

**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**

Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole

**CHIȘINĂU, 2018**

**Teza a fost elaborată în cadrul catedrei Agroecologie și Știința Solului  
a Universității Agrare de Stat din Moldova**

**Conducător științific:**

**UNGUREANU Valentin** membru cor. al AȘM, doctor habilitat în biologie, profesor univ.

**Consultant științific:**

**ANDRIUCĂ Valentina** doctor în științe agricole, conferențiar universitar

**Referenți oficiali:**

**CERBARI Valerian** doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar, IPAPS „N. Dimo”  
**JIGĂU Gheorghe** doctor în științe agricole, conferențiar universitar, USM

Consiliul Științific Specializat a fost aprobat de către Consiliul de Conducere al ANACEC prin decizia nr. 7 din 11.05.2018, în următoarea componență:

**BOINCEAN Boris** *Președinte*, doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător, ICCS ”Selecția”  
**CAZMALÎ Nicolai** *Secretar științific*, doctor în științe agricole, conferențiar universitar, UASM  
**ANDRIEȘ Serafim** doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător, academician, IPAPS “Nicolae Dimo”  
**RURAC Mihai** doctor în științe agricole, conferențiar universitar, UASM  
**DUBIȚ Daniela** doctor în științe agricole, conferențiar universitar, UASM

Susținerea va avea loc la „27” decembrie 2018, ora 14<sup>00</sup> în ședința Consiliului științific specializat **D 60.411.10-01** din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, pe adresa: MD-2049, mun. Chișinău, str. Mircești 50, catedra: Agroecologie și Știința Solului (aula 105), tel.: (+ 373 22) 43-21-83, fax: (+ 373 22) 31-22-65, e-mail: [n.cazmali@gmail.com](mailto:n.cazmali@gmail.com), [lmacrii@mail.ru](mailto:lmacrii@mail.ru)

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca Republicană Științifică a Universității Agrare de Stat din Moldova și pe pagina web a ANACEC ([www.cnaa.md](http://www.cnaa.md)).

Autoreferatul a fost expediat la „23” noiembrie 2018

**Secretar științific al Consiliului științific specializat,**

**CAZMALÎ Nicolai,**  
doctor în științe agricole, conferențiar universitar

\_\_\_\_\_

**Consultant științific:**

**ANDRIUCĂ Valentina,**  
doctor în științe agricole, conferențiar universitar

\_\_\_\_\_

**Autor:**

**MACRII Lucia**

\_\_\_\_\_

(© Macrii Lucia, 2018)

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**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 [4].

Promovarea agroecosistemelor sustenabile poate fi efectuată prin evidențierea factorilor și componentelor funcționale la diferite nivele, forme de organizare și management agricol. Studiarea 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 [17], și prin elementele de fertilitate a solului determină obținerea recoltelor înalte și stabile [9]. În prezent aceste proprietăți sunt slab cercetate, evaluate și utilizate la majorarea potențialului productiv al agroecosistemului [5]. 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 autoreabilitare 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.

**Descrierea situației în domeniul de cercetare și identificarea problemelor de cercetare.** Până în prezent cercetarea proprietăților fizico-mecanice ale solului în RM s-a efectuat în aspect genetic (la nivel de tip și subtip) de către Andriucă Valentina [28]. Totodată, evaluarea în aspect agroecologic și monitorizarea parametrilor fizici și fizico-mecanici în timp și spațiu la nivel de agroecosistem sunt surse informaționale mai utile [2, 3, 19, 21] care pot depista valorilor critice ale influenței impactului antropogen asupra solului. Evaluările comparative ale proprietăților fizico-mecanice a solului agroecosistemelor stabilesc mai corect rolul texturii, evidențiază mai rapid degradările structurii și microstructurii, modificările compoziției chimice, micșorării conținutului de materie organică și altele [21, p. 416], permit optimizarea agroecosistemelor și menținerea stării de calitate ecologică și capacității de producție a solului. În studiul actual au fost incluse multiple agroecosisteme diferențiate după intensitatea factorului antropic, ceea ce a permis identificarea modificărilor care au loc în sol și agroecosisteme, inclusiv în raport cu varianta de fond – pârlăoagă. Solul obiectelor cercetate (cernoziomul carbonatic lutos) și condițiile meteorologice sunt identice. Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că proprietățile fizice și fizico-mecanice degradează pe măsură ce crește nivelul impactului antropic în agroecosistem, exprimat prin intensificarea lucrării solului și aportul insuficient de materie organică.

Actualitatea și importanța problemei cercetate se amplifică datorită aprecierii comparative a agroecosistemelor culturilor de câmp în baza evaluării conversiei de energie.

**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 agroecozoze; 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.

**Metodologia cercetării științifice.** Metodele de cercetare și evaluare corespund celor utilizate în cadrul monitoringului ecopedologic calitativ și a celui agroecologic [7].

**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.

**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 agroecozoze și impact agricol.

**Valoarea aplicativă a lucrării.** 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.

**Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere:** 1) exploatarea îndelungată, intensivă a cernoziomului carbonatic în agricultură a dus la degradarea vădită a însușirilor fizice, fizico-mecanice și chimice ale acestuia; 2) proprietățile fizice și fizico-mecanice se recomandă să fie utilizate ca indici diagnostici privind degradarea stării de calitate fizică a solului în agroecosisteme la diferite nivele de impact antropic;

3) minimizarea lucrărilor solului și fertilizarea organică influențează pozitiv restabilirea însușirilor fizice și fizico-mecanice ale solului; 4) structura și hidrostabilitatea structurală a solului arabil degradează semnificativ sub tehnologiile aplicate, maximal sub ogorul negru; 5) aderența solului în agroecosisteme necesită determinare la sfârșitul perioadei active de vegetație – timp în care procesele fizice din sol se echilibrează și exprimă influența agrocenozei și a elementelor tehnologice; 6) lucrarea conservativă a solului (No-till) majorează eficiența energetică a agroecosistemelor de grâu de toamnă și porumb, determinată în mare parte de productivitatea acestora.

**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.

**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.

**Publicații științifice.** Pe baza cercetărilor au fost publicate 8 lucrări științifice.

**Volumul și structura tezei.** Teza este expusă pe 120 pagini text de bază și constă din adnotare, introducere, trecere în revistă, obiecte și metode de cercetare, rezultatele investigațiilor în 3 capitole, concluzii generale și recomandări, indicele bibliografic include 213 surse. Materialul ilustrativ include 31 figuri, 37 tabele și 9 anexe, volumul total al lucrării constituie 193 pagini.

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

## CONȚINUTUL LUCRĂRII

Partea introductivă a tezei include actualitatea și importanța problemei abordate, expunerea scopului și obiectivelor lucrării, argumentarea problemei științifice, importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării.

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

Capitolul include descrierea necesității cercetării proprietăților agrofizice și fizico-mecanice ale solului în agroecosisteme. Sunt prezentate rezultatele cercetărilor din RM și de peste hotare privind dinamica proprietăților agrofizice (densității aparente, porozității, structurii) și fizico-mecanice ale solului (rezistenței la penetrare, aderenței, plasticității, gonflării) în agroecosisteme, inclusiv studii cu referire la diverse procedee tehnologice care modifică proprietățile agrofizice și fizico-mecanice.

## 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 – pârloagă. Cercetările au fost efectuate la SDE „Chetrosu” a UASM, r. Anenii-Noi, în două staționare de lungă durată. Solul obiectelor studiate este cernoziom carbonatic lutos submoderat humifer. Condițiile meteorologice au fost comune pentru obiectele de cercetare.

1. *Staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului (fondat în 1970)* include asolamentul cu următoarea rotație a culturilor: mazăre boabe – grâu de toamnă – porumb boabe (1) – porumb boabe (2) – lucerna pe solă săritoare. Până în anul 2013 în staționar au fost studiate 4 agrofonduri în funcție de lucrarea de bază și îngrășăminte (din a. 2003 postacțiunea): 1) arătură cu plug cu cormană, îngrășăminte - gunoi de grajd 60 t/ha, o dată în rotație, după recoltarea grâului; 2) lucrarea de bază cu paraplow, îngrășăminte - gunoi de grajd 60 t/ha o dată în rotație după recoltarea grâului; 3) arătură, îngrășăminte verzi (rapița de toamnă) +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  kg s.a./ha aplicate o dată în rotație; 4) paraplow, îngrășăminte verzi (rapița de toamnă) +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  kg s.a./ha. Cercetările au avut loc 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.

2. *Staționarul cu culturi permanente (fondat în 1955)* include agroecosisteme diferențiate semnificativ după intensitatea factorului antropic: ogor negru; ierburi perene semănate (lucerna); pârloagă.

### 2.2 Caracteristica meteorologică

Evaluarea datelor privind cantitatea de precipitații atmosferice și temperatura aerului la SDE „Chetrosu” confirmă tendința încălzirii globale, constatată în ultimele decenii. Comparativ cu media multianuală (1881-2003) de  $+9,9^{\circ}\text{C}$ , temperatura aerului în anii de cercetare 2008-2010 a crescut cu  $+1,3^{\circ}\text{C}$ , iar în anul agricol 2013-2014 cu  $+1,7^{\circ}\text{C}$ . Condițiile meteorologice evaluate conform coeficientului hidrotermic (CHT) caracterizează anii agricoli 2008-2009 și 2009-2010 ca ani cu umiditate suficientă, iar anul agricol 2013-2014 ca an secetos.

### 2.3. Metode de cercetare și evaluare a rezultatelor

Metodele de cercetare sunt cele adoptate pe plan național. Pentru probele de sol recoltate din profilele cercetate s-au efectuat analize de laborator cu utilizarea metodelor clasice, GOST-urilor și Standardelor în vigoare, cele utilizate în cadrul monitoringului agroecologic.

**Proprietățile fizico-chimice generale:** humusul – metoda Tiurin în modificarea lui Simacov (STAS 26213–84) [11, 27]; apa higroscopică – STAS 5180-84 [10, p. 34-36; 30]; cationii de schimb – extragerea cu NaCl; carbonații – metoda gazovolumetrică; reacția ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ) – metoda potențiomtrică [27]; alcătuirea granulometrică – metoda pipetei, pregătirea solului după Kacinschi, dispersarea în soluție  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (STAS 12536-79) [30, p. 31-42].

**Proprietățile agrofizice:** densitatea – metoda picnometrului; densitatea aparentă (STAS 5180-84); porozitatea totală – prin calcul; umiditatea solului – prin uscare în etuvă la  $t^\circ=105^\circ$  și cântărire; alcătuirea structurală, cernere uscată – metoda de cernere prin site; hidrostabilitatea agregatelor – metoda Savvinov; coeficientul de ofilire – metoda vegetativă [30]; diapazonul apei active – prin calcul [6, p.73-75]; gradul de tasare – prin calcul [8, p. 48].

**Proprietățile fizico-mecanice:** rezistența la penetrare – cu penetrometrul Golubev [32]; limitele și indicii de plasticitate – metoda Vasiliev A. (STAS 5183-77); gonflarea – (STAS 24143-80) cu aparatul PNG pe probe deranjate, cu păstrarea microstructurii, starea aero-uscată și densitatea aparentă constantă ( $1,3 \text{ g/cm}^3$ ); aderența – metoda Kacinski N. – pe suprafețe metalice de  $10 \text{ cm}^2$ , presiunea pe disc –  $0,005 \text{ MPa}$ , durata 30 de secunde, 10 repetări [30, p.114-126].

**Recolta** - determinată de pe toată suprafața parcelelor, raportată la umiditatea standard (cereale – 14%, leguminoase – 12%).

**Conversia energetică** conform coeficienților energetici după Gliessman [22], Pimentel [26]. Indicii energetici [18] au fost determinați conform următoarelor relații: 1) Eficiența energetică = Energia obținută (MJ/ha) / Energia investită (MJ/ha); 2) Energia specifică = Energia investită (MJ/ha) / Productivitate (kg/ha); 3) Energia netă = Energia obținută (MJ/ha) – Energia investită (MJ/ha).

**Prelucrarea statistică a datelor:** metoda analizei de dispersie după Dospheov B. [31]; programul de analiză a datelor Statgraphics Centurion XVII.

În evaluarea rezultatelor s-au utilizat clase de valori ale proprietăților chimice, agrofizice și fizico-mecanice ale solurilor aplicate în RM și România.

### **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 fizice și fizico-chimice generale sunt de regulă parte componentă a bazei de diagnosticare a stării de calitate a solului.

Alcătuirea granulometrică este o însușire fizică de care în mare măsură depinde starea de calitate a solului utilizat în agricultură, întrucât joacă un rol important în determinarea multor altor însușiri fizice și chimice ale solului.

Canarache A. [6] indică, că spre deosebire de alte însușiri, această proprietate nu poate fi modificată, din aceste considerente toate tehnologiile agricole trebuie să se adapteze la specificul textural al solurilor.

Pe terasele râului Bîc, locul amplasării obiectului de cercetare, textura este lutoasă cu conținut mare de nisip fin (Tabelul 3.1) ceea ce favorizează lucrarea solului la umiditatea maturității fizice. Partea negativă a acestui tip de textură este conținutul mic de apă la capacitatea de câmp și de substanță organică în sol.

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
Pârloagă (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

Conținutul de humus în solul agroecosistemelor cercetate variază în limitele 2,5-3,4% pentru stratul 0-10 cm, micșorându-se pe profil la 1,4-2,6% la adâncimea de 50-60 cm. Varianta de fond – pârloagă (55 ani) a înregistrat cel mai mare conținut de humus. Conform claselor de evaluare [7] pe variantele pârloagă și lucernă (55 ani) cernoziomul carbonatic (în stratul de 0-30 cm) corespunde clasei moderat humifere (3-4%) iar în asolament – clasei submoderat humifere (2-3% humus). Aceasta confirmă o dehumificare puternică a solului cercetat.

Reacția cernoziomului carbonatic exprimată prin valorile pH-lui se plasează în limitele 7,5-8,3 și este slab alcalină. Suma cationilor adsorbiți ( $\text{Ca}^{++}$  și  $\text{Mg}^{++}$ ) la adâncimea 0-60 se încadrează în diapazonul 19,7-28,8 me/100g sol, iar coraportul cationilor de  $\text{Ca}^{++}$  și  $\text{Mg}^{++}$  este de tip cernoziomic (4-5). Conținutul carbonaților variază în limitele 0,9-1,3% în stratul 0-10 cm și crește la valori de 4,2-10,1% la adâncimea de 50-60 cm.

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

Experiențele de lungă durată aplicate în staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului au inclus agroecosisteme diferențiate prin lucrarea de bază a solului (arătură/paraplow) și postacțiunea fondului de fertilizare (gunoi de grajd/îngrășăminte verzi+NPK). Acestea furnizează date prețioase privind starea agrofizică a solului ca răspuns la tehnologiile aplicate. Cercetarea stării de așezare a solului în stratul arabil (0-30 cm) și subarabil (30-60 cm) s-a efectuat prin evaluarea: densității fazei solide, densității aparente, porozității totale, gradului de tasare și rezistenței la penetrare (Tabelul 3.2).

Densitatea fazei solide a cernoziomului carbonatic variază în limitele 2,61-2,65 g/cm<sup>3</sup> pentru stratul de sol 0-60 cm. Repartizarea indicilor pe profil este specifică



Tabelul 3.2. Însușirile agrofizice în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea fertilizării, martorul 2, anul agricol 2008-2009

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm <sup>3</sup>	DA, g/cm <sup>3</sup>	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm <sup>2</sup>	W, % g/g
<b>Agrocenoza grâului de toamnă – faza de înspicare</b>						
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 <sub>0,05</sub>	0,05	1,8	-	1,9	0,5
<b>Agrocenoza de mazăre – faza legatul păstăilor</b>						
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 3.2. (continuare)

Adâncimea, cm	Densitatea, g/cm <sup>3</sup>	DA, g/cm <sup>3</sup>	PT, % v/v	GT, % v/v	RP, kgf/cm <sup>2</sup>	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 <sub>0,05</sub>	0,05	2,0	-	2,2	0,6

locației și se explică prin amplasarea Stațiunii Didactice Experimentale “Chetrosu” pe terasele înalte ale râului Bîc.

S-a constatat, că în stratul arabil (0-30 cm) însușiri agrofizice mai favorabile au fost evidențiate pentru varianta cu lucrarea redusă a solului (paraplow) și îngrășăminte organice (postacțiunea). Aici valorile densității aparente (1,03-1,26 g/cm<sup>3</sup>) indică o așezare afânată a solului [10], porozitate totală foarte bună (55,5-61,0%), iar gradul de tasare în stratul 0-10 cm este extrem de mic (-21, -24) [6].

Mai mulți cercetători au demonstrat, că pentru majoritatea culturilor creșterea sistemului radicular încetinește sau stagnează când rezistența solului la penetrare depășește 2 Mpa (sau cca. 20,4 kgf/cm<sup>2</sup>) [23, 25]. După Bahtin P. [29, p. 118] cel mai ușor sunt lucrute solurile cu valori ale penetrării cuprinse între 10-20 kgf/cm<sup>2</sup>. Datele obținute au demonstrat valori optime ale rezistenței la penetrare pentru creșterea rădăcinilor în straturile superficiale de sol pentru toate variantele studiate. În agroecosistemul de mazăre, pe varianta paraplow cu îngrășăminte organice indici ai rezistenței la penetrare optimați (3,1-17,8 kgf/cm<sup>2</sup>) au fost evidențiați pe un segment mai mare din profil (0-40 cm). Corelațiile 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  $0,67 \pm 0,16$  respectiv.

Stratul subarabil se evidențiază cu așezare mai compactă a solului pe toate agrofondurile cercetate cu valori mai mari ale densității aparente (1,25-1,38 g/cm<sup>3</sup>), a gradului de tasare (-7...4), a rezistenței la penetrare (21-31,8 kgf/cm<sup>2</sup>). Valori maxime ale acestor caracteristici au fost atribuite stratului de 30-40 cm.

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

Cercetarea în dinamică a proprietăților agrofizice ale solului sub agrocenoze din asolament a stabilit, că pe agrofonduri similare, proprietățile agrofizice generale sunt influențate și de particularitățile morfologice ale agrocenozei - în deosebi tipul sistemului radicular, faza de dezvoltare, cultura premergătoare ș.a. Cercetările au

arătat, că agrocenoza grâului de toamnă contribuie la afânarea straturilor superioare de sol prin sistemul radicular fasciculat concentrat în partea de sus a profilului, pe când rădăcinile viguroase ale porumbului contribuie la decompactarea stratului subarabil.

În staționarul cu culturi permanente solul înțelenit (55 ani) se caracterizează cu cele mai optimale condiții fizice. Cercetările densității aparente efectuate în dinamică (lunile martie și august) au arătat, că în condiții de secetă pedologică (8,7-11,3%), determinată la finele perioadei de vegetație, cernoziomul carbonatic înțelenit rămâne a fi foarte afânat ( $1,12 \text{ g/cm}^3$ ) în stratul 0-10 cm. La extrema opusă se situează agroecosistemul ogor negru, caracterizat prin degradări și însușiri agrofizice nefavorabile. Aici cercetările densității aparente a solului arată prezența unui strat compactat ( $1,31 \text{ g/cm}^3$ ) la adâncimea 20-40 cm - primăvara și o compactare pronunțată ( $1,44 \text{ g/cm}^3$ ) în stratul 10-20 cm la sfârșitul perioadei de vegetație.

Cercetarea proprietăților agrofizice în dinamică a evidențiat unele legități de modificare a umidității, densității aparente, rezistenței la penetrare, gradului de tasare a solului din diverse agroecosisteme în perioada de vegetație activă, iar indicii sensitivi ai degradării agrofizice a cernoziomului carbonatic lutos sunt mai palpabili spre sfârșitul perioadei active de vegetație. Acestea vor influența semnificativ regimul apei în sol.

### **3.4. Alcătuirea structurală a cernoziomului carbonatic în diverse agroecosisteme**

Alcătuirea structurală furnizează date prețioase privind bunăstarea fizică și chimică a solului. În agroecosisteme structura cernoziomului carbonatic s-a studiat prin metoda cernerii uscate și umede (Figurile 3.1 și 3.2), iar evaluarea datelor obținute a constatat, că structura solului arabil poate fi monitorizată mai corect prin determinarea hidrostabilității acesteia, dat fiind că înregistrează mai evident degradările.

Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că structura cernoziomului carbonatic arabil degradează, comparativ cu solul înțelenit (pârloagă) pe măsură ce crește intensitatea factorului antropic: conținutul agregatelor hidrostabile agronomic valoroase (0,25-10 mm) din stratul arabil (0-30 cm) s-a micșorat cu cca. 33% în agroecosistemele din asolament și culturi permanente (porumb, lucernă) și cu cca. 59% sub ogorul negru (Figura 3.2). Conform claselor de valori hidrostabilitatea structurală a cernoziomului carbonatic sub culturi de câmp în stratul arabil a coborât cu 2-3 clase de valori, comparativ cu varianta pârloagă, caracterizată cu hidrostabilitate structurală foarte mare și bună, în timp ce la ogorul negru hidrostabilitatea structurală a coborât cu 3-4 clase de valori. La fel se constată, că lucerna în cultura permanentă nu contribuie semnificativ la restabilirea și formarea structurii stabile. În cernoziomul carbonatic arabil s-a marcat creșterea cotei agregatelor hidrostabile cu adâncimea, fapt datorat impactului antropic și structurizării false – consecință a compactării.

Cercetarea ulterioară a lucrărilor convențională (arătură) și conservativă (No-till) a solului au relevat o tendință de îmbunătățire a structurii cernoziomului carbonatic pe varianta No-till unde conținutul agregatelor hidrostabile în stratul de 10-30 cm este cu cca. 9% mai mare, comparativ cu varianta clasică de lucrare.

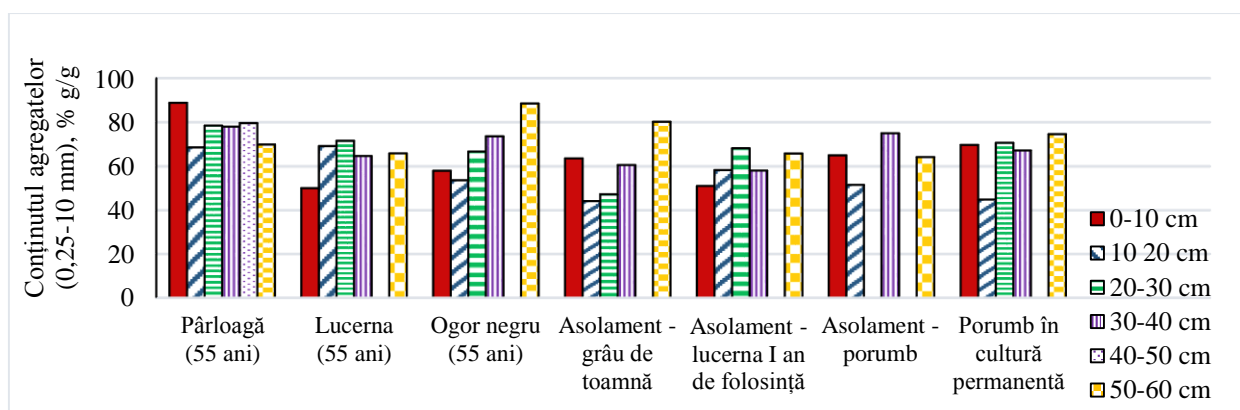


Fig. 3.1. Conținutul agregatelor agronomice valoroase (10-0,25 mm), % g/g ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu divers impact antropic

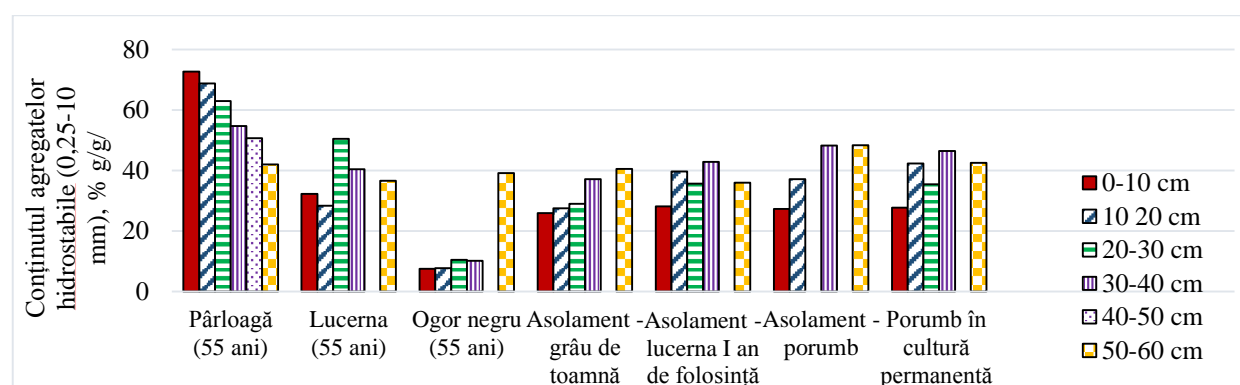


Fig. 3.2. Conținutul agregatelor hidrostabile 10-0,25 mm, % g/g ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu divers impact antropic

#### 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

Plasticitatea solului în diverse agroecosisteme a fost caracterizată prin limitele (superioară, inferioară) și indicele de plasticitate.

Rezultatele cercetării cernoziomului carbonatic lutos în asolament pe agrofonduri diferențiate după lucrarea de bază a solului (arătură, paraplow) și postacțiunea îngrășămintelor (minerale, organice) nu au demonstrat modificări semnificative între variante, fapt datorat texturii solului. Limita superioară de plasticitate a înregistrat valori scăzute (33,2-35,8%) în stratul arabil (0-30 cm) și valori mai mari (34,0-38,0%) pentru stratul subarabil de 30-60 cm. Limita inferioară a plasticității se caracterizează cu parametri omogeni pe profil (18,1-20,6%), iar indicele de plasticitate crește cu adâncimea în diapazonul 13,1-19,1%. Potrivit claselor de valori ale proprietăților fizico-mecanice plasticitatea cernoziomului carbonatic arabil se încadrează în clasa cu valori scăzute [28]. Asupra plasticității solului influențează condițiile specifice locale ale râului Bîc. Pentru optimizarea stării de plasticitate sunt necesare unele măsuri agrotehnice complexe, diferențiate pe agrofonduri, care ar tampona acțiunile impactului negativ agrotehnic. Ca soluție ar fi majorarea conținutului de materie

Tabelul 4.1. Plasticitatea cernoziomului carbonatic sub influența impactului antropic

Plasticitatea, %	Adâncimea, cm		Agroecosisteme					
			în cultură permanentă			în asolament		
			Pârloagă (55 ani)	Lucernă (55 ani)	Ogor negru (55 ani)	Porumb (28 ani)	Porumb	Lucerna (1 an de folosire)
Limita superioară	0-30	min	34,9	32,8	29,5	34,7	34,3	33,8
		max	38,8	35,2	30,3	36,4	35,4	35,8
	30-60	min	34,3	35,0	30,5	37,6	37,3	36,2
		max	35,6	35,4	35,1	38,3	38,2	37,4
DL <sub>0,05</sub> = 0,3								
Limita inferioară	0-30	min	19,5	18,8	17,6	19,5	19,0	19,0
		max	22,4	19,6	17,8	19,7	19,6	19,5
	30-60	min	19,1	18,6	17,9	19,4	19,7	19,0
		max	20,3	18,8	19,3	19,7	19,8	19,6
DL <sub>0,05</sub> = 0,6								

organică în sol prin aplicarea îngrășămintelor organice. Resturile organice lăsate la suprafață în cadrul lucrării conservative a solului (No-till) ar fi o componentă benefică.

Plasticitatea cernoziomului carbonatic utilizat sub porumb în cultură permanentă nu s-a modificat în raport cu asolamentul (Tabelul 4.1). Pe aceste variante limita superioară a plasticității este joasă în stratul arabil (33,8-36,4%) și medie în stratul subarabil (36,2-38,3%). Rezultatele demonstrează, că aici au loc procese fizice de degradare în stratul arabil la nivelul părții solide disperse a solului, ce duce la micșorarea intervalului optim de umiditate pentru efectuarea lucrărilor agricole. Valorile limitei inferioare de plasticitate sunt omogene pe adâncimea 0-60 cm (19,0-19,8%), iar indicele de plasticitate se situează în diapazonul 15-19%.

Agroecosistemele din staționarul cu culturi permanente (55 ani) – pârloagă, ogor negru, lucernă (Tabelul 4.1) permit de a evalua influența impactului antropic asupra solului și degradările acestora. Varianta de fond - pârloagă s-a evidențiat cu cele mai înalte valori ale limitelor de plasticitate în stratul 0-10 cm: 38,8% pentru limita superioară și 22,4% pentru limita inferioară, datorită conținutului de humus mai înalt și materiei organice labile semidescompuse. Acest agroecosistem prezintă cele mai benefice condiții ale stării de plasticitate a cernoziomului carbonatic, similare vegetației naturale. Extrema opusă solului înțelenit - ogorul negru prezintă varianta cu cei mai mici indici ai plasticității solului pentru stratul 0-40 cm (limita superioară – 29,5-30,5%; limita inferioară – 17,6-17,9%). În rezultatul lucrării intensive solul pierde o parte din hidrofilitatea texturală și microstructurală, iar umiditatea la care solul trebuie lucrat pentru a evita degradarea se micșorează. De aici rezultă un șir de concluzii legate de plasticitatea și valorile umidității de lucrare a solului.

Evaluarea datelor (Figura 4.1) a demonstrat, că amplificarea impactului antropic în agroecosisteme - în special prin intensificarea lucrării solului (ex. ogorul negru) micșorează plasticitatea cernoziomului carbonatic în raport cu varianta de fond - pârloagă. În rezultat plasticitatea solului s-a micșorat conform următorului șir: pârloagă (55 ani) > porumb în cultură permanentă, agroecosisteme din asolament (martorul 1) > agroecosisteme din asolament (martorul 2) > lucerna (55 ani) > ogorul negru (55 ani).

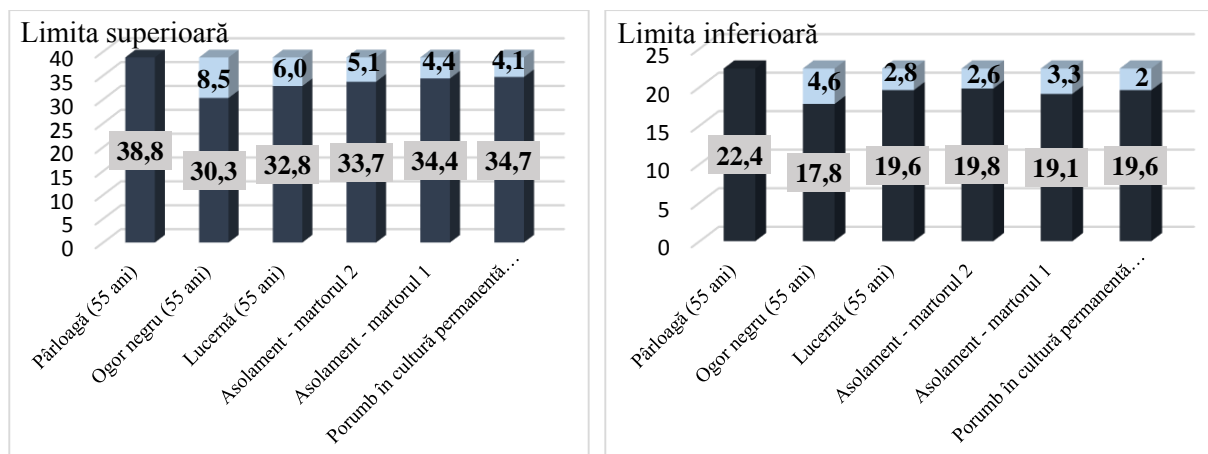


Fig. 4.1. Devierea plasticității (%) cernoziomului carbonatic arabil în stratul de 0-10 cm în funcție de nivelul impactului antropic

Rezultatele obținute confirmă, că plasticitatea poate evidenția degradarea ca urmare a impactului la care este supus solul, fiind un indice diagnostic al stării de calitate a solului în agroecosistem.

#### 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. Din punct de vedere agrotehnic prezintă interes aderența solului la umiditatea limitei inferioare a plasticității – limita superioară la care se permite lucrarea solului [28, 29].

Cercetarea aderenței cernoziomului carbonatic în funcție de agrofond (Figura 4.2) a demonstrat, că lucrarea solului cu paraplow și postacțiunea îngrășămintelor organice favorizează din punct de vedere fizico-mecanic stratul arabil. Aici valorile aderenței solului obținute la umiditatea limitei inferioare de plasticitate (19-20%) nu depășesc 0,16 kPa, în timp ce pe variantele cu arătură solul aderă cu forțe mai mari (0,2-0,29 kPa). Rezultatele obținute confirmă, că minimizarea lucrării solului însoțită de recuperarea sistematică a materiei organice contribuie la optimizarea aderenței solului.

Cercetările comparative ale aderenței solului efectuate sub agrocenoze de porumb în asolament și în cultură permanentă constată o stare fizico-mecanică a solului mai bună în favoarea asolamentului. Aderența solului determinată la valori apropiate limitei inferioare de plasticitate (19-20%) este omogenă (0,1-0,22 kPa) în stratul arabil pentru ambele variante cu porumb. În stratul subarabil se evidențiază adâncimea 30-40 cm, caracterizată cu aderență mai puțin favorabilă. În acest strat, sub agrocenoza de porumb în cultură permanentă, solul aderă cu 0,47 kPa la umiditatea capacității de câmp pentru apă (24%) și se încadrează la valorile medii (0,4-0,6 kPa), pe când în asolament aderența este scăzută (0,2-0,4 kPa).

În asolament aderența solului se micșorează sub culturile semănate dens (grâul de toamnă, lucerna) ca rezultat al omogenizării stratului arabil, în timp ce porumbul - cultură prășitoare majorează indicii aderenței solului.

Evaluarea în dinamică a aderenței și prezentarea grafică a rezultatelor (Figurile 4.3 și 4.4) permit înțelegerea detaliată a influenței umidității solului, indicilor agrofizici

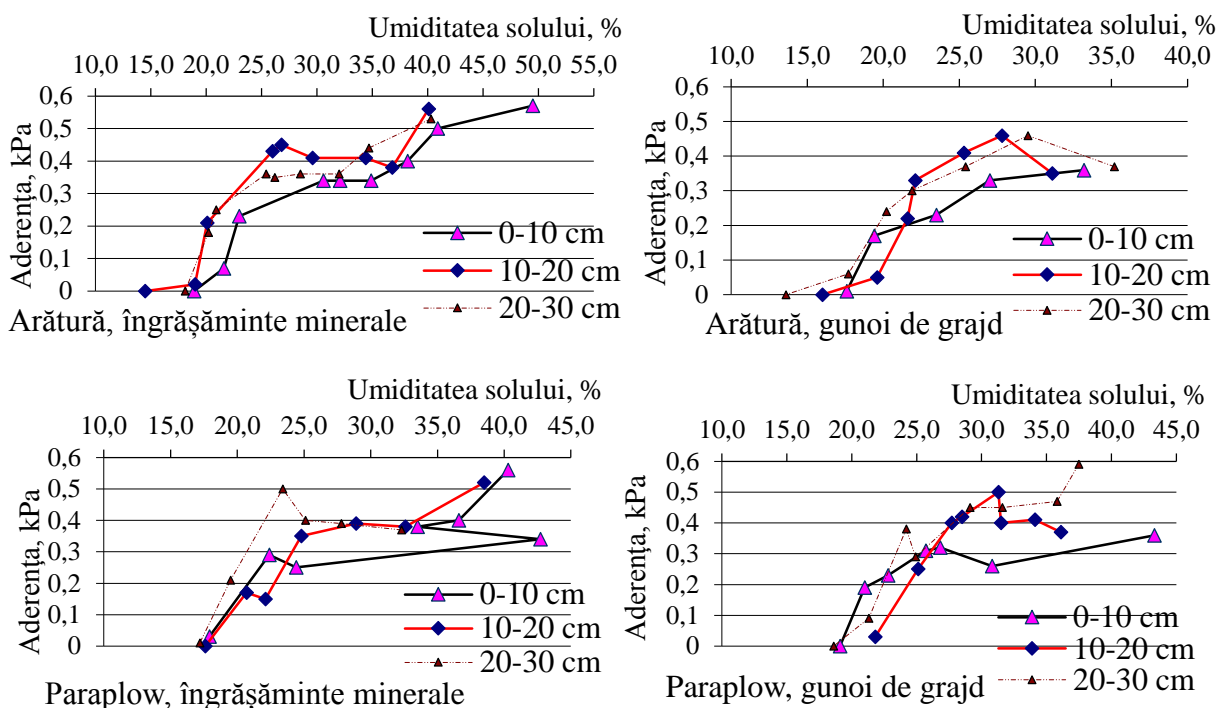


Fig. 4.2. Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic sub agrocezoza de mazăre în funcție de lucrarea de bază a solului și postacțiunea fertilizării

generali, stării de așezare a solului asupra parametrilor determinați în diferite perioade.

S-a evidențiat influența agroecosistemului asupra aderenței solului, identificată mai corect la sfârșitul perioadei de vegetație, comparativ cu fazele timpurii. În staționarul cu culturi permanente (pârloagă, lucernă, ogor negru) determinări ale aderenței solului efectuate în ultima decadă a lunii martie nu reflectă real starea fizico-mecanică a solului din agroecosisteme: aderența este dezechilibrată în raport cu umiditatea, iar prezentarea grafică a datelor arată diagrame mai complicate, cu linii oscilatorii la începutul fazei de vegetație și grafice cu linii uniforme - tendințe simple la finele perioadei respective (Figurile 4.3 și 4.4).

Aderența cernoziomului carbonatic se caracterizează cu cei mai mici indici pe varianta pârloagă (55 ani). Datele obținute la sfârșitul fazei de vegetație (Figura 4.4) demonstrează, că într-un diapazon mare de umiditate (18-41%) aderența solului se caracterizează cu indici omogeni care nu depășesc 0,29 kPa. În stratul de la suprafață solul aderă maximal (0,21 kPa) la umiditatea de 38,0 %. S-a constatat, că îmbunătățirea stării humice și structurale (hidrostabilității) ameliorează starea de aderare a solului.

Degradarea fizico-mecanică se evidențiază mai pronunțat la varianta ogor negru (Figura 4.4), exprimată prin micșorarea umidității incipiente de adeziune și prin valorile maxime de adeziune din stratul arabil 0-20 cm (0,73 și 0,77 kPa, la umiditatea de 39,0-44,5%), iar la 27-31% de umiditate, adeziunea depășește de 3-4 ori valorile înregistrate în varianta pârloagă - diferența peste 2 clase de valori [28]. Varianta cu lucernă în monocultură duce la o degradare a solului mai slab pronunțată, comparativ cu ogorul negru. Parametrii adeziunii înregistrează degradări la nivelul componentelor, ceea ce este important pentru aplicarea unor metode de evidențiere a degradării solului la nivel sistemic.

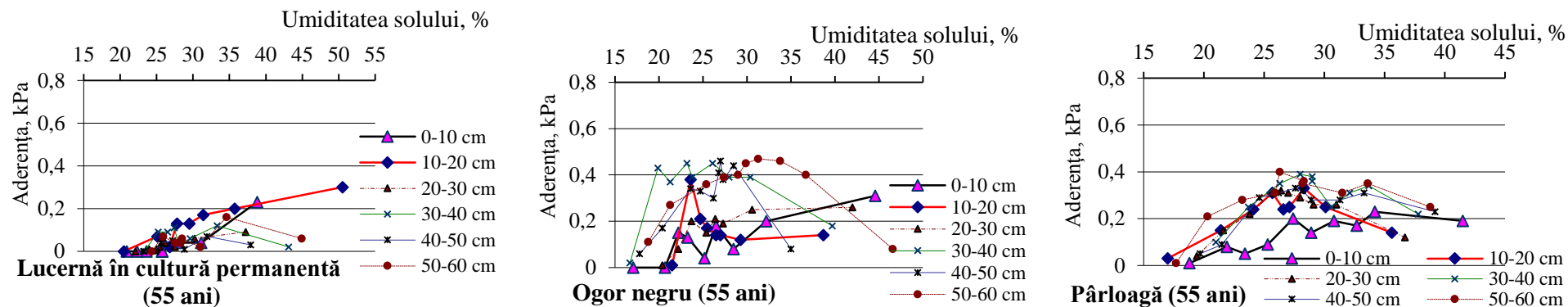


Fig. 4.3. Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente – începutul perioadei de vegetație (martie), anul agricol 2009-2010

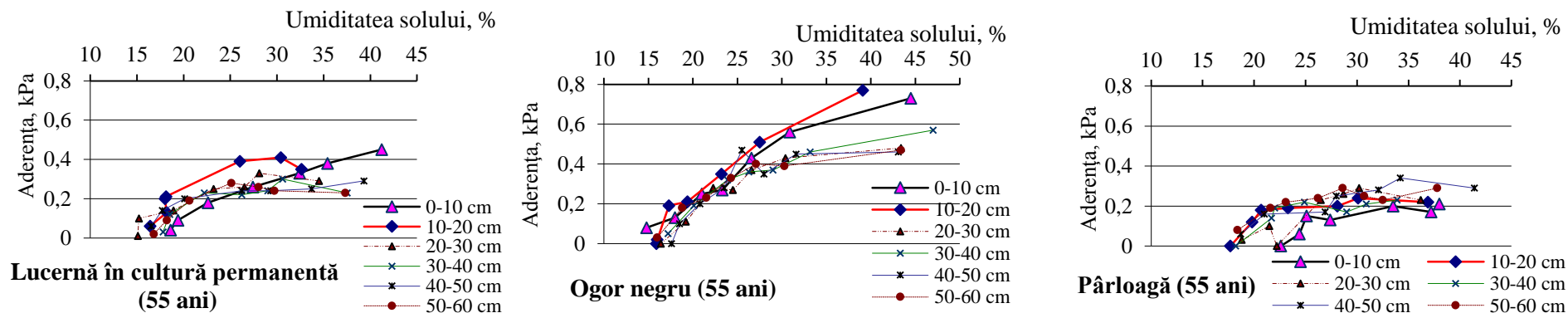


Fig. 4.4. Relația între aderența (kPa) și umiditatea (%) cernoziomului carbonatic din agroecosistemele staționarului cu culturi permanente – sfârșitul perioadei de vegetație, anul agricol 2009-2010



### 4.3. Gonflarea solului

Rezultatele cercetării gonflării solului în funcție de agrofond (Figura 4.5) au demonstrat, că lucrarea solului cu paraplow însoțită de aplicarea îngrășămintelor organice ameliorează în aspect fizico-mecanic stratul arabil de la suprafață. Aici gradul gonflării înregistrează valori mai mari (21,2%) în raport cu celelalte variante (19,3%).

În staționarul cu culturi permanente (Figura 4.5) indici semnificativ mai mici ai gonflării solului (15,2-16,4%) se atestă în agroecosistemul ogor negru în stratul 0-40 cm, iar mai jos pe profil (40-60 cm) solul are gradul gonflării peste 20% ( $DL_{0,05} = 1,5$ ). Aceasta demonstrează, că gonflarea poate fi un indice fizico-mecanic capabil de aplicat în diagnosticarea degradării solului, fiind sensibil la modificările fazei disperse.

În agroecosistemele luate în studiu evaluarea gradului de gonflare a solului pentru stratul de 0-10 cm demonstrează micșorarea acestui indice în raport cu solicitările agricole: cu 1,8% în asolament; cu 2,3% sub lucernă (55 ani de folosință); cu 5,6% sub ogor negru, comparativ cu varianta pârloagă (Figura 4.6).

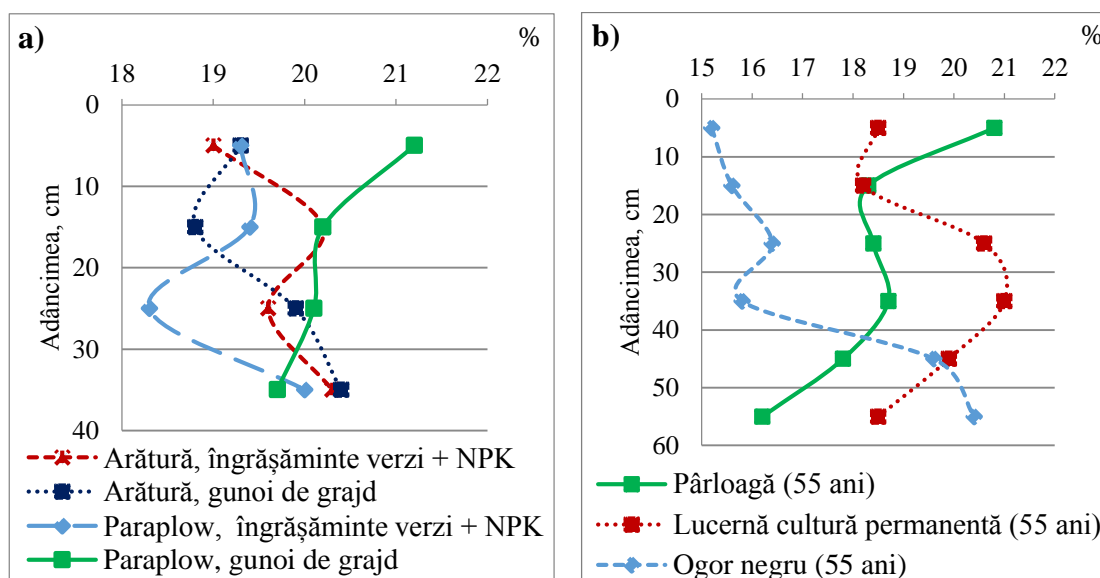


Fig. 4.5. Gradul gonflării solului (%): a) în asolament în funcție de agrofond; b) în staționarul cu culturi permanente

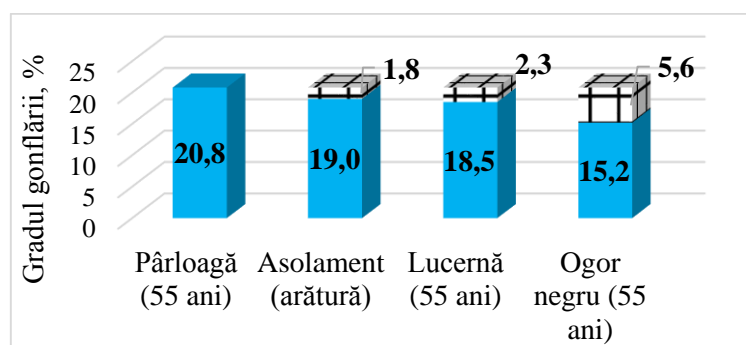


Fig. 4.6. Gradul gonflării (%) solului arabil în raport cu solul înțelenit, pentru stratul 0-10 cm

## 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 agroecosistemelor în staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului a fost evaluată pentru culturile de bază - grâu de toamnă, porumb.

Rezultatele obținute în anii de cercetare (2008-2010 și 2013-2014) au demonstrat, că agrocenoza de grâu de toamnă asigură producții mai mari pe variantele cu tehnologii conservative de lucrare a solului (paraplow, No-till), comparativ cu lucrarea convențională – arătură (Figurile 5.1, 5.2). Condițiile fizice ale solului (agrofizice și fizico-mecanice) cu indici mai benefici, înregistrați pe variantele cu lucrarea conservativă a solului, au influențat pozitiv productivitatea grâului de toamnă. În anul agricol 2008-2009 recoltă mai mare - cu până la 556 kg/ha ( $DL_{0,05}=150$  kg/ha) a fost obținută pe variante cu paraplow (Figura 5.1); pentru următorul an (2009-2010) productivitate semnificativ mai mare a grâului (cu 485-603 kg/ha,  $DL_{0,05}=137$  kg/ha) s-a obținut pe variantele paraplow cu îngrășăminte organice (Figura 5.1). Lucrarea conservativă a solului – No-till (în anul agricol 2013-2014) a determinat creșterea productivității grâului de toamnă cu 24-34% sau cu 596-1167 kg/ha (asigurate statistic), comparativ cu varianta arătură (Figura 5.2).

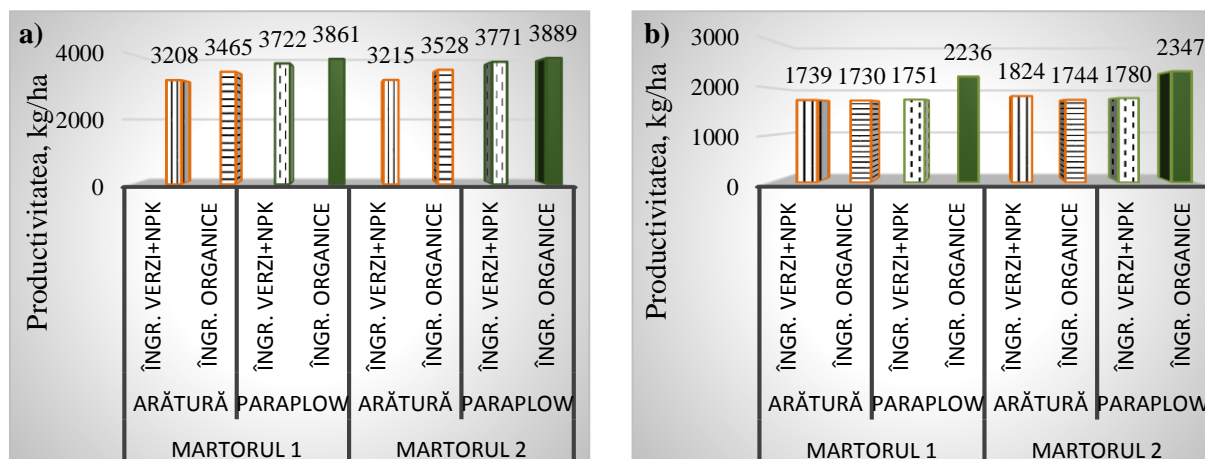


Fig. 5.1. Productivitatea grâului de toamnă în funcție de agrofond: a) anul agricol 2008-2009; b) anul agricol 2009-2010

Porumbul în anii de cercetare (2009, 2010) a asigurat producții mai mari (cu până la 1642 kg/ha, a. 2009) pe variantele cu lucrarea de bază a solului – arătură. Se constată că, pentru obținerea recoltelor înalte de porumb este necesară combaterea eficientă a buruienilor. Variantele martor studiate au demonstrat că martorul (2) cu o cultivație și 2 prașile manuale a înregistrat recolte mai mari (cu 35-62% în a. 2009; cu 11-33% în a. 2010), comparativ cu martorul 1 (o cultivație între rânduri).

Porumbul în cultură permanentă înregistrează producții mai mici pe variantele cu lucrări reduse ale solului (paraplow, martorul 1), comparativ cu porumbul în asolament. Aceasta se datorează vulnerabilității porumbului în lupta cu buruienile. Pe variantele cu aplicarea tehnicilor eficiente de combatere a buruienilor (arătură, martorul 2) porumbul tolerează cultura permanentă și concurează cu asolamentul.

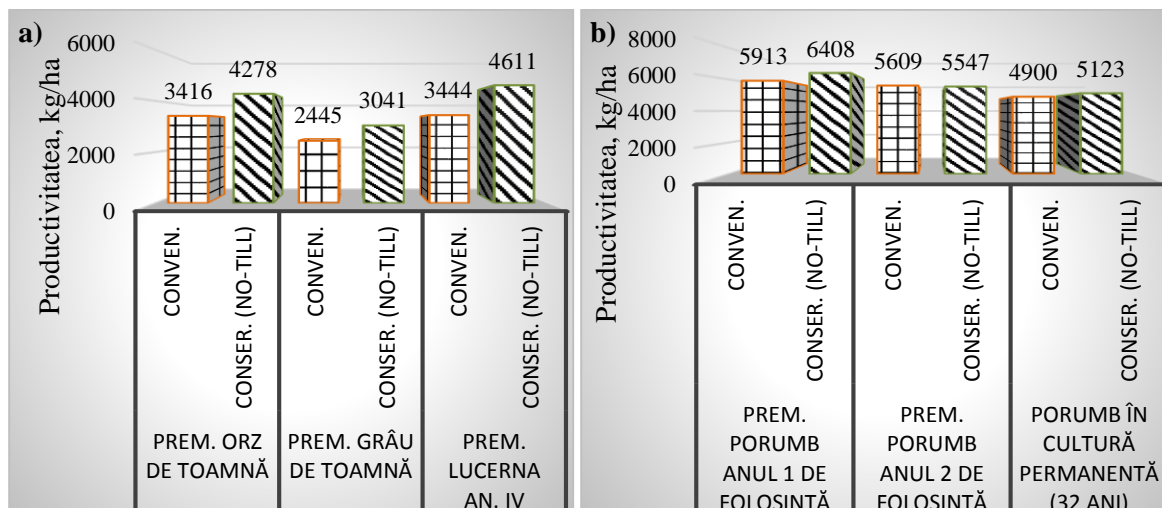


Fig. 5.2. Productivitatea grâului de toamnă (a) și a porumbului la boabe (b) în funcție de tehnologie și premergător, anul agricol 2013-2014

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

Eficiența energetică în agroecosisteme a fost determinată în urma conversiei energetice a intrărilor (inputuri) conform fișelor tehnologice și ieșirilor (outputuri) în formă de recoltă principală. Energia consumată în procesul agricol a inclus intrări de natură directă și indirectă: combustibil, forța de muncă, semințe, îngrășăminte organice, pesticide, îngrășăminte minerale, mașini (utilaje).

În staționarul cu asolament și cultura permanentă a porumbului eficiența energetică a fost determinată pentru agroecosistemele de grâu de toamnă și porumb în funcție de agrofond.

### 5.2.1. Agroecosistemele de grâu de toamnă

În anii 2009, 2010 agroecosistemele de grâu de toamnă (Figura 5.3) au obținut randament energetic mai mare cu 0,6 unități sau 14,4% pe variantele cu lucrarea de bază a solului cu paraplow în defavoarea celor cu arătură.

Ulterior cultivarea grâului de toamnă sub lucrarea conservativă No-till (anii 2014, 2015) a determinat majorarea eficienței energetice cu 1,5 unități sau 43,7%, comparativ cu varianta arătură – rezultat condiționat de ieșiri energetice (recolte) mai mari în proporție de 38,2% și mai puțin din contul micșorării intrărilor de energie.

Evaluarea structurii intrărilor de energie (Figura 5.4) în agroecosistemele de grâu arată, că pe varianta No-till energia investită scade pentru categoriile: forța de muncă (cu 15%), combustibil (cu 36%), mașini (cu 50%), comparativ cu varianta arătură. În total aceste reduceri de energie sunt suplinite în proporție de 73,7% de energia investită

prin erbicide, iar diferența între variante la capitolul intrării de energie este de doar 3,8%.

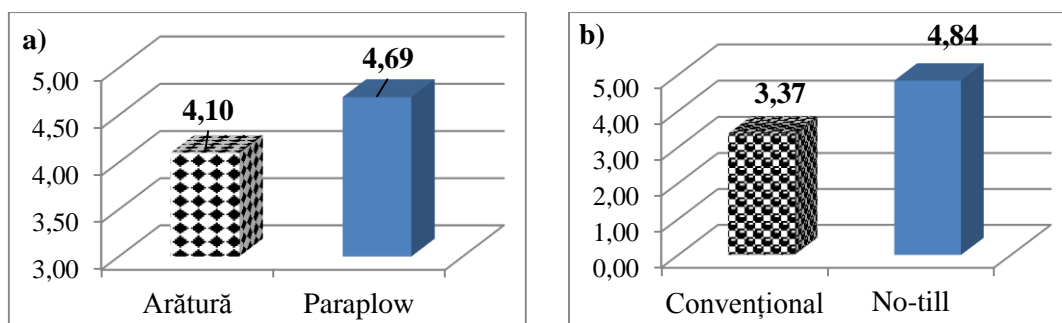


Fig. 5.3. Eficiența energetică în agroecosistemele de grâu de toamnă în funcție de lucrarea solului: a) media pentru anii 2009, 2010; b) media pentru anii 2014, 2015

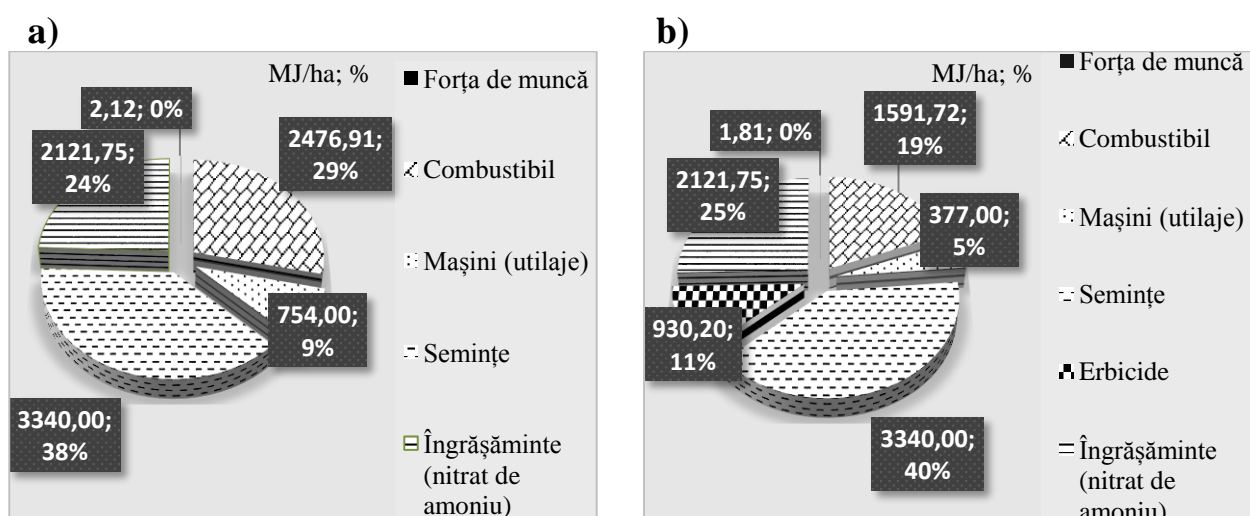


Fig. 5.4 Structura intrărilor de energie în agroecosistemele de grâu de toamnă în funcție de lucrarea solului: a) arătură; b) conservativă (No-till)

### 5.2.2. Agroecosistemele de porumb în asolament și în cultură permanentă

Studierea eficienței energetice a agroecosistemelor de porumb în asolament și în cultură permanentă (a. 2009, 2010) arată că aceasta este influențată de cantitatea energiei introdusă în agroecosistem prin procese tehnologice și capacitatea acestora de a asigura recolte înalte. Cercetările constată, că tehnica de combatere a buruienilor prin prașile manuale (martorul 2 - o cultivăție + două prașile manuale) include cantități mici de energie în agroecosistem (6%), favorizează productivitate înaltă, iar prin urmare eficiența energetică a agroecosistemului crește cu 3 și 6 unități respectiv pe variantele arătură și paraplow, comparativ cu varianta martorul 1 - o cultivăție între rânduri în perioada de vegetăție.

În anii 2014, 2015 agroecosistemele de porumb au fost studiate în dependență de tipul de lucrare a solului: convențională (arătură) și conservativă (No-till). Evaluarea structurii intrărilor de energie în agroecosistemele de porumb a demonstrat, că pe varianta No-till erbicidele ocupă 48% din cantitatea totală de energie investită și completează în proporție de 90% energia redusă pentru categoriile forța de muncă, combustibil și mașini. În total consumul de energie pe varianta No-till scade cu 12,3%,

comparativ cu varianta arătură. La capitolul productivitate – lucrarea conservativă a solului (No-till) a condiționat majorarea recoltei de porumb cu 7%, iar eficiența energetică a agroecosistemului a crescut cu 3,3 unități ori 22,1% (Figura 5.5), comparativ cu varianta convențională (arătură). Aceeași tendință este urmărită și în agroecosistemele de porumb în cultură permanentă.

Comparativ cu asolamentul (Figura 5.5), porumbul cultivat mai mulți ani consecutiv a înregistrat recolte mai mici (cu 15-16%) pe ambele variante (arătură și No-till), respectiv și eficiența energetică este mai redusă (cu 2,4-2,7 unități).

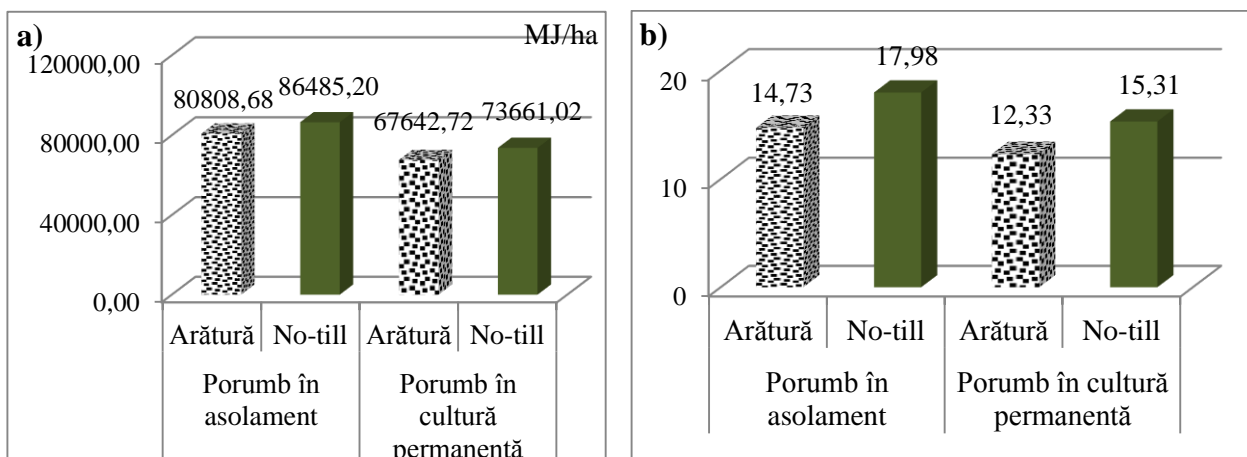


Fig. 5.5. Ieșiri de energie (a) și eficiența energetică (b) în funcție de lucrarea solului în agroecosistemele de porumb, anii 2014, 2015

## 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 [1, 16].

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 [1, 16].

3. Cernoziomul carbonatic, varianta ogor negru, cedează după parametrii calității fizice a solului, comparativ cu pârloaga, care se caracterizează cu valori optime ale indicilor [1, 13, 14, 15, 24].

4. Evaluarea structurii cernoziomului carbonatic arabil a stabilit degradarea acestui sol concomitant 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 [14].

5. Plasticitatea solului intercepțează 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 [1, 15, 24].

6. S-a stabilit, că plasticitatea solului scade în dependență de conținutul microagregatelor hidrostabile, datorită amplificării impactului antropic în agroecosistem [24].

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 [12, 15].

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 [20].

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 introducerea concomitentă a îngrășămintelor azotoase pentru majorarea intensificării procesului de humificare și mineralizare a resturilor organice.

## BIBLIOGRAFIE

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Axinte Stela, Agafiței Alina, Chiriac C. Ecosisteme agricole convenționale și sustenabile. Iași: Politehnicum, 2004. p. 11-24.
5. Buletin de monitoring ecopedologic. Ediția I. Ch.: Agroinformreclama, 1993. 84 p.
6. Canarache A. Fizica solurilor agricole. București: Cereș, 1990. 264 p.
7. Cerbari V. Metodica Instituirii Monitoringului funciar în Republica Moldova. Chișinău, 1997. 146 p.
8. Cerbari V. Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. Baze de date, concluzii, prognoze, recomandări. Chișinău: Pontos, 2010. 476 p.
9. Guș P., Rusu T. Sitele 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.
10. Jigău Gh., Nagacevschi Tatiana. Ghid al disciplinei – Fizica solului. Chișinău: CEP USM, 2006. 77 p.
11. Lucrări metodice la Pedologie – Chimia solului. Chișinău: UASM, 2002. p. 6-8.
12. 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.
13. Macrii Lucia. Evaluarea aderenței solului în diverse agroecosisteme. În: Lucrări științifice – Agronomie, UASM, 2014, vol. 41, p. 171-174.
14. Macrii Lucia. Modificarea structurii cernoziomului carbonatic sub influența impactului antropic și agrocenoze. În: Agricultura Moldovei, 2015, nr. 9-10. p. 19-24.
15. 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.
16. Macrii Lucia. Semnificația proprietăților fizico-mecanice ale solului în evaluarea agroecosistemelor conservative. In: Rezumate – Agricultura conservativă:

- concept, oportunități, aplicații. Conf. științifico-practică cu part. internațională. Chișinău, 2015, p. 25.
17. 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](http://www.uaiasi.ro/ro/files/doctorat/Rezumat_Lucian_Raus.pdf). (vizitat 10.01.2010).
  18. Alipour A. et. al. Study and determination of energy consumption to produce conventional rice of the Guilan province. In: Research in Agricultural Engeneering, 2012, Vol. 58, No. 3, p. 99-106.
  19. 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.
  20. 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.
  21. Andriuca Valentina. Researches concerning some elements of agroecological monitoring in Codrilor Plateau from Republic of Moldova. In: ProEnvironment. Journal of Documentation, Research and Professional Trening, 2013, no. 14 (vol. 6), p. 416 – 421.
  22. Gliessman S.R. Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea, Mich.: Ann Arbor Press, 1998. 357 p.
  23. 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.
  24. 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.
  25. Moraes M. T., Debiasi H., Carlesso R., Franchini J.C., Silva V.R. Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic eutrudox. In: Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2014, No. 38, p. 288-298.
  26. Pimentel D., Pimentel M. Food, Energy and Society. University Press of Colorado, 1996. p. 118-143.
  27. Агрохимические методы исследования почв. Москва: Наука, 1965. 485 с.
  28. Андриука Валентина. Физико – механические свойства почв Молдовы. Автореф. диссертаций канд. с.-х. наук. Минск, 1990. 18 с.
  29. Бахтин, П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. Москва: Колос, 1969. 271 с.
  30. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Москва: Агропромиздат, 1986. 206 с.
  31. Доспехов Б. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
  32. Ревут И. Б., Роде А. А. Методическое руководство по изучению почвенной структуры. Издательство «Колос», Ленинград, 1969. с. 79-81.



## 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, eficiență 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 agroecozoze 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 agroecosystems 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 Cimișeni, 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.”СІМСАЗАС” с. Чимишень, Криулянского района на площади около 230 га.

## LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE LA TEMA TEZEI

### *Articole în reviste de circulație națională:*

1. Andriucă V., **Macrii L.** 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. ISSN 1857-0003.
2. **Macrii L.** Modificarea structurii cernoziomului carbonatic sub influența impactului antropic și agrocenoze. În: Agricultură Moldovei, 2015, nr. 9-10. p. 19-24. ISSN 0582-5229.

### *Articole în culegeri internaționale:*

3. **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. ISSN 2285-5785.

### *Articole în culegeri naționale:*

4. **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. ISBN 978-9975-56-177-8.
5. **Macrii Lucia.** Evaluarea aderenței solului în diverse agroecosisteme. În: Lucrări științifice – Agronomie, UASM, 2014, vol. 41, p. 171-174. ISBN 978-9975-64-263-7.
6. **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, 2014. p. 319-323. ISBN 978-9975-50-139-2.

### *Materiale la conferințe internaționale (peste hotare):*

7. Andriuca Valentina, **Macrii Lucia**, Dubiț Daniela, Melnic Rodica. Conservation soil tillage and environmental issues. In: Book of abstracts – Prospects for the 3<sup>rd</sup> millennium agriculture - the 15<sup>th</sup> international symposium, Cluj-Napoca, Romania, 2016, No. 3, p. 51. ISSN: 2392-6937.

### *Teze la conferințe internaționale în republică:*

8. **Macrii Lucia.** Semnificația proprietăților fizico-mecanice ale solului în evaluarea agroecosistemelor conservative. În: Rezumate - Agricultură conservativă: concept, oportunități, aplicații. Conferință științifico-practică cu participare internațională. Chișinău, 2015. p. 25. ISBN 978-9975-80-940-5.

**MACRII LUCIA**

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

**411.10 – AGROECOLOGIE**

Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole

---

Aprobat spre tipar: 19.11.18

Hârtie ofset. Tipar digital

Coli te tipar.: 2.0

Formatul hârtiei A4

Tirajul 50 ex.

Comanda Nr. 168

---

Centrul editorial al Universității Agrare de Stat din Moldova

Adresa: mun. Chișinău; MD 2049; Mircești 44