumb la boabe)								
0-10	38,8	33,6	29,6	25,9	22,8	20,9	18,6	15,9	
	0,36	0,36	0,32	0,34	0,28	0,29	0,13	0,05	
10-20	31,2	29,0	26,9	24,6	20,3	19,0	18,2	14,9	
	0,22	0,39	0,37	0,42	0,18	0,24	0,08	0	
20-30	34,2	32,2	29,2	26,2	21,6	20,6	17,6	17,0	
	0,32	0,46	0,47	0,50	0,23	0,20	0,11	0,01	
30-40	39,6	32,7	30,3	27,2	24,3	21,2	19,0	17,2	
	0,27	0,39	0,38	0,42	0,29	0,25	0,06	0,03	
40-50	39,4	33,4	30,5	28,1	24,0	22,5	18,5	18,2	
	0,31	0,36	0,36	0,40	0,30	0,27	0,15	0,14	
50-60	38,2	33,9	29,7	26,7	24,1	22,0	19,9	18,1	
	0,35	0,33	0,38	0,43	0,29	0,24	0,13	0,07	
	Lucernă – anul 1 de folosință								
0-10	41,5	32,7	29,0	26,1	23,9	20,2	19,0	17,7	
	0,56	0,40	0,44	0,50	0,21	0,27	0,18	0,08	
10-20	30,9	28,2	27,0	24,7	23,0	21,2	19,6	18,6	
	0,34	0,48	0,41	0,43	0,24	0,22	0,16	0,07	
20-30	37,6	32,9	29,2	26,5	24,3	21,6	19,5	15,9	
	0,38	0,48	0,42	0,44	0,27	0,34	0,18	0,1	
30-40	36,5	30,8	28,0	26,2	23,7	20,7	20,1	18,8	
	0,33	0,39	0,33	0,37	0,24	0,26	0,15	0,06	
40-50	36,9	31,8	29,9	27,0	25,1	22,6	20,6	17,5	
	0,28	0,35	0,40	0,42	0,28	0,21	0,18	0,05	
50-60	42,1	33,5	30,2	28,1	26,3	24,2	22,3	19,0	
	0,32	0,35	0,47	0,38	0,37	0,26	0,22	0,10	

Tabelul A 5.5 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocenoze din asolament și cultura permanentă a porumbului la sfârșitul perioadei de vegetație (luna septembrie), varianta – arătură, gunoi de grajd, martorul 1, anul agricol 2009-2010

Adâncime a, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor										
	Porumb la boabe (1) (premergător grâu de toamnă)										
0-10	39,8	35,0	32,4	31,0	30,1	28,8	25,5	23,4	18,6	18,1	
	0,38	0,33	0,35	0,37	0,42	0,28	0,30	0,20	0,08	0,04	
10-20	28,8	25,9	25,6	25,5	24,2	22,8	22,4	21,0	18,2	17,7	
	0,40	0,42	0,30	0,39	0,29	0,33	0,24	0,14	0,14	0,03	
20-30	30,2	26,9	23,8	23,0	21,5	19,4	19,2	18,8	17,0	16,9	
	0,46	0,35	0,34	0,38	0,28	0,20	0,06	0,12	0,05	0,01	
30-40	31,3	26,3	23,2	22,6	21,2	19,8	17,5	16,3	15,7		
	0,38	0,35	0,41	0,34	0,31	0,28	0,16	0,05	0		
40-50	34,3	30,1	26,6	26,8	25,5	24,3	22,4	20,7	17,9	20,6	18,0
	0,28	0,24	0,23	0,28	0,26	0,29	0,23	0,19	0,19	0,12	0
50-60	33,8	29,4	27,5	26,5	25,9	24,3	21,7	20,3	16,9	16,2	
	0,26	0,30	0,27	0,37	0,38	0,32	0,22	0,17	0,07	0,06	
	Porumb la boabe (2) (premergător lucernă anul 2 de folosință)										
0-10	43,1	38,4	35,5	33,2	30,3	27,5	23,9	21,0	17,2		
	0,44	0,46	0,53	0,41	0,40	0,29	0,20	0,13	0,04		
10-20	33,8	27,5	25,2	23,5	21,1	20,7	19,0	16,5			
	0,31	0,30	0,38	0,35	0,18	0,22	0,05	0,01			
20-30	30,8	28,1	25,6	22,9	20,7	18,5	17,8	15,4			
	0,41	0,40	0,40	0,40	0,28	0,15	0,01	0			
30-40	34,3	30,1	27,2	25,2	23,2	19,8	17,7	17,2	17,1		
	0,34	0,55	0,45	0,31	0,21	0,26	0,09	0,05	0,02		
40-50	40,1	32,2	30,7	27,8	25,4	22,7	19,8	19,1	15,7		
	0,33	0,49	0,43	0,39	0,29	0,22	0,13	0,16	0,05		
50-60	36,4	31,6	28,9	27,5	24,8	22,4	20,6	19,0	16,9		
	0,37	0,36	0,35	0,34	0,39	0,23	0,21	0,08	0,01		
	Porumb în cultură permanent (28 ani)										
0-10	38,8	32,3	30,4	29,9	28,9	26,8	24,6	22,9	20,4	19,3	17,4
	0,43	0,54	0,45	0,58	0,64	0,30	0,41	0,24	0,22	0,12	0,06
10-20	30,6	27,6	26,6	26,0	25,9	24,8	23,6	22,4	19,6	18,9	
	0,41	0,37	0,49	0,39	0,38	0,27	0,19	0,21	0,08	0,02	
20-30	28,8	25,1	23,4	22,6	21,6	19,7	19,0	18,7	16,3		
	0,33	0,36	0,41	0,29	0,39	0,21	0,10	0,09	0		
30-40	33,7	24,1	22,1	21,6	21,0	18,5	17,4	17,1	16		
	0,36	0,47	0,39	0,23	0,36	0,23	0,05	0,04	0,03		
40-50	35,4	29,5	28,0	27,2	26,2	25,0	22,1	20,2	17,3	17,3	15,7
	0,24	0,30	0,31	0,30	0,34	0,24	0,23	0,20	0,15	0,12	0,07
50-60	39,4	30,3	27,9	27,2	25,9	24,7	22,0	19,6	16,4	16,0	15,2
	0,34	0,30	0,32	0,42	0,32	0,26	0,26	0,17	0,10	0,06	0

Tabelul A 5.5 (continuare)

	Lucernă anul 1 de folosință										
0-10	36,5	30,2	25,6	23	21,7	20,6	20,1	19,1			
	0,36	0,38	0,42	0,49	0,28	0,04	0,07	0			
10-20	33,2	29,4	26,8	24,9	22,5	21,1	18,8	17,8	15,3		
	0,37	0,42	0,42	0,40	0,41	0,25	0,07	0,04	0		
20-30	41,8	34,4	30,4	27,6	25	22,6	20,3	19,5	18,6		
	0,36	0,40	0,34	0,41	0,32	0,20	0,08	0,02	0,04		
30-40	40,4	32,4	28,9	26,1	24	21,4	20,1	19,5	18,1	15,5	
	0,38	0,33	0,35	0,38	0,28	0,19	0,10	0,04	0,1	0	
40-50	39,4	32,9	29,5	26,9	25,4	23	20,8	19,5	16,8		
	0,42	0,37	0,35	0,41	0,29	0,25	0,13	0,13	0		
50-60	38,4	33,1	30,1	27,2	25,0	21,9	19,8	18,1			
	0,37	0,34	0,40	0,35	0,35	0,33	0,18	0,04			

Tabelul A 5.6 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosisteme ale staționarului cu culturi permanente – începutul perioadei de vegetație (luna martie), anul agricol 2009-2010

Adâncime a, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor									
	Lucernă cultură permanentă (55 ani)									
0-10	38,8	31,1	28,1	25,7	25,8	23,6	22,3	20,9		
	0,23	0,04	0,04	0	0	0	0	0		
10-20	50,5	35,7	31,4	29,5	27,8	26,8	25,1	20,5		
	0,30	0,20	0,17	0,13	0,13	0,02	0,07	0		
20-30	37,2	30,2	27,5	26,2	25,4	25,0	24,0	22,1		
	0,09	0,06	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0		
30-40	43,1	33,3	29,6	28,1	27,4	26,5	25,2	23,3		
	0,02	0,12	0,06	0,03	0,11	0,09	0,09	0		
40-50	37,9	31,9	28,8	27,2	25,6	24,8	23,2			
	0,03	0,07	0,01	0,05	0,04	0	0			
50-60	44,9	34,6	31,0	28,5	28,3	27,5	25,9	24,3		
	0,06	0,16	0,02	0,06	0,04	0,04	0,07	0		
	Ogor negru (55 ani)									
0-10	44,6	32,2	28,5	26,5	25,2	23,3	22,2	20,7	17,1	
	0,31	0,20	0,08	0,18	0,04	0,13	0,15	0	0	
10-20	38,7	29,3	27,0	26,5	25,5	24,7	23,6	21,5		
	0,14	0,12	0,14	0,14	0,17	0,21	0,38	0,01		
20-30	42,0	30,6	27,3	26,4	25,4	23,7	22,2	20,4		
	0,26	0,25	0,19	0,21	0,15	0,20	0,08	0,01		
30-40	39,7	30,4	28,0	26,1	23,8	23,2	21,3	19,9	16,7	
	0,18	0,39	0,39	0,45	0,39	0,45	0,37	0,43	0,02	
40-50	35,0	28,5	27,3	27,0	26,8	26,2	24,7	23,6	20,4	17,8
	0,08	0,44	0,38	0,46	0,41	0,30	0,33	0,34	0,17	0,06
50-60	46,6	36,7	33,8	31,3	29,9	29,0	27,4	25,4	21,3	18,8
	0,08	0,40	0,46	0,47	0,45	0,40	0,39	0,36	0,27	0,11
	Pârloagă (55 ani)									
0-10	41,5	34,2	32,7	30,8	28,9	27,4	25,3	23,4	21,9	18,8
	0,19	0,23	0,17	0,19	0,14	0,20	0,09	0,05	0,08	0,01
10-20	35,6	30,1	28,3	27,1	26,6	25,7	24,1	21,4	17,0	
	0,14	0,25	0,33	0,25	0,24	0,31	0,24	0,15	0,03	
20-30	36,7	31,0	29,1	28,0	27,0	26,4	25,7	23,8	21,6	19,4
	0,12	0,26	0,26	0,29	0,31	0,32	0,31	0,22	0,15	0,04
30-40	37,8	33,7	32,1	30,6	29,0	29,0	28,0	26,3	23,7	21,0
	0,22	0,34	0,31	0,25	0,36	0,38	0,39	0,35	0,25	0,1
40-50	39,2	33,3	31,3	28,9	28,2	27,6	26,2	24,6	21,5	19,7
	0,23	0,31	0,28	0,28	0,32	0,33	0,31	0,29	0,09	0,05
50-60	38,8	33,6	31,5	28,2	28,3	26,3	25,9	23,2	20,3	17,7
	0,25	0,35	0,31	0,35	0,36	0,4	0,31	0,28	0,21	0,01

Tabelul A 5.7 Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosisteme ale staționarului cu culturi permanente – sfârșitul perioadei de vegetație, anul agricol 2009-2010

Adâncimea, cm	Umiditatea, % la numărător și aderența, kPa la numitor							
	Lucernă cultură permanentă (55 ani)							
0-10	41,2	35,4	32,4	27,4	22,6	19,4	18,6	
	0,45	0,38	0,33	0,26	0,18	0,09	0,04	
10-20	32,6	30,4	26,0	18,1	18,0	18,2	16,4	
	0,35	0,41	0,39	0,21	0,20	0,13	0,06	
20-30	34,5	28,1	26,5	23,2	18,9	15,2	15,1	
	0,29	0,33	0,26	0,25	0,14	0,10	0,01	
30-40	37,5	30,6	29,0	26,2	22,2	18,5	17,8	
	0,23	0,30	0,24	0,22	0,23	0,12	0,03	
40-50	39,3	33,7	29,3	26,2	20,1	17,7	16,5	
	0,29	0,25	0,24	0,24	0,20	0,14	0,06	
50-60	37,3	29,7	28,0	25,1	20,6	18,2	16,8	
	0,23	0,24	0,26	0,28	0,19	0,09	0,02	
	Ogor negru (55 ani)							
0-10	44,5	30,9	26,6	23,3	21,0	18,0	14,8	
	0,73	0,56	0,43	0,27	0,25	0,13	0,08	
10-20	39,1	27,5	23,2	19,4	17,3	16,0	15,9	
	0,77	0,51	0,35	0,21	0,19	0,02	0	
20-30	43,4	30,4	26,6	24,5	22,3	19,2	16,4	
	0,48	0,43	0,37	0,27	0,28	0,11	0	
30-40	47,0	33,2	29,0	26,3	23,9	20,1	17,2	
	0,57	0,46	0,37	0,36	0,32	0,19	0,05	
40-50	43,1	31,6	28,0	25,5	23,5	20,8	18,5	17,6
	0,46	0,45	0,35	0,47	0,28	0,20	0,10	0
50-60	43,4	30,3	27,1	24,3	21,5	18,8	16,0	
	0,47	0,39	0,40	0,33	0,23	0,18	0,03	
	Pârloagă (55 ani)							
0-10	38,0	37,2	33,5	27,4	25,1	24,4	22,6	
	0,21	0,17	0,20	0,13	0,15	0,06	0	
10-20	36,9	30,1	28,1	23,3	20,7	19,8	17,7	
	0,22	0,24	0,20	0,19	0,18	0,12	0	
20-30	36,2	30,2	28,7	26,5	22,2	21,5	18,8	
	0,23	0,29	0,26	0,23	0	0,10	0,03	
30-40	33,9	30,9	29,0	24,9	22,0	21,7	18,2	
	0,23	0,21	0,17	0,22	0,19	0,14	0	
40-50	41,4	34,2	32,1	28,0	26,9	21,0	18,7	
	0,29	0,34	0,28	0,25	0,17	0,16	0,06	
50-60	37,8	32,5	30,7	28,6	26,2	23,1	21,6	18,4
	0,29	0,23	0,25	0,29	0,24	0,22	0,19	0,08

Anexa 6.

Corelații stabilite între indicii fizico-mecanici (plasticitatea, aderența) și structura cernoziomului carbonatic

Tabelul A 6.1 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și indicele de plasticitate a solului din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Indicele de plasticitate, %			
Pârloagă (55 ani)	0-10	27,3	16,4	-0,83±0,15	5,53	$t_r > t_{st}$
	10-20	31,2	15,4			
	20-30	37,1	15,7			
	30-40	45,3	15,3			
	40-50	49,3	15,5			
	50-60	58,0	15,3			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)	0-10	67,7	13,2			
	10-20	71,7	14,0			
	20-30	49,6	16,2			
	30-40	59,6	16,6			
	50-60	63,4	16,4			
Ogor negru (55 ani)	0-10	92,5	12,5			
	10-20	92,3	12,0			
	20-30	89,5	12,1			
	30-40	89,9	12,6			
	50-60	60,9	15,8			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 14 este 2,15

Raportul corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.2 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și limita superioară de plasticitate a solului din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Limita superioară de plasticitate, %			
Pârloagă (55 ani)	0-10	27,3	38,8	-0,93±0,10	9,3	$t_r > t_{st}$
	10-20	31,2	34,9			
	20-30	37,1	35,8			
	30-40	45,3	35,6			
	40-50	49,3	35,2			
	50-60	58,0	34,3			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)	0-10	67,7	32,8			
	10-20	71,7	32,7			
	20-30	49,6	35,2			
	30-40	59,6	35,3			
	50-60	63,4	35,0			
Ogor negru (55 ani)	0-10	92,5	30,3			
	10-20	92,3	29,5			
	20-30	89,5	29,9			
	30-40	89,9	30,5			
	50-60	60,9	35,1			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 14 este 2,15

Raportul corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.3 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și limita inferioară de plasticitate a solului din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Limita inferioară de plasticitate, %			
Pârloagă (55 ani)	0-10	27,3	22,4	-0,86±0,14	6,14	$t_r > t_{st}$
	10-20	31,2	19,5			
	20-30	37,1	20,1			
	30-40	45,3	20,3			
	40-50	49,3	19,7			
	50-60	58,0	19,1			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)	0-10	67,7	19,6			
	10-20	71,7	18,8			
	20-30	49,6	19,1			
	30-40	59,6	18,7			
	50-60	63,4	18,6			
Ogor negru (55 ani)	0-10	92,5	17,8			
	10-20	92,3	17,6			
	20-30	89,5	17,8			
	30-40	89,9	17,9			
	50-60	60,9	19,3			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 14 este 2,15

Raportul corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.4 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și indicele de plasticitate a solului sub agrocezoze din asolament și porumb în cultură permanentă amplasate pe martorul 1, agrofond – Arătură, gunoi de grajd, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Indicele de plasticitate, %			
Lucerna I an de folosință	0-10	71,9	14,9	-0,79±0,18	4,39	$t_r > t_{st}$
	10-20	60,3	16,2			
	20-30	64,4	16,3			
	30-40	57,2	16,8			
	50-60	64,1	17,2			
Porumb pentru boabe	0-10	72,3	15,4			
	10-20	57,7	14,7			
	30-40	64,6	17,5			
	50-60	53,6	18,5			
Porumb în cultură permanentă (28 ani)	0-10	57,5	14,7			
	10-20	72,7	16,2			
	20-30	62,9	16,6			
	30-40	51,8	18,0			
	50-60	51,7	18,5			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 12 este 2,18

Raportul corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.5 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și limita superioară de plasticitate a solului sub agrocezoze din asolament și porumb în cultură permanentă amplasate pe martorul 1, agrofond – Arătură, gunoi de grajd, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Limita superioară de plasticitate, %			
Lucerna I an de folosință	0-10	71,9	33,8	-0,84±0,16	5,25	$t_r > t_{st}$
	10-20	60,3	35,7			
	20-30	64,4	35,8			
	30-40	57,2	37,4			
	50-60	64,1	36,2			
Porumb pentru boabe	0-10	72,3	34,4			
	10-20	57,7	34,3			
	30-40	64,6	37,3			
	50-60	53,6	38,2			
Porumb în cultură permanentă (28 ani)	0-10	57,5	34,7			
	10-20	72,7	35,7			
	20-30	62,9	36,4			
	30-40	51,8	37,6			
	50-60	51,7	38,2			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 12 este 2,18

Raportul corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.6 Raportul corelativ între conținutul fracțiunii mai mici de 0,25 mm (%) în urma cernerii umede și limita inferioară de plasticitate a solului sub agrocenoze din asolament și porumb în cultură permanentă amplasate pe martorul 1, agrofond – Arătură, gunoi de grajd, anul 2010

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		x	y			
		Conținutul agregatelor hidro stabile (<0,25 mm), %	Limita inferioară de plasticitate, %			
Lucerna I an de folosință	0-10	71,9	19,0	-0,66±0,22	3,0	$t_r > t_{st}$
	10-20	60,3	19,5			
	20-30	64,4	19,5			
	30-40	57,2	19,6			
	50-60	64,1	19,0			
Porumb pentru boabe	0-10	72,3	19,0			
	10-20	57,7	19,6			
	30-40	64,6	19,8			
	50-60	53,6	19,7			
Porumb în cultură permanentă (28 ani)	0-10	57,5	19,6			
	10-20	72,7	19,5			
	20-30	62,9	19,7			
	30-40	51,8	19,6			
	50-60	51,7	19,7			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 12 este 2,18

Raportul corelativ negativ mediu, statistic veridic

Tabelul A 6.7 Raportul corelativ între suma agregatelor hidrostabile agronomice valoroase (%) și indicii maximali ai aderenței solului (kPa) din diverse agroecosisteme

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		Suma agregatelor hidrostabile (0,25-10 mm), %	Indicii maximali ai aderenței, kPa			
Pârloagă (55 ani)	0-10	72,7	0,23	-0,75±0,16	4,69	$t_r > t_{st}$
	10-20	68,8	0,33			
	20-30	62,9	0,32			
	30-40	54,7	0,39			
	40-50	50,7	0,34			
	50-60	42,0	0,40			
Ogor negru (55 ani)	0-10	7,5	0,73			
	10-20	7,7	0,77			
	20-30	10,5	0,48			
	30-40	10,1	0,57			
	50-60	39,1	0,47			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)	0-10	32,3	0,45			
	10-20	28,3	0,41			
	20-30	50,4	0,33			
	30-40	40,4	0,30			
	50-60	36,6	0,28			
Grâu de toamnă (asolament)	0-10	25,9	0,56			
	10-20	27,5	0,42			
	20-30	29,0	0,47			
	30-40	37,1	0,40			
	50-60	40,5	0,36			
Lucernă 1 an de folosință (asolament)	0-10	28,1	0,56			
	10-20	39,7	0,48			
	20-30	35,6	0,48			
	30-40	42,8	0,39			
	50-60	35,9	0,47			
Porumb (asolament)	0-10	27,3	0,53			
	10-20	37,1	0,38			
	30-40	48,2	0,55			
	50-60	48,3	0,39			
Porumb în cultură permanentă (28 ani)	0-10	27,7	0,64			
	10-20	42,3	0,49			
	20-30	35,4	0,41			
	30-40	46,4	0,47			
	50-60	42,5	0,42			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 33 este 2,04

Raport corelativ negativ strâns, statistic veridic

Tabelul A 6.8 Raportul corelativ între suma agregatelor agronomic valoroase (%) – cernere uscată și indicii maximali ai aderenței solului (kPa) din diverse agroecosisteme

Agroecosistemul	Adâncimea, cm	Factorii variabili		Coeficientul corelativ, $r \pm m_r$	t_r	Raportul dintre t_r și t_{st}^*
		Suma agregatelor (0,25-10 mm), % (cernere uscată)	Indicii maximali ai aderenței, kPa			
Pârloagă (55 ani)	0-10	88,8	0,23	-0,35±0,17	2,06	$t_r > t_{st}$
	10-20	68,6	0,33			
	20-30	78,5	0,32			
	30-40	78,0	0,39			
	40-50	79,6	0,34			
	50-60	69,9	0,40			
Ogor negru (55 ani)	0-10	58,0	0,73			
	10-20	53,7	0,77			
	20-30	66,7	0,48			
	30-40	73,6	0,57			
	50-60	88,5	0,47			
Lucernă în cultură permanentă (55 ani)	0-10	50,1	0,45			
	10-20	69,2	0,41			
	20-30	71,6	0,33			
	30-40	64,7	0,30			
	50-60	65,9	0,28			
Grâu de toamnă (asolament)	0-10	63,6	0,56			
	10-20	44,2	0,42			
	20-30	47,3	0,47			
	30-40	60,6	0,40			
	50-60	80,2	0,36			
Lucernă 1 an de folosință (asolament)	0-10	51,1	0,56			
	10-20	58,3	0,48			
	20-30	68,2	0,48			
	30-40	58,1	0,39			
	50-60	65,8	0,47			
Porumb (asolament)	0-10	65,0	0,53			
	10-20	51,5	0,38			
	30-40	75,0	0,55			
	50-60	64,2	0,39			
Porumb în cultură permanentă (28 ani)	0-10	69,7	0,64			
	10-20	44,9	0,49			
	20-30	70,7	0,41			
	30-40	67,2	0,47			
	50-60	74,6	0,42			

* t_{st} – criteriul lui Student la gradul de libertate 33 este 2,04

Raport corelativ negativ slab, dar statistic veridic

Anexa 7.

Consumul de combustibil și orele de lucru în funcție de lucrarea solului

Tabelul A 7.1 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura de grâu de toamnă

Varianta	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Sistem tehnologic unic pentru variantele arătură și paraplow	Discuire	10,29	0,32
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,24	0,30
	Pregătirea și administrarea nitratului de amoniu	3,88	0,38
	Recoltarea	4,52	0,25
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	11,29	0,50
	Total	51,71	2,90
No-till	Pregătirea și administrarea erbicidelor pe miriște	4,87	0,36
	Semănatul direct	11,1	0,7
	Recoltarea	4,52	0,25
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	11,29	0,50
	Total	33,23	2,48

Tabelul A 7.2 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura de porumb în asolament, lucrarea de bază a solului efectuată cu plug cu cormană și antitrupiță

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Martorul 1 (în perioada de vegetație o cultivație între rânduri)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	71,47	3,32
Martorul 2 (în perioada de vegetație o cultivație + două prașile manuale)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Prașilă manuală -1	-	80,00
	Prașilă manuală - 2	-	80,00
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	71,47	3,32 + 160

Tabelul A 7.3 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura de porumb în
asolament, lucrarea de bază a solului efectuată cu paraplow

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Martorul 1 (în perioada de vegetație o cultivație între rânduri)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	10,20	0,46
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	60,9	3,25
Martorul 2 (în perioada de vegetație o cultivație + două prașile manuale)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	10,20	0,46
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Prașilă manuală -1	-	80,00
	Prașilă manuală - 2	-	80,00
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	60,90	3,25 + 160

Tabelul A 7.4 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura de porumb (în
asolament și cultură permanentă) pe matorul cu erbicide

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Arătură	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Pregătirea și administrarea erbicidelor	4,84	0,33
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Pregătirea și administrarea erbicidelor	4,84	0,33
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	81,15	3,98
Paraplow	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	10,20	0,46
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Pregătirea și administrarea erbicidelor	4,84	0,33
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Pregătirea și administrarea erbicidelor	4,84	0,33
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	70,58	3,91

Tabelul A 7.5 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura permanentă de porumb, lucrarea de bază a solului efectuată cu plug cu cormană și antitrupiță

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Martorul 1 (în perioada de vegetație o cultivație între rânduri)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	71,47	3,32
Martorul 2 (în perioada de vegetație lucrare mecanizată intensivă)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Grăpare după apariția semănăturilor	4,58	0,16
	Prima cultivare între rânduri	3,94	0,29
	A doua cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	79,99	3,77

Tabelul A 7.6 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura permanentă de porumb, lucrarea de bază a solului efectuată cu paraplow

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Martorul 1 (în perioada de vegetație o cultivație între rânduri)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	10,20	0,46
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	60,9	3,25
Martorul 2 (în perioada de vegetație lucrare mecanizată intensivă)	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	10,20	0,46
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivare	7,52	0,24
	Cultivare înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Grăpare după apariția semănăturilor	4,58	0,16
	Prima cultivare între rânduri	3,94	0,29
	A doua cultivare între rânduri	3,94	0,29
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportare	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	69,42	3,70

Tabelul A 7.7 Consumul de combustibil (motorină) și orele de lucru la cultura de porumb (în asolament și cultură permanentă) în sistemele tehnologice convențional și conservativ, anul agricol 2013-2014

Varianta experienței	Denumirea proceselor tehnologice	Combustibil (litri/ha)	Orele de lucru (ore/ha)
Arătură	Discuire	7,52	0,24
	Arat și grăpare	20,77	0,53
	Grăpare primăvara	4,58	0,16
	Cultivație	7,52	0,24
	Cultivație înainte de semănat	7,52	0,24
	Semănatul și tăvălugirea	5,13	0,32
	Cultivație între rânduri	3,94	0,29
	Pregătirea și administrarea erbicidelor	4,84	0,33
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportarea	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	76,31	3,65
No-till	Pregătirea și administrarea erbicidelor (toamna)	4,87	0,36
	Pregătirea și administrarea erbicidelor (primăvara)	4,87	0,36
	Semănatul direct	10,0	0,4
	Pregătirea și administrarea erbicidelor (faza de vegetație)	4,87	0,36
	Recoltarea	2,54	0,23
	Transportarea	1,45	0,67
	Alte lucrări mecanizate	10,5	0,40
	Total	39,10	2,78

Anexa 8.
Structura și indicii energetici (energia netă, eficiența energetică, energia specifică) în agroecosistemele cercetate

Tabelul A 8.1 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de grâu de toamnă după mazăre, media pentru anii 2009-2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Energie investită, %
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	2,90		2,12		0,03
	Motorină, litri	51,71		2476,91		28,49
	Mașini, kg	10		754,00		8,67
	Semințe, kg	200		3340,00		38,41
	Îngrășăminte - NH ₄ NO ₃ (nitrat de amoniu) -100 kg/ha din care N - 34,5 kg	34,5		2121,75		24,40
	Total energie investită		8694,78		100	
Obținută	Recolta (boabe), kg	Arătură	Paraplow	Arătură	Paraplow	Diferență față de arătură, %
		2578	2947	35679,52	40786,48	+14,3
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			26984,74	32091,70	+18,9
	Eficiența energetică			4,10	4,69	+14,4
	Energia specifică, MJ/kg			3,37	2,95	-12,5

Tabelul A 8.2 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de porumb (premergător grâul de toamnă), agrofond – arătură, media pentru anii 2009-2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de Martorul 1, %
		Martorul 1	Martorul 2	Martorul 1	Martorul 2	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,32	3,32	2,42	2,42	-
	Forța de muncă intensivă, ore/om	-	160,00	-	267,2	-
	Motorină, litri	71,47	71,47	3423,41	3423,41	-
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Total energie investită			4790,63	5057,83	+5,6
Obținută	Recolta (boabe)	4003	5353	59484,58	79545,58	+33,7
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			54693,95	74487,75	+36,2
	Eficiența energetică			12,42	15,73	+26,7
	Energia specifică, MJ/kg			1,20	0,94	-21,7

Martorul 1 – în perioada de vegetație o cultivație între rânduri

Martorul 2 – în perioada de vegetație o cultivație + două prașile manuale

Tabelul A 8.3 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de porumb (premergător grâul de toamnă), agrofond – paraplow, media pentru anii 2009, 2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de Martorul 1, %
		Martorul 1	Martorul 2	Martorul 1	Martorul 2	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,25	3,25	2,37	2,37	-
	Forța de muncă intensivă, ore/om	-	160,00	-	267,2	-
	Motorină, litri	60,90	60,90	2917,11	2917,11	-
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Total energie investită			4284,28	4551,48	+6,2
Obținută	Recolta (boabe)	3145	5024	46734,70	74656,64	+59,7
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			42450,42	70105,16	+65,1
	Eficiența energetică			10,91	16,40	+50,3
	Energia specifică, MJ/kg			1,36	0,91	-33,1

Martorul 1 – în perioada de vegetație o cultivație între rânduri

Martorul 2 – în perioada de vegetație o cultivație + două prașile manuale

Tabelul A 8.4 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de porumb (premergător grâul de toamnă), variantă cu erbicide, media pentru anii 2009, 2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de arătură, %
		Arătură	Paraplow	Arătură	Paraplow	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,98	3,91	2,91	2,85	-2,1
	Motorină, litri	81,15	70,58	3887,09	3380,78	-13,0
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Erbicide, kg	2	2	930,2	930,2	-
	Total energie investită			6185,00	5678,63	-8,2
Obținută	Recolta (boabe)	4981	4688	74017,66	69663,68	-5,9
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			67832,66	63985,05	-5,7
	Eficiența energetică			11,97	12,27	+2,5
	Energia specifică, MJ/kg			1,24	1,21	-2,5

Tabelul A 8.5 Structura și eficiența energetică la cultura permanentă de porumb al 27-lea și 28-lea an, agrofond – arătură, media pentru anii 2009-2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de Martorul 1, %
		Martorul 1	Martorul 2	Martorul 1	Martorul 2	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,32	3,77	2,42	2,75	+13,6
	Motorină, litri	71,47	79,99	3423,41	3831,52	+11,9
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Total energie investită			4790,63	5199,07	+8,5
Obținută	Recolta (boabe), kg	2185	5066	32469,10	75280,76	+31,9
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			27678,47	70081,69	+153,2
	Eficiența energetică			6,78	14,48	+113,6
	Energia specifică, MJ/kg			2,19	1,03	-37,0

Martorul 1 – în perioada de vegetație o cultivație între rânduri

Martorul 2 – în perioada de vegetație lucrare mecanizată intensivă

Tabelul A 8.6 Structura și eficiența energetică la cultura permanentă de porumb al 27-lea și 28-lea an, agrofond – paraplow, media pentru anii 2009-2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de Martorul 1, %
		Martorul 1	Martorul 2	Martorul 1	Martorul 2	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,25	3,70	2,37	2,70	+13,9
	Motorină, litri	60,9	69,42	2917,11	3325,22	+14,0
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Total energie investită			4284,28	4692,72	+9,5
Obținută	Recolta (boabe), kg	1624	4158	24132,64	61787,88	+156,0
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			19848,36	57095,16	+187,7
	Eficiența energetică			5,63	13,17	+133,9
	Energia specifică, MJ/kg			2,64	1,13	-57,2

Martorul 1 – în perioada de vegetație o cultivăție între rânduri

Martorul 2 – în perioada de vegetație lucrare mecanizată intensivă

Tabelul A 8.7 Structura și eficiența energetică la cultura permanentă de porumb al 27-lea și 28-lea an, variantă cu erbicide, media pentru anii 2009-2010

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de arătură, %
		Arătură	Paraplow	Arătură	Paraplow	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,98	3,91	2,91	2,85	-2,1
	Motorină, litri	81,15	70,58	3887,09	3380,78	-13,0
	Mașini, kg	15	15	1131,00	1131,00	-
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Erbicide, kg	2	2	930,2	930,2	-
	Total energie investită			6185,00	5678,63	-8,2
Obținută	Recolta (boabe)	4871	4318	72383,06	64165,48	-11,4
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			66198,06	58486,85	-11,6
	Eficiența energetică			11,70	11,30	-3,4
	Energia specifică, MJ/kg			1,27	1,32	+3,9

Tabelul A 8.8 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de grâu de toamnă (premergător grâu de toamnă) în cadrul sistemelor tehnologice convențională și conservative, anii 2014-2015

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de arătură, %
		Arătură	No-till	Arătură	No-till	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	2,90	2,48	2,12	1,81	-14,6
	Motorină, litri	51,71	33,23	2476,91	1591,72	-35,7
	Mașini, kg	10	5	754,00	377,00	-50,0
	Semințe, kg	200	200	3340,00	3340,00	-
	Erbicide, kg	-	2	-	930,2	-
	Îngrășăminte - NH_4NO_3 (nitrat de amoniu) -100 kg/ha din care N - 34,5 kg	34,5	34,5	2121,75	2121,75	-
	Total energie investită			8694,78	8362,28	-3,8
Obținută	Recolta (boabe), kg	2117	2925	29299,28	40482,00	+38,2
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			20604,50	32119,72	+55,89
	Eficiența energetică			3,37	4,84	+43,66
	Energia specifică, MJ/kg			4,11	2,86	-30,39

Tabelul A 8.9 Structura și eficiența energetică în agroecosistemele de porumb (premergător porumb) în cadrul sistemelor tehnologice convențională și conservativă, anii 2014, 2015

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de arătură, %
		Arătură	No-till	Arătură	No-till	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,65	2,78	2,67	2,03	-24,0
	Motorină, litri	76,31	39,10	3655,25	1872,89	-48,8
	Mașini, kg	15	5	1131,00	377,00	-66,7
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Erbicide, kg	1	5	465,10	2325,50	+400
	Total energie investită			5487,82	4811,22	-12,3
Obținută	Recolta (boabe), kg	5438	5820	80808,68	86485,20	+7,0
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			75320,86	81673,98	+8,4
	Eficiența energetică			14,73	17,98	+22,1
	Energia specifică, MJ/kg			1,01	0,83	-17,8

Tabelul A 8.10 Structura și eficiența energetică la cultura permanentă de porumb al 32-lea și al 33-lea an în cadrul sistemelor tehnologice convențională și conservative, anii 2014-2015

Sursa de energie		Cantitatea utilizată pe unitatea de suprafață (ha)		Echivalentul total de energie, MJ/ha		Diferență față de arătură, %
		Arătură	No-till	Arătură	No-till	
Investită	Forța de muncă ușoară (conducerea tractorului), ore/om	3,65	2,78	2,67	2,03	-24,0
	Motorină, litri	76,31	39,10	3655,25	1872,89	-48,8
	Mașini, kg	15	5	1131,00	377,00	-66,7
	Semințe, kg	14	14	233,80	233,80	-
	Erbicide, kg	1	5	465,10	2325,50	+400
	Total energie investită			5487,82	4811,22	-12,3
Obținută	Recolta (boabe), kg	4552	4957	67642,72	73661,02	+8,9
Indici energetici	Energia netă, MJ/ha			62154,90	68849,80	+10,8
	Eficiența energetică			12,33	15,31	+24,2
	Energia specifică, MJ/kg			1,21	0,97	-19,8

Act de implementare
a rezultatelor tezei de doctor a doamnei Macrii Lucia
“Caracteristica și evaluarea indicilor ecopedologici fizico-mecanici a
agroecosistemelor Moldovei Centrale”
în S.R.L. ”CIMCAZAC” din s. Cimișeni, raionul Criuleni

În baza studiului agroecologic efectuat de dna Macrii Lucia în cadrul tezei de doctor în SRL ”CIMCAZAC” pe o suprafață de 230 ha au fost aplicate recomandări privind minimizarea lucrării solului la grâul de toamnă – arătura solului a fost înlocuită cu lucrări ale solului fără răsturnarea brazdei, ceea ce a contribuit la reducerea consumului de motorină cu 21% și majorarea recoltei cu 15% comparativ cu varianta arătură (anul agricol 2015-2016).

Determinarea eficienței energetice a agroecosistemelor de grâu de toamnă cu lucrare redusă și convențională a arătat, că din contul reducerii consumului de motorină și majorării productivității varianta cu lucrarea redusă a solului a obținut o eficiență energetică mai mare cu 22%, comparativ cu varianta arătură.

Administratorul S.R.L. ”CIMCAZAC”

Macrii Lucia
Căzaci Vasile



DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnata, Macrii Lucia, declar pe propria răspundere că materialele prezentate în teza de doctor se referă la propriile cercetări științifice, în caz contrar urmând să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Macrii Lucia _____

Data _____

CURRICULUM VITAE

MACRII Lucia

Data și locul nașterii: 16 ianuarie 1986

s. Sadovoe, r. Glodeni, Republica Moldova

Studii:

- 2008-2010 și 2014-2015 Studii în doctorantură;
- 2004-2008 Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Facultatea Agronomie, specialitatea Ecologia și protecția mediului ambiant;
- 2001-2004 Liceul teoretic „B.P. Hajdeu”, or. Bălți.

Cursuri de calificare/perfecționare:

- Noiembrie 2009 – Aprilie 2010. Cursuri de formare continuă la Modulul Psihopedagogic în cadrul proiectului bilateral de colaborare a Universității Agrare de Stat din Moldova și Institutul de Educație și Comunicare din Praga (Republica Cehă).
- 10-11 februarie 2017. Formare privind „Elaborarea și managementul proiectelor europene” organizată de Agence Universitaire de la francophonie (Europe centrale et orientale Antenne de Chisinau).

Activitatea profesională:

- 2018 – prezent, laborant, cercetător științific stagiar, catedra Agroecologie și Știința Solului, Universitatea Agrară de Stat din Moldova;
- 2015-2016 lector universitar (prin cumul), catedra Agroecologie și Știința Solului, Universitatea Agrară de Stat din Moldova;
- 2008-2010 asistent universitar (prin cumul), cercetător științific stagiar, catedra Agroecologie și Știința Solului, Universitatea Agrară de Stat din Moldova;

Domeniile de activitate științifică:

- agroecologie;
- cercetarea indicilor fizici și fizico-mecanici ai solului în agroecosisteme.
- determinarea și evaluarea eficienței energetice a agroecosistemelor.

Participări la întruniri științifice internaționale:

- Simpozion Științific Internațional „100 ani de la nașterea distinsului savant și om de stat Mihail Sidorov” din 30-31 octombrie, 2014, UASM, Chișinău;
- Conferința internațională „Agricultura pentru viață, viața pentru agricultură” din 9-11 iunie, 2016, USAMV, București, România.



Lucrări științifice publicate:

- Articole în reviste de circulație națională – 2;
- Articole în culegeri naționale – 3;
- Teze – 2;
- Articole în reviste internaționale – 3.

Participări în proiecte științifice naționale și internaționale:

- 2016 – în derulare. 16.80013.5007.03/Ro “Evaluarea comparativă a sistemelor convenționale și conservative de lucrare a solului privind sechestrarea carbonului și fondarea agroecosistemelor durabile” (Proiect bilateral RM – România, Cluj-Napoca).
- 2015 – în derulare. PI 15.817.05.27A „Cercetări agroecologice comparative privind sistemele convenționale și conservative de lucrare a solului în scopul utilizării raționale a resurselor naturale și promovării agriculturii durabile.” (Proiect instituțional).
- 2010 – 2008 – 016 „Fertilitatea și productivitatea solurilor și terenurilor în dependență de condițiile pedoecologice și modelurile de gospodărire. Proiect la comanda de Stat.

Premii și mențiuni:

- 2016 - Diplomă de participare la Conferința internațională „Agricultura pentru viață, viața pentru agricultură” din 9-11 iunie, 2016, USAMV, București, România.

Competențe lingvistice: Limba română – maternă; Limba rusă (scris/vorbit) – foarte bine; Limba engleză (scris/vorbit) – bine.

Starea civilă: Căsătorită.

Date de contact:

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

Universitatea Agrară de Stat din Moldova,

Catedra: Agroecologie și Știința Solului

Tel. + 373 22 43 21 83

Tel. mob. + 373 79234691

e-mail: luciamacrii@yahoo.com

lmacrii@mail.ru