

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 631.58:631.153:633.1(478)(043)

CEBANU DORIN

**SISTEMUL CONSERVATIV DE AGRICULTURĂ ÎN ZONA DE NORD A REPUBLICII
MOLDOVA**

SPECIALITATE: 411.01 - AGROTEHNICA

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

CHIȘINĂU, 2025

Teza a fost elaborată în cadrul **Laboratorului Sisteme Agrotehnice** al IP Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Selecția”, mun. Bălți

Conducător științific:

BOINCEAN Boris, membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei, doctor habilitat, profesor cercetător

Componența Comisiei de Susținere Publică a Tezei de Doctorat:

RUSU Teodor, doctor, profesor universitar, USAMV Cluj-Napoca, România, președinte

BOINCEAN Boris, doctor habilitat, profesor cercetător, membru corespondent AȘM, CNCPS sectorul „Selecția”, membru

CERBARI Valerian, doctor habilitat, profesor universitar, fostul Institut de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „N. Dimo”, referent oficial

ANDRIUCĂ Valentina, doctor, conferențiar universitar, UTM, referent oficial

Tatiana David, doctor, conferențiar universitar, referent oficial

Susținerea va avea loc la 24.11.2025, ora 14:00, în ședința Comisiei de Susținere Publică a Tezei de Doctorat din cadrul Școlii Doctorale a Universității Tehnice a Moldovei (aprobată prin decizia Consiliului Științific UTM, proces-verbal nr. 2 din 15.09.2025), mun. Chișinău, MD-2049, str. Mircești 48, et. 2, aula A-211.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC (<https://www.anacec.md/>).

Conducător științific

BOINCEAN Boris, membru coresp. AȘM, dr. hab., prof. cercet. _____

Autor

CEBANU Dorin _____

© Cebanu Dorin, 2025

Cuprins

Lista abrevierilor	3
REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
SINTEZA CAPITOLELOR	8
CAPITOLUL 1. SISTEMUL CONSERVATIV DE AGRICULTURĂ CA ALTERNATIVĂ SISTEMULUI CONVENȚIONAL DE AGRICULTURĂ	8
CAPITOLUL 2. CONDIȚIILE ȘI METODELE DE CERCETARE	9
2.1. Condițiile meteorologice.....	9
2.2. Metode și condiții de cercetare	9
CAPITOLUL 3. PRODUCȚIA CULTURILOR CEREALIERE DE TOAMNĂ DUPĂ PORUMB LA BOABE ȘI PREMERGĂTORI TIMPURI ÎN DIFERITE ASOLAMENTE DE CÂMP DE LUNGĂ DURATĂ	11
3.1. Producția grâului de toamnă, soiul „Vestitor”, în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente și în cultura permanentă	11
3.2. Producția orzului de toamnă, soiul „Scânțea”, în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente și în cultura permanentă	11
3.3. Influența diferitor doze de resturi vegetale la cultivarea orzului de toamnă semănat după porumb pentru boabe, pe diferite fonduri de fertilizare, în lipsa mijloacelor chimice de combatere a bolilor, dăunătorilor și buruienilor.....	12
CAPITOLUL 4. INFLUENȚA SISTEMULUI CONSERVATIV DE LUCRARE A SOLULUI ASUPRA REZERVELOR DE APĂ ACCESIBILĂ DIN SOL	14
4.1. Posibilități de acumulare a apei în sol în dependență de premergător și metoda de lucrare a solului	14
4.2. Influența fertilizării, asolamentului și resturilor vegetale asupra proprietăților agrofizice ale solului la cultivarea orzului de toamnă folosind semănatul direct.....	14
CAPITOLUL 5. REGIMUL NUTRITIV ȘI PARAMETRII AGROFIZICI AI SOLULUI	16
5.1. Indicatorii agrochimici.....	16
5.2. Indicatorii agrofizici	18
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	21
RECOMANDĂRI.....	22
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	23
LISTA PUBLICAȚIILOR ȘTIINȚIFICE LA TEMA TEZEI	26
ADNOTARE	28

Lista abrevierilor

MOS – materia organică din sol

AC – agricultura conservativă

No-till – No tillage

ICCC – Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp

Asol. – Asolament

COS – carbon organic din sol

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța temei de cercetare. Lucrarea solului a reprezentat întotdeauna un element central în dezvoltarea agriculturii la nivel global. Odată ce omul a început să cultive pământul pentru obținerea recoltelor, nevoia de nomadism a fost înlocuită de un stil de viață sedentar. În timp, uneltele rudimentare din lemn au fost substituite cu echipamente grele, care au afectat profund structura și biodiversitatea solului. Acest proces a neglijat faptul că solul reprezintă un ecosistem complex și dinamic, esențial pentru viață. Astfel, debutul agriculturii a marcat nu doar un pas major în evoluția societății umane, ci și apariția unor provocări contemporane semnificative de natură economică, ecologică și socială [2, 12, 20].

Lucrarea solului nu contribuie cu nimic la asigurarea sănătății solului, ba chiar din contra duce la degradarea sănătății (calității) solului, poluarea apei și a aerului cât și intensifică eroziunea. Percepția precum că resursele de sol sunt infinite a dus la consecințe devastatoare așa ca degradarea severă a terenurilor în mai multe părți ale lumii. Astfel, în fiecare an milioane de tone de sol sunt pierdute prin eroziune în întreaga lume [1,11,12].

Cercetările efectuate la Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, reflectă o situație îngrijorătoare cu privire la degradarea solurilor în Republica Moldova. Constatările arată că cernoziomul tipic a suferit pierderi semnificative de MOS în urma lucrării intensive a acestuia, în special prin arătura cu plug cu cormană. Această degradare este asociată direct cu procedeele agrotehnice, subliniind consecințele negative ale lucrării solului asupra sănătății acestuia [1].

Prin urmare, concluziile cercetărilor indică necesitatea unei abordări sistemice în agricultură, capabile nu doar să protejeze fertilitatea solului, dar și să furnizeze servicii ecosistemice și sociale oferite de acesta [16].

Reieșind din cele menționate mai sus, reiese că metoda de lucrare a solului în cadrul sistemului de agricultură stabilit în Moldova necesită reexaminat în vederea optimizării sau excluderii lucrării solului în condițiile zonei de Nord a Republicii Moldova.

Gradul de studiere a temei abordate. La momentul actual în Republica Moldova lipsesc cercetări privind sistemul de AC, cu includerea tuturor principiilor sale de bază: disturbanța minimă a solului; diversificarea culturilor și menținerea solului permanent acoperit. La nivel internațional însă există foarte multe studii în domeniul sistemului de AC, efectuate în diferite condiții și diverse arealuri geografice. Printre pionierii cercetărilor în sistemul de AC pot fi considerați: Sir Albert Howard, care a promovat practici agricole orientate spre menținerea sănătății și fertilității solului în cartea sa renumită „*An agricultural testament*” (1940); Edward Faulkner, un fermier și autor american, care prin cartea sa cunoscută sub denumirea

„*Plowman's folly*” (1943), a manifestat critică față de sistemul de agricultură convențională și a încurajat folosirea tehnologiilor conservative, bazate la acel moment pe lucrarea minimă a solului și lucrarea zero (No-till); Don Reicosky, a adus contribuții semnificative în domeniul AC începând cu ultimele decenii a secolului XX, promovând activ și în prezent sistemul de AC [18].

Tatăl sistemului de agricultură conservativă este considerat pe bună dreptate prof. Rattan Lal, care a demonstrat la modul practic beneficiile și daunele diferitor metode de lucrare a solului [13,14,17].

Cercetările efectuate de Andriuca V. ș.a. evidențiază faptul că implementarea sistemului No-till pe solurile de cernoziom argilo-iluviale și levigate luto-argiloase contribuie semnificativ la îmbunătățirea calității solului, eficienței utilizării apei și productivității culturilor. Această abordare agricolă se dovedește a fi o opțiune valoroasă pentru promovarea agriculturii sustenabile, în special în condiții de secetă [26].

Un studiu realizat de autorii Cojocaru Olesea, Panfil Gheorghe și Panfil Petru relevă că sistemele de agricultură conservativă, în special No-till și Mini-till, oferă soluții eficiente pentru provocările actuale din agricultură, contribuind la îmbunătățirea productivității și sustenabilității agriculturii în condiții de mediu dificile prin următoarele modalități: reducerea eroziunii solului; îmbunătățirea structurii solului; conservarea umidității în sol; reducerea costurilor de producție; îmbunătățirea ciclului nutrienților etc. [27]. Rezultatele obținute de Baltag G., evidențiază modificări esențiale în structura costurilor unitare ale culturilor analizate, în funcție de nivelul nutrienților [28].

Cercetările realizate la Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția” din Bălți, includ în cadrul experimentelor de câmp de lungă durată studierea diferitor sisteme de agricultură durabilă, inclusiv ecologică. În cadrul elaborării tezei de doctorat au fost realizate cercetări în domeniul sistemului conservativ de lucrare a solului la culturile cerealiere de toamnă în cadrul asolamentului, cu publicarea rezultatelor în diferite articole științifice naționale și internaționale de către autorul tezei și membrii echipei de cercetare [3,5,6,7,21,22].

Republica Moldova însă, are nevoie de cercetări sistemice și interdisciplinare în domeniul AC pentru a contribui la adaptarea sistemului de AC la condițiile locale. Lipsa de cunoștințe la implementarea sistemului de AC ar putea crea dificultăți serioase în promovarea lui și la implementarea acestuia de către fermieri. De aceea, în anul 2023 la ICCC „Selecția” a fost fondată o experiență separată pe AC cu aplicarea principiilor AC pentru toate culturile în asolament.

Scopul cercetării prevede studierea posibilității de excludere a lucrării solului la cultivarea culturilor cerealiere de toamnă (grâu de toamnă și orz de toamnă) în cadrul

asolamentului folosind semănătoarea No-tillage, în vederea reducerii cheltuielilor de producere și adaptarea la schimbările climatice.

Pentru atingerea scopului propus au fost trasate următoarele obiective:

- studierea condițiilor climatice din anii de studiu 2019-2021;
- studierea producției culturilor cerealiere de toamnă în dependență de premergător la folosirea No-till și a lucrării solului cu grapa cu discuri;
- determinarea rezervei de apă accesibilă în sol și calcularea consumului de apă la formarea unei tone de grâu de toamnă semănat direct (No-till) după porumb la boabe în dependență de asolament;
- compararea rezervei de apă accesibilă în sol și a consumului de apă la cultivarea grâului de toamnă în dependență de premergători și condițiile anului;
- studierea producției orzului de toamnă în experiența pe agricultura ecologică, în dependență de asolament și fertilizare în lipsa mijloacelor chimice de combatere a bolilor, dăunătorilor și buruienilor;
- studierea influenței diferitor doze de resturi vegetale de porumb asupra producției orzului de toamnă la folosirea No-till;
- analiza posibilității de acumulare a apei în sol la cultivarea grâului de toamnă folosind semănatul direct (No-till);
- determinarea densității aparente a solului la cultivarea orzului de toamnă în experiențele studiate.

Ipoteza științifică. Procedeele agrotehnice bazate pe lucrarea solului s-au dovedit a fi neeficiente din punct de vedere economic din cauza creșterii prețurilor la combustibil, având concomitent un impact negativ considerabil asupra mediului ambiant și sănătății oamenilor. Lucrarea solului influențează atât direct cât și indirect încălzirea globală. Drept efecte directe am putea considera: arderea combustibilului în momentul efectuării unui set de lucrări; mineralizarea intensă a materiei organice din sol în urma arăturii; lipsa acoperirii solului cu vegetație pentru o perioadă îndelungată, ceea ce majorează pericolul de eroziune etc. Ca efect indirect ar putea fi considerat – necesitatea majorării dozelor de îngrășăminte minerale și pesticide ca consecință a pierderii fertilității solului. La fabricarea îngrășămintelor minerale, în deosebi de azot, se emit cantități enorme de CO₂ [3].

Sistemul de AC ar putea răspunde la aceste provocări prin reducerea disturbăței mecanice a solului, diversificarea culturilor și menținerea solului acoperit cu mulci viu sau mort. Cu alte

cuvinte, AC presupune imitarea ecosistemelor naturale de către cele agricole, cu reducerea cheltuielilor de producere.

Metodele cercetărilor științifice. Cercetările au fost efectuate în conformitate cu metodologia de cercetare utilizată la ICCC „Selecția”, cu respectarea programului de lucru aprobat la Ședința Consiliului Științific. Pentru realizarea scopului și obiectivelor cercetărilor au fost efectuate următoarele analize, conform planului stabilit:

- densitatea aparentă a solului – după metoda cilindrelor;
- porozitatea totală a solului – prin calcul;
- rezerva de apă accesibilă – prin metoda gravimetrică;
- determinarea conținutului de nitrați cu ajutorul ionometrului [23];
- conținutul de P și K – după Ciricov [23];
- conținutul și rezerva de materie organică – după I.V. Tiurin, 1937 [23];
- analiza statistică a rezultatelor – după B.A. Dospehov, 1985 [24];
- evidența recoltei a fost efectuată mecanizat.

Aprobarea rezultatelor științifice. Rezultatele științifice obținute în urma cercetărilor efectuate în baza Programului de doctorat au fost prezentate și aprobate anual la Ședințele catedrei de Fitotehnie a Facultății de Agronomie din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova; la Simpozionul Științific Internațional „*Protecția Plantelor - Realizări și Perspective*”, care a avut loc în perioada 2-3 octombrie 2023; la raportarea anuală în cadrul Ședințelor Consiliului Științific al ICCC „Selecția”.

SINTEZA CAPITOLELOR

CAPITOLUL 1. SISTEMUL CONSERVATIV DE AGRICULTURĂ CA ALTERNATIVĂ SISTEMULUI CONVENȚIONAL DE AGRICULTURĂ

În prima parte a capitolului 1 sunt descrise consecințele procedeelelor agrotehnice convenționale de agricultură asupra agroecosistemelor. Tot aici au fost prezentate și unele din provocările cruciale cu care se confruntă agricultura la moment și în perspectivă. De asemenea, se accentuează necesitatea de tranziție la un nou sistem de agricultură capabil să răspundă provocărilor agriculturii moderne și să contribuie la dezvoltarea durabilă a societății. Aici, sistemul de AC este prezentat ca o alternativă la sistemul convențional de agricultură.

Subcapitolul 1.2. scoate în evidență influența sistemului de AC asupra productivității culturilor, menționând concomitent și beneficiile acestuia asupra solului și mediului ambiant. De asemenea în subcapitol sunt prezentate și unele rezultate de pe urma implementării practicilor de AC.

Subcapitolul 1.3. este axat preponderent pe impactul AC asupra fertilității solului, cu definirea noțiunilor de sănătate (calitate) și fertilitate a solului. Tot aici este descrisă și capacitatea solului de a acorda servicii ecosistemice și sociale, inclusiv sechestrarea carbonului, ca măsură de diminuare a încălzirii globale.

În subcapitolul 1.4. o atenție deosebită se acordă influenței sistemului de AC asupra gradului de îmburuienare a culturilor. Totodată, se evidențiază problemele care pot apărea în momentul tranziției de la sistemul de agricultură convențională la sistemul de agricultură conservativă. De asemenea, se precizează despre necesitatea înțelegerii clare a sistemului și strategiilor de management a buruienilor, pentru a evita influența negativă a acestora. Sunt prezentate câteva exemple de influență a sistemului de agricultură asupra gradului de îmburuienare.

În ultimul subcapitol este descrisă influența sistemului de agricultură conservativă asupra încălzirii globale. Se accentuează rolul solului în acordarea serviciilor ecosistemice și sociale, care totodată posedă și capacitatea de reglare a climei prin sechestrarea carbonului. Sunt evidențiate principalele gaze cu efect de seră responsabile pentru intensificarea încălzirii globale.

CAPITOLUL 2. CONDIȚIILE ȘI METODELE DE CERCETARE

2.1. Condițiile meteorologice

Datele meteorologice au fost analizate pe baza observațiilor stațiunii meteorologice ICCC „Selecția”, pentru anii agricoli 2018–2019, 2019–2020 și 2020–2021, urmărindu-se cantitatea precipitațiilor și temperatura aerului. Ultimii doi ani s-au remarcat prin condiții climatice contrastante: 2019–2020 a fost un an foarte secetos, iar 2020–2021 – cu precipitații abundente, oferind astfel posibilitatea de a evalua rezultatele în contexte agroclimatice diferite (Fig.2.1.).

Temperatura medie a aerului a înregistrat abateri pozitive în toți anii de studiu (Fig. 2.1). Cea mai mare abatere, de +2,7 °C față de media multianuală, s-a înregistrat în 2019–2020. În 2018–2019 și 2020–2021, creșterile au fost de 1,7 °C și, respectiv, 1,2 °C.

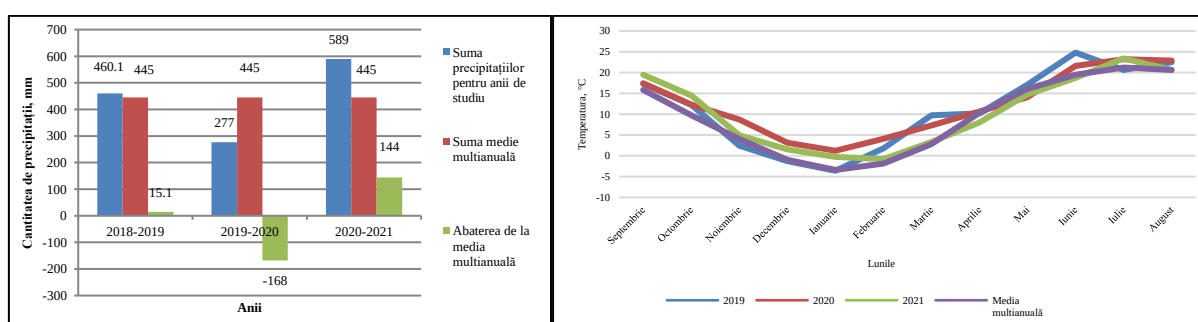


Fig. 2.1. Dinamica precipitațiilor și a temperaturilor aerului în anii agricoli 2018–2021, conform datelor stațiunii meteorologice ICCC „Selecția” din Bălți

2.2. Metode și condiții de cercetare

Cercetările au fost realizate în cadrul experiențelor de câmp de lungă durată a Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, fondate în 1961 (experiența pe asolamente și culturi permanente) și respectiv 1989 (experiența pe agricultura ecologică). Solurile câmpului experimental sunt reprezentate de cernoziomul tipic luto-argilos. După datele analizei solului din 1993 stratul arabil 0–20 cm se caracterizează prin următorii indicatori agrochimici: conținutul de materie organică după Tiurin 4,8–5 %; PH în apă 7,3; conținutul de azot, fosfor și potasiu total 0,21–0,25%; 0,09–0,11%; 1,22–1,28%, corespunzător [29]. Cercetarea a inclus două experimente desfășurate simultan cu aplicarea semănatului direct (lucrarea zero a solului), amplasate pe câmpuri apropiate, dar diferite, în condiții pedoclimatice identice, fiecare având un set propriu de variante experimentale.

În primul experiment a fost studiată producția orzului și a grâului de toamnă cultivate în asolament prin semănat direct (lucrarea zero a solului), după porumb pentru boabe, respectiv în condiții de lucrare minimă cu grapa cu discuri după mazăre pentru boabe și borceag de primăvară ca premergători. Experimentul a fost amplasat pe două fonduri de fertilizare: nefertilizat și

fertilizat cu îngrășăminte organo-minerale. Acesta a fost realizat în trei repetiții, conform principiilor statisticii experimentale. Suprafața unei parcele experimentale a constituit 283 m². De menționat că lucrarea zero a solului (No-tillage) a fost studiată pe fond cu și fără fertilizare în cadrul unui câmp a asolamentelor de lungă durată: 1, 3, 4, 5, 6 (fertilizat), 7 (nefertilizat), începând cu anul 2015. În asolamentele 2 și 8 a fost efectuată o lucrare cu grapa cu discuri după recoltarea premergătorilor, cu scopul de a distruge buruienile până ce acestea vor forma semințe. Semănatul pe toate variantele studiate a fost efectuat în aceeași perioadă – cu ajutorul semănătorii Moore Unidril, cu norma de 5 mln. semințe în cazul grâului de toamnă și 4,5 mln. pentru orzul de toamnă. Câmpurile unde a fost efectuată lucrarea solului au fost însemănțate cu ajutorul semănătorii SN-16, cu aceeași normă de însemănțare.

Al doilea experiment a avut drept scop studierea producției orzului de toamnă, soiul „*Scînteia*”, semănat direct (No-till) pe câmpul după porumb pentru boabe, în lipsa mijloacelor chimice pentru combaterea bolilor, dăunătorilor și buruienilor, în experiența pe agricultura ecologică. Experimentul include trei blocuri cu trei fonduri de fertilizare: nefertilizat, fertilizat cu gunoi de grajd (40 t/ha sub sfecla de zahăr; 30 t/ha sub borceag de primăvară) și fondul cu îngrășăminte organo-minerale, parcelele fiind divizate în două jumătăți: îngrășăminte minerale cu azot (NPK) și fără azot (PK). În experiment au fost studiate trei asolamente – cu și fără amestec de ierburi leguminoase perene și graminee. Structura primelor două asolamente include un amestec de ierburi perene, compus din lucernă pentru masă verde (leguminoasă) și reigras (graminee), în timp ce asolamentul 3 este alcătuit dintr-un amestec de ierburi anuale, respectiv mazărice de primăvară (leguminoasă) și ovăz (graminee), cultivate pentru masă verde.

În asolamentele 1 și 3 nu s-au aplicat resturi vegetale, spre deosebire de asolamentul 2, unde s-a analizat influența diferitelor doze de resturi rămase la suprafața solului după recoltarea grâului, orzului și porumbului pentru boabe. Pe lângă producția culturilor, au fost evaluați indicatori precum: rezerva de apă accesibilă, conținutul de NPK, materie organică, densitatea aparentă, respirația solului etc. S-a determinat acumularea și consumul de apă în funcție de premergător, asolament, fertilizare și sistemul de lucrare. Pentru evaluarea impactului sistemelor agricole asupra materiei organice și a proprietăților agrofizice, s-au utilizat date din ogorul negru permanent și din pârlăoagă.

CAPITOLUL 3. PRODUCȚIA CULTURILOR CEREALIERE DE TOAMNĂ DUPĂ PORUMB LA BOABE ȘI PREMERGĂTORI TIMPURII ÎN DIFERITE ASOLAMENTE DE CÂMP DE LUNGĂ DURATĂ

3.1. Producția grâului de toamnă, soiul „Vestitor”, în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente și în cultura permanentă

În cadrul cercetărilor desfășurate timp de trei ani, s-a constatat că grâul de toamnă reacționează mai pronunțat la asolament și cultura premergătoare decât la fertilizare. Prin urmare, premergătorul a avut un impact determinant asupra formării nivelului de producție (Tabelul 3.1.).

Tabelul 3.1. Producția grâului de toamnă soiul „Vestitor” în dependență de premergător, asolament și fertilizare la folosirea No-till și lucrării solului cu grapa cu discuri, media pentru anii 2019-2021

Asolament	Premergător	Fond de fertilizare	Producția medie pentru 3 ani		
			t/ha	Sporul de la fertilizare, t/ha și %	
				t/ha	%
7	Porumb pentru boabe*	Nefertilizat	3,02	-	-
3	Porumb pentru boabe*	Gunoi de grajd+NPK	3,08	+0,06	2,0
2	Mazăre pentru boabe**	Gunoi de grajd+NPK	4,10		
4	Porumb pentru boabe*	Gunoi de grajd+NPK	3,05		
5	Porumb pentru boabe*	Gunoi de grajd+NPK	3,20		
8	Amestec de mazărice + ovăz pentru masă verde**	Gunoi de grajd+NPK	3,43		
Dl ₀₅			0,12		

*Adnotare: * lucrarea zero a solului*

*** grapa cu discuri (o singură trecere după recoltarea culturii premergătoare)*

Nivelul de producție maxim a fost atins pe varianta după mazăre pentru boabe (Asol. 2), alcătuind – 4,10 t/ha. O producție mai ridicată a grâului de toamnă a fost înregistrată și în cazul amplasării acestuia după amestecul de mazărice de primăvară și ovăz pentru masă verde (Asol. 8), atingând nivelul de 3,43 t/ha. La amplasarea grâului de toamnă după porumb pentru boabe, pe fond nefertilizat producția a constituit – 3,02 t/ha. Sporul de producție de la fertilizare la amplasarea grâului de toamnă după același premergător a fost nesemnificativ – 0,06 t/ha.

3.2. Producția orzului de toamnă, soiul „Scânțtea”, în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente și în cultura permanentă

Producția medie la orzul de toamnă timp de 3 ani indică reacția pronunțată a orzului de toamnă la fertilizare (Tabelul 3.2.). Au fost comparate două asolamente cu aceeași structură de însemânțare a culturilor Asol. 7 (fond nefertilizat) și Asol. 3 (fond fertilizat). Sporul de producție

de la fertilizare constituie – 0,88 t/ha sau 35,3%, ceea ce constituie o creștere semnificativă față de fondul nefertilizat.

Tabelul 3.2. Producția orzului de toamnă, soiul „Scînteia”, în dependență de premergător, asolament și fertilizare la folosirea semănatului direct, media pentru anii 2019-2021

Asolamentul	Premergătorul	Fondul de fertilizare	Producția medie pentru 3 ani	
			t/ha	Sporul de la fertilizare t/ha și %
7	Porumb pentru boabe*	Nefertilizat	2,49	-
3	Porumb pentru boabe*	Fertilizat	3,37	+0,88/35,3
1	Porumb pentru boabe*	Fertilizat	3,51	
2	Mazăre pentru boabe**	Fertilizat	4,12	
4	Porumb pentru boabe*	Fertilizat	3,27	
5	Porumb pentru boabe*	Fertilizat	3,27	
8	Amestec de mazărice + ovăz pentru masa verde**	Fertilizat	3,78	
Dl ₀₅			0,10	

Adnotare: * lucrarea zero a solului

** grapa cu discuri (o singură trecere după recoltarea culturii premergătoare)

Cel mai înalt nivel de producție a fost obținut pe fond fertilizat în asolamentele N2 (după mazăre pentru boabe) și N8 (după borceag de primăvară). Astfel, aplicarea semănatului direct după un premergător târziu nu reușește să compenseze pierderile de producție comparativ cu nivelul obținut după premergători timpurii. Ulterior vom analiza acumularea apei în sol după diferiți premergători, inclusiv cu aplicarea semănatului direct. În cazul orzului de toamnă semănat direct după porumb pentru boabe, nu au fost observate diferențe semnificative dintre asolamentele studiate, pe fond fertilizat.

3.3. Influența diferitor doze de resturi vegetale la cultivarea orzului de toamnă semănat după porumb pentru boabe, pe diferite fonduri de fertilizare, în lipsa mijloacelor chimice de combatere a bolilor, dăunătorilor și buruienilor.

În experimentul 2 (pe agricultură ecologică) cu studierea resturilor vegetale în fiecare toamnă au fost modelate parcele cu aplicarea diferitor doze de resturi vegetale, pe diferite fonduri de fertilizare în asolament cu amestec de ierburi leguminoase și graminee perene. În experiment nu au fost utilizate mijloace chimice în vederea combaterii bolilor, dăunătorilor și buruienilor.

În urma analizei rezultatelor obținute au fost evidențiate dozele optime de resturi vegetale lăsate la suprafața solului, care au contribuit la formarea nivelului maxim de producție în dependență de fondul de fertilizare (Fig. 3.1.). În lipsa fertilizării folosirea resturilor vegetale s-a dovedit a fi neeficientă contribuind la reducerea nivelului de producție odată cu creșterea cantității acestora. Pe variantele cu fertilizare atât organică cât și organo-minerală folosirea unei singure doze de resturi (5,7 t/ha) s-a dovedit a fi mai eficientă în majoritatea cazurilor.

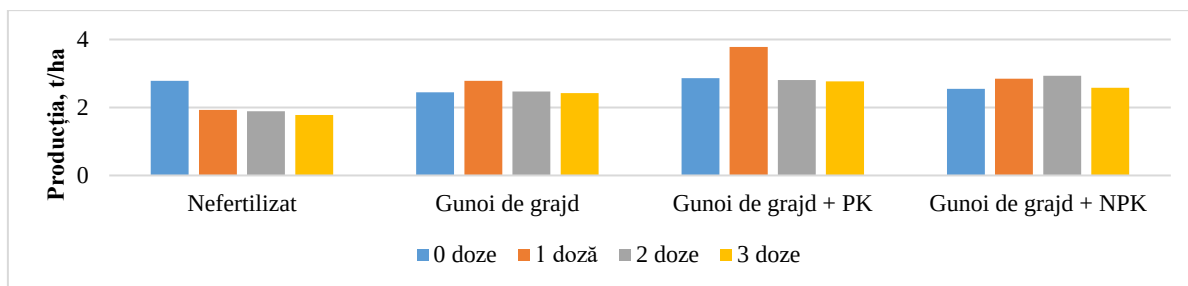


Fig. 3.1. Producția orzului de toamnă în dependență de fertilizare și doza de resturi aplicată, media pentru 3 ani

Producția orzului de toamnă semănat direct, după porumb pentru boabe variază semnificativ în funcție de fertilizare și în măsură mai mică în dependență de asolament (Tabelul 3.3.). Reacția orzului de toamnă la asolamentul cu ierburi perene a fost observată practic pe toate fondurile de fertilizare, însă aceasta este nesemnificativă, sporul de producție variind între 0,08 și 0,11 t/ha. Media pentru 3 ani scoate în evidență influența fertilizării, în special, pe variantele cu gunoi de grajd și gunoi de grajd + PK. Aici, producția de boabe a variat între – 3,12 t/ha și respectiv – 3,18 t/ha. Prin urmare, sporul față de martorul nefertilizat a constituit – +0,61...+0,97 t/ha.

Aplicarea suplimentară a îngrășămintelor cu azot, pe fondul celor organice, a dus la reducerea nivelului de producție comparativ cu varianta PK și cea cu gunoi de grajd.

Tabelul 3.3. Producția orzului de toamnă în dependență de asolament și sistemul de fertilizare, media pentru 2019-2021, t/ha

Fondul de fertilizare	Asolament	Producția, t/ha	± de la asolament, t/ha	± de la fertilizare, t/ha	± de la aplicare N, t/ha
Nefertilizat	Cu ierburi anuale	2,21	-	-	-
	Cu ierburi perene	2,32	+0,11	-	-
Gunoi de grajd	Cu ierburi anuale	2,82	-	+0,61	-
	Cu ierburi perene	3,12	+0,30	+0,80	-
Gunoi de grajd + PK	Cu ierburi anuale	3,18	-	+0,97	-
	Cu ierburi perene	3,18	0	+0,86	-
Gunoi de grajd + NPK	Cu ierburi anuale	2,88	-	+0,67	-0,30
	Cu ierburi perene	2,96	+0,08	+0,64	-0,22

CAPITOLUL 4. INFLUENȚA SISTEMULUI CONSERVATIV DE LUCRARE A SOLULUI ASUPRA REZERVELOR DE APĂ ACCESIBILĂ DIN SOL

4.1. Posibilități de acumulare a apei în sol în dependență de premergător și metoda de lucrare a solului

Datele experimentale evidențiază o capacitate mai înaltă de acumulare a apei în sol din precipitații în cazul lucrării zero a solului, cu resturi vegetale, comparativ cu lucrarea cu grapa cu discuri. În medie pe trei ani, reținerea apei în sol pentru variantele cu lucrarea zero a solului a variat între 87,1% și 100% (Tab. 4.1).

Tabelul 4.1. Acumularea apei în sol în perioada toamnă – iarnă – primăvară sub cultura grâului de toamnă semănat direct (No-till), media pentru anii 2019-2021, mm

Media pentru 3 ani									
Asolament	Rezerva de apă toamna la semănat, mm		Rezerva de apă la reînceperea vegetației, mm		Suma precipitațiilor căzute, mm	Rezerva de apă acumulată în diferite straturi, cm		Ponderea stratului 0-100 cm, %	Apa acumulată din precipitații, %
	0-100	0-200	0-100	0-200		0-100	0-200		
1	62,4	155,4	137,3	274,4	136,6	86,6	119,0	62,9	87,1
2	98,4	243,2	152,9	338,3	136,6	61,9	95,1	57,4	69,6
4	66,6	153,5	162,7	320,8	136,6	114,6	167,2	57,5	100
5	65,6	147,2	152,3	279,0	136,6	104,6	131,8	65,8	96,5
În anul secetos 2020									
1	45,2	131,1	96,6	189,5	76,5	51,4	58,4	88,0	76,3
2	84,4	241,7	124,3	293,5	76,5	39,9	51,8	77,0	67,7
4	67,5	155,0	126,9	221,8	76,5	59,4	66,8	88,9	87,3
5	61,0	132,7	112,0	205,7	76,5	51,0	73,0	69,9	95,4

Acumularea și conservarea apei în sol are o importanță majoră pentru agricultura din Republica Moldova, având în vedere condițiile meteorologice locale. Pe lângă frecvența tot mai mare a secetelor, o problemă esențială este repartizarea neuniformă și variabilă a precipitațiilor de-a lungul anului. De aici apare necesitatea de a utiliza tehnologii capabile să rețină apa în sol.

4.2. Influența fertilizării, asolamentului și resturilor vegetale asupra proprietăților agrofizice ale solului la cultivarea orzului de toamnă folosind semănatul direct

Datele prezentate în Figura 4.1. evidențiază influența tipului de asolament și a fertilizării asupra cantității de apă acumulată în sol în diferiți ani agricoli, în stratul 0–100 cm și 0–200 cm. În condiții climatice normale (2019), cea mai mare cantitate de apă a fost înregistrată în varianta fertilizată cu ierburi anuale (196,5 mm, 0–200 cm), ceea ce sugerează un efect benefic al acestor culturi în acumularea umidității în sol. În anul extrem de secetos 2020, valorile au scăzut considerabil pentru toate variantele, însă cele mai bune rezultate au fost obținute în varianta

fertilizată cu ierburi perene (130,8 mm), demonstrând o capacitate superioară a acestora de conservare a apei în condiții de deficit hidric. În 2021, cu o repartizare mai favorabilă a precipitațiilor, cantitatea maximă de apă a fost înregistrată în varianta nefertilizată cu ierburi anuale (189,5 mm), în timp ce variantele fertilizate au acumulat mai puțină apă, posibil din cauza consumului ridicat de apă de către plantele bine dezvoltate. Per ansamblu, se constată că sistemele cu ierburi perene sunt mai stabile în menținerea rezervei de apă în sol în anii secetoși, în timp ce ierburile anuale, în combinație cu fertilizarea, sunt mai eficiente în acumularea apei în condiții climatice normale sau umede.

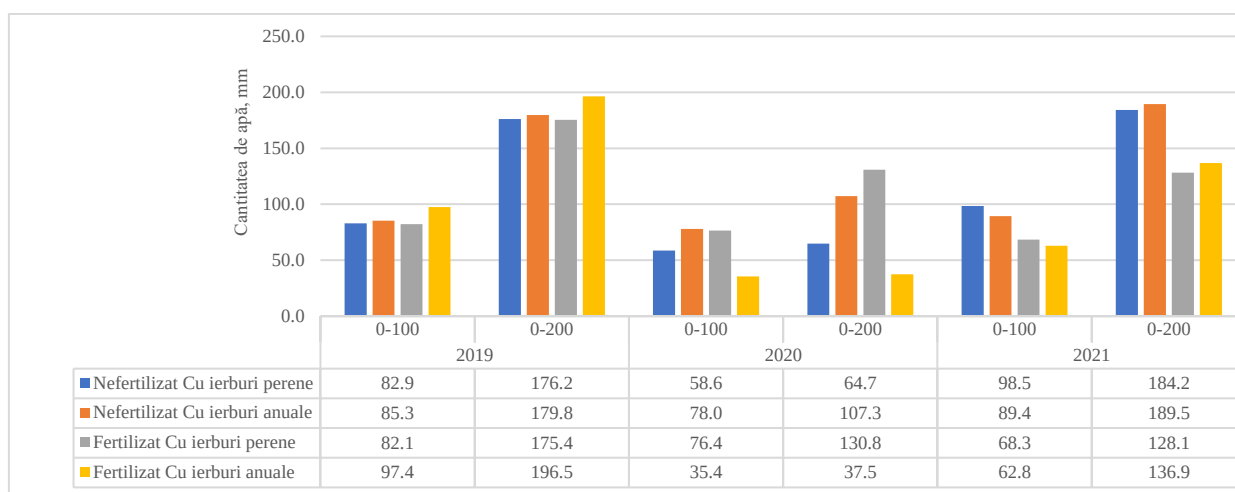


Fig. 4.1. Acumularea apei în sol la cultivarea orzului de toamnă semănat direct după porumb pentru boabe în perioada toamnă – iarnă – primăvară, media 2018-2020

CAPITOLUL 5. REGIMUL NUTRITIV ȘI PARAMETRII AGROFIZICI AI SOLULUI

5.1. Indicatorii agrochimici

Viliams V.R., definește fertilitatea solului ca fiind capacitatea lui de a asigura necesitățile plantelor în factorii tereștri (apă și elemente nutritive) [4].

Potrivit lui Amir Kassam, fertilitatea solului poate fi definită ca „capacitatea solului de a susține producția sustenabilă de plante, într-un mod care protejează și îmbunătățește calitatea solului, calitatea apei, biodiversitatea și alte funcții de mediu, precum și sănătatea umană”. Această definiție integrează atât aspectele agricole, cât și cele ecologice și sociale, subliniind importanța unui sol sănătos și a unor practici agricole durabile pentru protejarea mediului înconjurător și a sănătății umane [15].

Materia organică din sol reprezintă orice materie organică de origine vegetală sau animală care se află în sol și care poate fi supusă descompunerii microbiene. Această materie organică este formată dintr-un amestec complex de compuși organici, cum ar fi carbohidrați, proteine, lipide și acizi nucleici, care se introduc în sol atât prin intermediul rădăcinilor plantelor, excrețiilor microorganismelor și animalelor, cât și prin alte procese biologice [10].

Carbonul este un element esențial pentru fertilitatea solului. Materia organică din sol, care este compusă în mare parte din carbon, joacă un rol crucial în menținerea sănătății și fertilității solului. Prin urmare, acesta este utilizat de microorganismele din sol ca sursă de hrană, contribuind la formarea unui sol viabil și productiv [9].

Conform programului de cercetare, în experimentele studiate a fost determinat conținutul de materie organică în sol sub formă de carbon. Pentru transformarea conținutului de carbon organic (COS) în materie organică am folosit coeficientul de transformare – 1,724.

În Fig. 5.1. este prezentată distribuția COS pe straturi, determinat pe variantele studiate în experiență. Putem observa o reducere treptată a conținutului de carbon organic în sol odată cu creșterea adâncimii. Această tendință este caracteristică pentru toate variantele studiate însă, conținutul de COS determinat în Asol. 5 (asolament cu ierburi leguminoase perene) s-a dovedit a fi mai înalt ba chiar și în straturile mai adânci ale solului. Diferența se observă în special pentru stratul 40–60 cm, determinată de o cantitate mai mare de rădăcini, comparativ cu asolamentele ce nu includ în structura sa ierburi leguminoase perene.

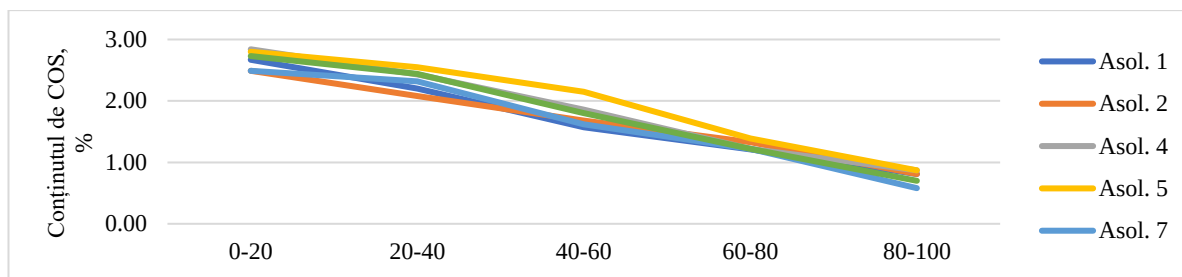


Fig. 5.1. Distribuirea pe straturi a conținutului de COS în funcție de asolament și fertilizare

Analiza conținutului mediu de COS pentru stratul de sol 0–40 cm scoate în evidență asolamentele 2 și 5 (Fig. 5.2.). Cel mai înalt conținut de COS a fost înregistrat în asolament cu ierburi leguminoase perene, acesta constituind – 2,68% versus asolamentului ce include în componența sa ogorul negru unde conținutul de carbon organic a alcătuit doar 2,29%, fiind chiar mai redus decât pe fond nefertilizat (Asol. 7). Pentru stratul de sol 0–100 cm se păstrează aceeași tendință, conținutul de COS variind între 1,68–1,95%, cu evidențierea acelorași variante.

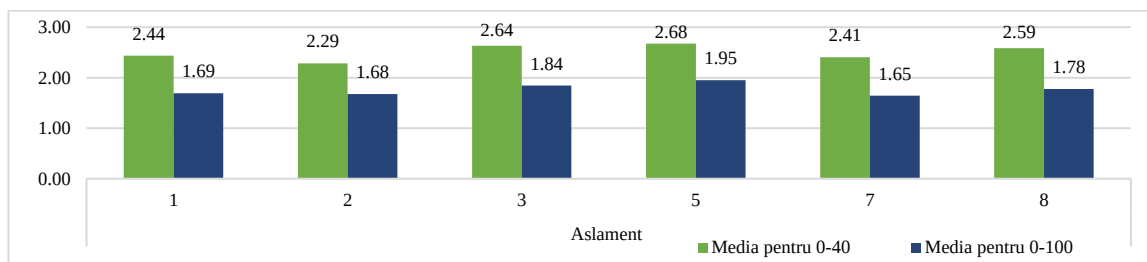


Fig. 5.2. Conținutul de carbon organic în sol, experiența de câmp de lungă durată pe asolamente, anul 2020

Rezultatele analizelor privind conținutul de COS obținute în experiența pe agricultura ecologică sunt prezentate în Fig. 5.3. Potrivit acestora, aici observăm un conținut mai mic de COS în raport cu experiența de lungă durată pe asolamente. Astfel, conținutul de COS pentru stratul de sol 0–40 cm variază în limitele 2,16–2,61% și respectiv – 1,51–1,76%, pentru întreg profilul 0–100 cm. Totodată, observăm că în straturile superficiale ale solului există diferențe mai accentuate comparativ cu straturile mai adânci.

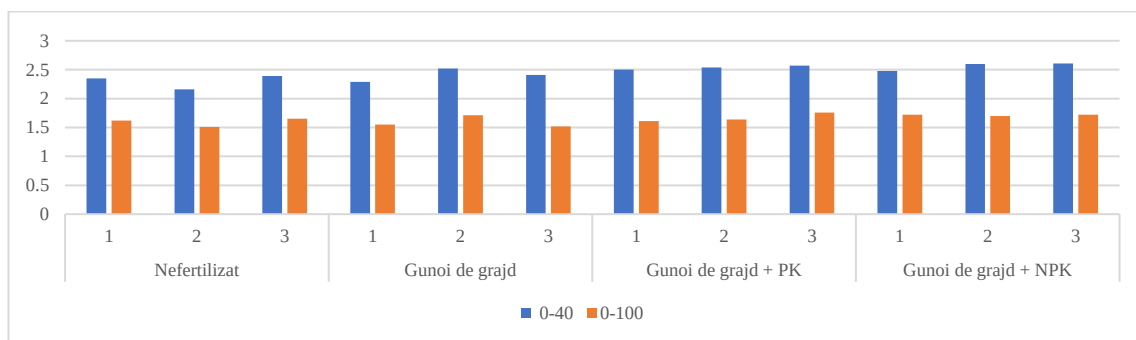


Fig. 5.3. Conținutul de COS în experiența de lungă durată pe agricultura ecologică, anul 2020

Adnotare:

1. Asolament cu amestec de ierburi de ierburi leguminoase și graminee perene (fără aplicarea suplimentară a resturilor vegetale);
2. Asolament cu amestec de ierburi de ierburi leguminoase și graminee perene (cu aplicarea suplimentară a resturilor vegetale);
3. Asolament cu ierburi leguminoase și graminee anuale (fără aplicarea suplimentară a resturilor vegetale).

5.2. Indicatorii agrofizici

Proprietățile agrofizice ale solului influențează capacitatea de creștere și dezvoltare a plantelor. Aceste proprietăți sunt definite în mod diferit de către diferiți autori, dar în general, ele includ următorii indicatori: capacitatea de câmp, structura solului, densitatea aparentă solului, porozitatea solului, textura [25, 30, 8, 19].

Pentru o analiză comparativă în experiment au fost incluse două extreme, prima fiind ogorul negru permanent și a doua fiind pârlaoga permanentă. În calitate de variante intermediare (tranziția de la ogor negru lipsit de vegetație la ecosistem natural) au fost analizate Asol. 2 (cu ogor negru) și Asol. 5 (cu lucernă). Datele experimentale obținute mărturisesc despre creșterea conținutului de carbon în sol în funcție de modul de gestionare a acestuia (Fig. 5.4.).

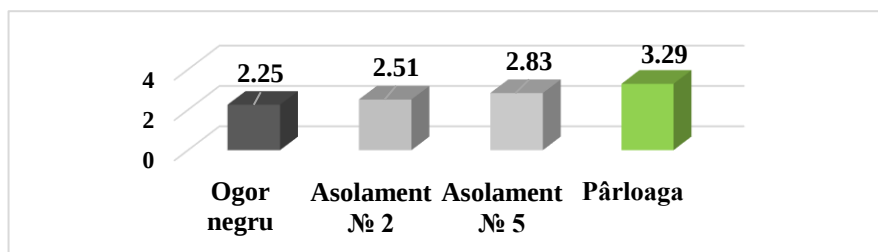


Fig. 5.4. Conținutul de carbon în sol în funcție de variantele studiate (stratul de sol 0–20 cm), anul 2020, ICCC „Selecția”, %

Cel mai redus conținut de carbon în sol a fost determinat pe varianta cu ogor negru în cultură permanentă acesta constituind – 2,25%, stratul 0–20 cm. La cultivarea culturilor în asolament se observă o creștere a conținutului de carbon, mai ales la cultivarea lucernei la masă verde în asolament. Aici conținutul de carbon a constituit – 2,83%, fiind mai aproape de ecosistemul natural (pârloagă). Totuși menținerea solului permanent acoperit, de rând cu o diversitate mai mare de specii și în lipsa perturbanței mecanice a favorizat acumularea celei mai mari cantități de carbon în sol – 3,29%.

Rezerva de carbon în stratul de sol 0–100 cm variază în funcție de variantele studiate în limitele 196,2 și 280,8 t/ha. Aceasta crește odată cu sporirea cantității de materie organică, lăsată

în sol la cultivarea plantelor, în special a ierburilor leguminoase perene (Fig. 5.5.). Tendința este similară celei menționate în cazul conținutului de carbon.

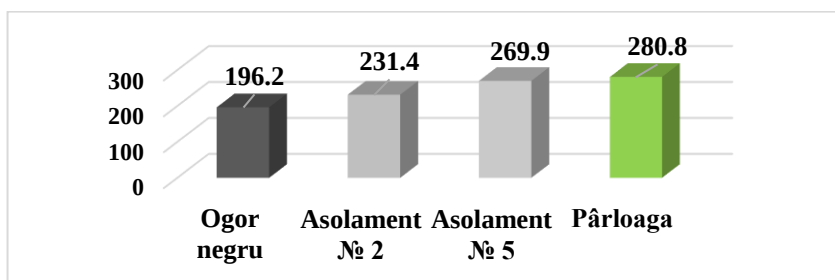


Fig. 5.5. Rezerva de carbon în statul de sol 0–100 cm în funcție de variantele studiate, t/ha, anul 2020, ICCC „Selecția”, %

Datele experimentale privind densitatea aparentă a solului demonstrează legătura dintre conținutul de MOS și proprietățile agrofizice ale solului (Fig. 5.6.). Aici se observă o tendință diametral opusă și anume o descreștere de la ogor negru spre pârloagă. Densitatea aparentă a solului a înregistrat valori între 1,12 și 1,35 g/cm³. Prin urmare, cu cât conținutul de materie organică este mai înalt cu atât densitatea aparentă a solului este mai mică.

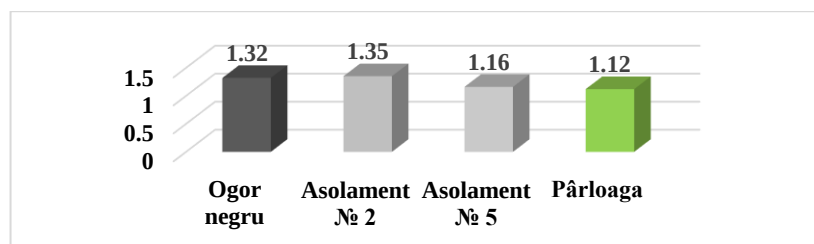


Fig. 5.6. Densitatea aparentă a solului în funcție de variantele studiate, g/cm³, vara anului 2020, ICCC „Selecția”

Porozitatea totală a solului de asemenea variază în funcție de conținutul de MOS (Fig. 5.7.). Astfel, pentru variantele studiate aceasta oscilează în limitele 46,0 și 55,2%, indicând valori similare în cazul ogorului negru permanent și ogorului negru în asolament (46,0–47,2%). Porozitatea totală crește considerabil în asolamentul cu ierburi leguminoase perene (53,6%) și pârloagă (55,2%).

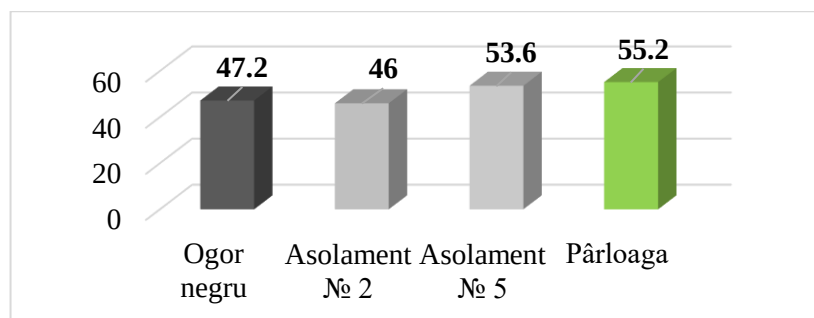


Fig. 5.7. Porozitatea totală a solului în funcție de variantele studiate, anul 2020, ICCC „Selecția”, %

Capacitatea de câmp joacă un rol deosebit de important în posibilitatea de acumulare a apei în sol (Fig. 5.8.). De aceasta depinde în mare măsură posibilitatea de adaptare la secete, care devin din ce în ce mai frecvente în ultimii ani.

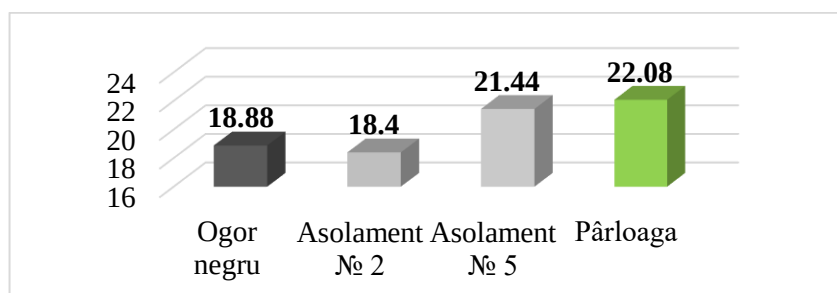


Fig. 5.8. Capacitatea de câmp a solului pe variantele studiate, vara anului 2020, ICCC „Selecția”, %

Rezultatele cercetărilor noastre confirmă legătura dintre proprietățile solului descrise mai sus și capacitatea de câmp. Astfel, pe variantele cu conținut mai redus de MOS, capacitatea de câmp este mai mică, și invers. Prin urmare, putem menționa că pentru a spori adaptabilitatea la secete, care deseori sunt determinate de repartizarea neuniformă a precipitațiilor de-a lungul anului agricol, este strict necesar să majorăm capacitatea solului de a stoca apa din depunerile atmosferice. Acest lucru este posibil doar în cazul majorării conținutului de materie organică în sol, cu reducerea concomitentă a perturbanței mecanice a solului.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

În urma cercetărilor realizate se pot formula următoarele concluzii:

1. Solurile din Republica Moldova sunt expuse unui pericol alarmant de degradare din cauza gestionării lor iraționale, caracterizată de procedee agrotehnice intensive orientate mai mult spre producție și profit economic de scurtă durată.

2. Adaptarea agroecosistemelor la schimbările climatice provocate de încălzirea globală poate fi realizată prin imitarea ecosistemelor naturale, utilizând tehnologii conservative ce exclud lucrarea solului și mențin suprafața acestuia permanent acoperită. Aceste practici contribuie la reducerea impactului negativ exercitat de factorii biotici și abiotici asupra culturilor.

3. Excluderea lucrării solului (lucrarea zero a solului) la cultivarea grâului de toamnă după porumb pentru boabe contribuie la o eficiență sporită a acumulării apei în sol. În medie, pe parcursul a trei ani, capacitatea de reținere a apei din precipitații a variat între 87,1% și 100%, iar în anul secetos 2020, între 76,3% și 95,4%. Comparativ, în cazul lucrării minime a solului, valorile medii pentru 3 ani au fost de 69,6% pentru trei ani iar în anul secetos 2020 – 67,7%.

4. Includerea ierburilor perene în asolament, facilitează acumularea carbonului pe întreg profilul solului. Conținutul de COS în stratul de sol 0–100 cm a constituit – 1,95% în asolament cu lucernă și respectiv 1,68% în asolament cu ogor negru.

5. Conținutul înalt de COS, asigură structura grăunțoasă a solului și îmbunătățește capacitatea de acumulare a apei. Prim urmare, îmbunătățirea proprietăților agrofizice poate asigura o adaptare mai bună la schimbările climatice.

6. Orzul de toamnă manifestă o reacție mai pronunțată la fertilizare comparativ cu grâul de toamnă. În anii favorabili, aplicarea fertilizanților a determinat un spor de producție de 2,27 t/ha (135%) față de varianta nefertilizată. În cazul grâului de toamnă, sporul de producție obținut de la fertilizare a constituit 0,63 t/ha, depășind cu 34% producția obținută pe varianta nefertilizată.

7. Grâul de toamnă reacționează mai bine la asolament și premergător decât la fertilizare, iar importanța premergătorului crește semnificativ în condiții de secetă, datorită influenței sale asupra rezervei de apă din sol. Cu cât termenul de recoltare a premergătorului este mai timpuriu, cu atât crește posibilitatea acumulării în sol a unei cantități mai mari de apă din precipitațiile atmosferice căzute până la momentul semănatului (34,5–47,8 mm).

8. Fertilizarea în condiții cu exces de umiditate poate cauza pierderi semnificative de recoltă din cauza creșterii abundente a biomasei aeriene a plantelor și păturirii.

RECOMANDĂRI

1. Republica Moldova are nevoie de intensificarea cercetărilor științifice fundamentale și aplicative în vederea elaborării unui nou sistem de agricultură, bazat pe managementul durabil (regenerativ) al resurselor de sol, ca element esențial în procesul de adaptare la schimbările climatice.

2. În vederea adaptării ecosistemelor agricole la schimbările climatice recomandăm reducerea sau excluderea disturbăței mecanice a solului, cu menținerea suprafeței acestuia permanent acoperite, cu mulci viu sau mort.

3. Solurile Republicii Moldova au nevoie de ameliorarea proprietăților agro-fizice, de aceea, includerea amestecului de ierburi leguminoase și graminee perene în asolament este crucial de importantă.

4. Culturile cerealiere păioase de toamnă pot fi cultivate cu succes folosind semănatul direct, cu respectarea asolamentului, chiar și după premergători târzii, precum și în lipsa mijloacelor chimice de combatere a bolilor, dăunătorilor și buruienilor la respectarea întregului sistem de agricultură.

5. La cultivarea grâului de toamnă, indiferent de tehnologia de cultivare aplicată, este important să se țină cont de premergător, în special în anii secetoși. În astfel de condiții premergătorului îi revine o importanță mai mare decât fertilizării.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. BASHOUR, A., AI-OU DA, A., KASSAM, A., BACHOUR, R., JOUNI, K., HANSMANN, B. and ESTEPHAN, C. An overview of conservation agriculture in the dry Mediterranean environments with special focus in Syria and Lebanon. In: *AIMS Agriculture and Food* 1(1):67-84 [on-line]. 2016. DOI: 10.3934/agrfood.2016.1.67. [citat 17 august 2023]. Disponibil: <http://surl.li/edyid>
2. BHAN, S., BEHERA, U. K. Conservation agriculture in India – Problems, prospects and policy issues. In: *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 2, No. 4, 2014, pp. 1-12. [citat 23 mai 2021]. Disponibil: <https://surl.lu/tzvtjz>
3. BOINCEAN, B., DENT, D. *Farming the Black Earth - Sustainable and Climate-Smart Management of Chernozem Soils*. Springer Nature Switzerland AG, 2019, 236 p. ISBN 978-3-030-22532-2.
4. BOINCEAN, B., SIDOROV, M. *Agrotehnica*. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2006, pag. 298. ISBN: 978-9975-9544-9-5
5. BOINCEAN, Boris, MARTEA, Mircea, CEBANU, Dorin. Long-term irrigation and fertilization of Typical Chernozem on the Bălți Steppe of Moldova. In: *Tropical Agriculture Association*, 2021, pp. 291-302. ISBN 978-3-030-72223-4
6. BOINCEAN, Boris. Asolamentul și fertilitatea solului – factori limitativi în asigurarea dezvoltării durabile a agriculturii în Republica Moldova. In: *ȘTIINȚE AGRICOLE*. 2021, pp 101-110, CZU: [631.452+631.582] (478)
7. BULLIED, W. J., MARGINET A. M., and VAN ACKER R. C. Conventional- and conservation-tillage systems influence emergence periodicity of annual weed species in canola. In: *Weed Sci.* 51 [on-line]. 2003, pp. 886–897. DOI: <https://doi.org/10.1614/P2002-117>. [citat 28 august 2018].
8. BUOL, S.W., SOUTHARD, R.J., GRAHAM, R.C. and McDANIEL, P.A. (2011) *Soil Genesis and Classification*. 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., West Sussex. 2011, 531 p., DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470960622>
9. DORAN, J., PARKIN, T. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set [on-line]. In: *Method for assessing soil quality*, J.W. Doran and A.J. Jones (Eds.). *Soil Sci. Soc. Am. Special Publication No. 49*, 1996, pp. 25-37. 11 [citat 14 august 2022]. Disponibil: <http://surl.li/edyjt>
10. DORAN, J.W., ZEISS, M.R. ‘Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality’, *Applied Soil Ecology* [on-line]. In: *Applied Soil Ecology* 15(1):3-11 2000.

- DOI: 10.1016/S0929-1393(00)00067-6. [citat 06 noiembrie 2019]. Disponibil: <http://surl.li/edyjy>
11. FAROOQ, M., FLOWER, K., JORBAN, K., WAHID, A. Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture [on-line]. In: *Soil and Tillage Research*, Nr. 117. 2011, pp.172-183. [citat 11 iulie 2022]. Disponibil: <http://surl.li/edyis>
 12. JABRO, J. D., STEVENS, W. B., EVANS, R. G. and IVERSEN, W. M. Tillage effects on physical properties in two soils of the Northern Great Plains [on-line]. In: *Applied Engineering and Agriculture*, 2009. DOI: 10.13031/2013.26889 [citat 13 aprilie 2018]. Disponibil: <https://surli.cc/nfpwjh>
 13. KAISI-AL, LAL, Rattan. Fundamentals and Functions of Soil Environment. In: *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*. [on-line] 2017, pp. 1-23, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805317-1.00001-4> [citat 23 iunie 2021]. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128053171000014>
 14. KASSAM, A. and FRIEDRICH, T. *Conservation Agriculture: Global Perspectives and Developments*¹, Plant Production and Protection Division, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome, Italy
 15. KASSAM, A., FRIEDRICH, T., SHAXSON, F. and PRETTY, J. The spread of conservation agriculture: Justification, sustainability and uptake [on-line]. In: *International Journal of Agricultural Sustainability*, vol.7, nr.4. 2009, pp. 292-320. DOI:10.3763/ijas.2009.0477. [citat 19 iulie 2021]. Disponibil: <https://surl.lu/duuqco>
 16. KASSAM, A.H., FRIEDRICH, T., SHAXSON, F., PRETTY, J. The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake [on-line]. In *International Journal of Agricultural Sustainability*, nr.7. 2009, pp.292-320. DOI:10.3763/ijas.2009.0477. [citat 13 iunie 2018]. Disponibil: <https://surl.li/yrvrmp>
 17. LAL, R. A system approach to conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation* July 2015, 70 (4) 82A-88A; DOI: <https://doi.org/10.2489/jswc.70.4.82A>
 18. NICHOLSA, Virginia, VERHULST, Nele, COX, Rachael, GOVAERTS, Bram. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. In : *Field Crops Research*. 183 [on-line], 2015, pp. 56–68, DOI: 10.1016/j.fcr.2015.07.012 [citat 07 septembrie 2019]. Disponibil: <http://surl.li/eeeml>
 19. NIMMO, J.R. Porosity and Pore Size Distribution. In: Hillel, D., Ed., *Encyclopedia of Soils in the Environment*, Elsevier, London, 2004, pp. 295-303.
 20. REICOSKY, D.C. 2021. Carbon Management in Conservation Agriculture Systems [on-line]. In: Dent, D., Boincean, B. (eds) *Regenerative Agriculture*. Springer, Cham. 2021, pp. 33-45.

- DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-72224-1_3. [citat 30 iunie 2023]. Disponibil: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72224-1_3#citeas
21. REICOSKY, Don C. Carbon Management in Conservation Agriculture Systems [on-line]. In: *Regenerative Agriculture*, Springer Nature Switzerland AG 2021, pp 33-45, [citat 14 martie 2022]. Disponibil: https://doi.org/10.1007/978-3-030-72224-1_3
 22. SHAXSON, F., KASSAM, A., FRIEDRICH, T., BODDEY, B. and ADEKUNLE, A. Underpinning conservation agriculture's benefits: the roots of soil health and function [on-line]. In: *Workshop on Investing in Sustainable Crop Intensification: The Case for Improving Soil Health, 22–24 July*. FAO, Rome, Italy, 2008. [citat 25 octombrie 2023]. Disponibil: http://www.fao.org/AG/CA/doc/SHW_MainDoc_0708.pdf.
 23. SINGH, V.P., BARMAN, K.K., RAGHWENDRA, Singh, SINGH, P.K., SHARMA, A.R. Weed management in conservation agriculture system [on-line]. In: *ICAR - Directorate of Weed Research*. Jabalpur, India, 2015, 60p. [citat 5 septembrie 2022]. Disponibil: <https://surl.lu/utcid>
 24. SWANTON, C.J., SHRESTHA, A., KNEZEVIC, S.Z., ROY, R.C., BALL-COELHO, B.R. Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil [on-line]. In: *Can J Plant Sci*. 2000, pp.455-457. [citat 18 iulie 2018]. Disponibil: <http://surl.li/eeeeiw>
 25. WEIL, Raymond and BRADY, Nyle. *The Nature and Properties of Soils*. 15th edition. Pearson Education, 2017, ISBN: 978-0133254488
 26. ZHAO, X., LIU, S. L., PU, C., ZHANG, X. Q., XUE, J. F., REN, Y. X., and ZHANG, H. L. Crop yields under no-till farming in China: A meta-analysis [on-line]. In: *European Journal of Agronomy*, nr.84, 2017, pp. 67-75. DOI:10.1016/j.eja.2016.11.009. [citat 8 august 2019]. Disponibil: <http://surl.li/eeefo>
 27. ZUBER, S. M., BEHNKE, G. D., NAFZIGER, E. D., and VILLAMIL, M. B. Crop rotation and tillage effects on soil physical and chemical properties in Illinois [on-line]. In: *Agronomy Journal*, vol.107, nr.3, 2015, pp. 971-978. DOI:10.2134/agronj14.0465. [citat 11 ianuarie 2019]. Disponibil: <http://surl.li/eeeeeg>
 28. АРИНУШКИНА, Е.В. *Руководство по химическому анализу почв*. Москва: МГУ, 1970, 488 с.
 29. БОИНЧАН, Б. П. *Экологическое земледелие в республике Молдова*. Chişinău, Ştiinţa 1999.
 30. ВОРОБЬЕВА, Л.А. *Химический анализ почв*. Москва: Издательство Московского университета, 1998, 271 с. ISBN: 5-211-03973-4.

LISTA PUBLICAȚIILOR ȘTIINȚIFICE LA TEMA TEZEI

- **Articole în reviste științifice din bazele de Date SCOPUS**

1. CEBANU, Dorin, BOINCEAN, Boris, CEBOTARI, Marin, DENT, David. No-till for cereal crops on the Bălți Steppe of Moldova. Tropical Agriculture Association, 2021, pp. 281-290. ISBN 978-3-030-72223-4. DOI: 10.1007/978-3-030-72224-1_25

2. BOINCEAN, Boris, MARTEA, Mircea, CEBANU, Dorin. Long-term irrigation and fertilization of Typical Chernozem on the Bălți Steppe of Moldova. Tropical Agriculture Association, 2021, pp. 291-302. ISBN 978-3-030-72223-4. DOI: 10.1007/978-3-030-72224-1_26

- **Articole în revistele științifice internaționale**

1. БОИНЧАН, Борис, СТАДНИК, С. , ЧЕБАНУ, Д., МАРТЯ, М.. Минеральные удобрения и орошение – факторы разрушения почвенного плодородия и усиления глобального потепления. In: *Вызовы и возможности управления азотом в сельском хозяйстве*, Ed. Ediția 1, 23 martie 2021, Санкт-Петербург. Санкт-Петербург, Россия: 2021, pp. 7-11. ISBN ISBN 978-5-905200-45-8.

- **Articole în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, categoria B**

1. CEBANU, Dorin. Folosirea tehnologiei No-till la cultivarea grâului de toamnă în vederea sporirii capacității de acumulare a apei în sol și reducerii cheltuielilor de combustibil. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 2022, nr. 1(64), pp. 58-64. ISSN 1857-0461. DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.22.1-64.08>

- **Articole în lucrările conferințelor și altor manifestări științifice**

1. BOINCEAN, Boris, CEBANU, Dorin, BULAT, Lidia, MARTEA, Mircea, RUSNAC, Grigore, SECRIERU, Ivan, CUZEAC, Vadim, PROZOROVSKI, Maxim, ZAHARCO, Dionisie, GĂMUREAC, Ana, CURICHERI, Dorin, ROTARI, Alexandra, STADNIC, Stanislav, MACRII, Lucia, AVRAM, Alexandru. Cercetările laboratorului sisteme agrotehnice - baza tranziției la un sistem durabil și rezilient de agricultură în Republica Moldova. In: *Probleme științifice în domeniul culturilor de câmp - realizări și perspective: . Conferință dedicată a 80 ani de la fondarea ICCC "Selecția"*, Ed. 1, 13-14 iunie 2024, Bălți. Bălți: Print-Caro, 2024, pp. 150-155. ISBN 978-9975-180-84-9.

2. CEBANU, Dorin. Greater soil water harvesting and crop yields with no-till and crop residue retention. In: *Protecția plantelor - realizări și perspective*, Ed. 57, 2-3 octombrie 2023, Кишинев. Кишинев: "Print-Caro" SRL, 2023, nr.58, pp. 112-121. ISBN 978-9975-62-563-0. DOI: <https://doi.org/10.53040/ppap2023.19>

3. MACRII, Lucia, CEBANU, Dorin, ZAHARCO, Dionisie, AVRAM, Alexandru. Alcătuirea structurală a cernoziomului tipic sub diverse practici agricole de lungă durată. In: *Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ed. 6, 20-21 mai 2022, Bălți. Balti, Republic of Moldova: Tip. Indigou Color, 2022, Ediția 6, pp. 165-170.

4. БОИНЧАН, Борис, СТАДНИК, С. , ЧЕБАНУ, Д., МАРТЯ, М.. Минеральные удобрения и орошение – факторы разрушения почвенного плодородия и усиления глобального потепления. In: *Вызовы и возможности управления азотом в сельском хозяйстве*, Ed. Ediția 1, 23 martie 2021, Санкт-Петербург. Санкт-Петербург, Россия: 2021, pp. 7-11. ISBN ISBN 978-5-905200-45-8.

ADNOTARE

Cebanu Dorin „Sistemul Conservativ de Agricultură în zona de Nord a Republicii Moldova”, teză de doctor în științe agricole, Bălți, 2025

Structura tezei: introducere, 5 capitole, concluzii generale și recomandări, 117 pagini de text de bază, bibliografie din 109 surse, 42 tabele, 34 figuri. Rezultatele obținute au fost publicate în 9 lucrări științifice.

Cuvinte cheie: agricultura conservativă, fertilitatea solului, materia organică a solului, managementul durabil și rezilient a solului, cernoziom, degradarea solului, încălzire globală, sechestrarea carbonului, producția culturilor, asolament.

Scopul lucrării: constă în examinarea posibilității adoptării lucrării zero a solului la cultivarea culturilor cerealiere de toamnă, în special a grâului și orzului de toamnă, în contextul respectării unui asolament diversificat.

Obiectivele cercetării: includ studierea condițiilor climaterice, evaluarea producției culturilor cerealiere de toamnă în funcție de diferite procedee agrotehnice aplicate, determinarea consumului de apă și a rezervei de apă accesibilă din sol pe parcursul perioadei de vegetație, analiza efectelor asolamentului și a resturilor vegetale asupra producției agricole și evaluarea impactului lucrării zero a solului asupra posibilității de adaptare la secetele tipice pentru Nordul Republicii Moldova.

Noutatea și originalitatea științifică: derivă din abordarea holistică și integrată a diferitelor aspecte legate de procedeele agrotehnice, tehnologiile de cultivare prin influența lor asupra solului și a producției agricole. Lucrarea se distinge prin analiza detaliată a impactului lucrării zero a solului (No-tillage) asupra producției culturilor cerealiere de toamnă (grâu și orz de toamnă), cu o atenție deosebită asupra asolamentului și a practicilor de management a resturilor vegetale. Un alt aspect relevant constă în evaluarea posibilității acumulării apei în sol folosind diferite tehnologii de cultivare cu aplicarea lucrării zero a solului, în condițiile repartizării neuniforme a precipitațiilor atmosferice cu evidențierea avantajului sistemului conservativ de lucrare a solului în raport cu procedeele convenționale.

Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante: constă în argumentarea necesității tranziției la un nou sistem de agricultură, capabil să răspundă provocărilor alarmante cu care se confruntă agricultura contemporană, inclusiv degradarea solurilor și încălzirea globală. Rezultatele cercetărilor confirmă creșterea capacității de acumulare a apei în sol la păstrarea resturilor vegetale de porumb la suprafața solului prin folosirea lucrării zero a solului, cu reducerea concomitentă a cheltuielilor de producere la culturile cerealiere de toamnă. Rezultatele obținute oferă un suport științific solid pentru necesitatea adoptării unei

strategii agricole sustenabile, capabile să protejeze resursele naturale și să minimizeze impactul negativ al activităților agricole asupra mediului înconjurător.

Semnificația teoretică: cercetările științifice efectuate contribuie la aprofundarea cunoștințelor în domeniul cultivării culturilor de câmp, folosind diferite sisteme de agricultură în diferite condiții climaterice. Analiza datelor obținute a confirmat posibilitatea refuzului de lucrarea solului în cazul respectării întregului sistem de agricultură, bazat pe asolament, folosirea resturilor vegetale, folosirea îngrășămintelor organice etc. Rezultatele obținute permit promovarea sistemului conservativ de agricultură prin respectarea unui management durabil și rezilient a solului de cernoziom.

Valoarea aplicativă: rezultatele obținute în cadrul cercetărilor realizate pe unele elemente a Sistemului Conservativ de Agricultură (SCA) reprezintă un pilon esențial în tranziția spre sistemele agricole durabile. Prin adaptarea sistemului de agricultură conservativă la condițiile specifice locale, aceste rezultate servesc drept bază solidă pentru educația și informarea fermierilor, studenților și lucrătorilor științifici în vederea adoptării unui sistem durabil de agricultură adaptat la provocările actuale ale agriculturii.

АННОТАЦИЯ

Чебану Дорин «Консервативная Система Земледелия в Северной Зоне Республики Молдова», диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Бельцы, 2025 г.

Структура диссертации: введение, 5 глав, общие выводы и рекомендации, 117 страниц основного текста, библиография из 109 источников, 42 таблицы, 34 рисунка. Результаты работы опубликованы в 9 научных работах.

Ключевые слова: консервативное земледелие, плодородие почвы, органическое вещество почвы, устойчивый и жизнеспособный менеджмент почв, чернозём, деградация почвы, глобальное потепление, секвестрация углерода, растениеводство.

Цель работы: изучить возможности применения технологии нулевой обработки почвы (No-till) при возделывании озимых зерновых культур, в частности озимой пшеницы и озимого ячменя, в контексте диверсифицированного севооборота на типичном черноземе Бельцкой степи.

Задачи исследования: оценка производства озимых зерновых колосовых культур в условиях разных климатических условий и различных агротехнических приемов, определение накопления и потребления воды из доступных запасов воды в почве в течение вегетационного периода, анализ влияния почвы и растительных остатков на производство сельскохозяйственных культур и оценка влияния технологии с применением нулевой обработки почвы на возможности адаптации к засухам, характерным для севера Молдовы.

Научная новизна и оригинальность: обусловлена целостным и комплексным подходом к различным аспектам агротехнических приемов, технологий возделывания сельскохозяйственных культур через их влияние на почву и сельскохозяйственное производство. Работа отличается подробным анализом влияния технологии с применением нулевой обработки почвы на производство озимых зерновых колосовых культур, включая озимую пшеницу и озимый ячмень, с учетом методов обработки почвы и управления растительными остатками.

Другим актуальным аспектом данной работы является оценка возможности накопления почвенной влаги при использовании различных технологий обработки почвы в условиях неравномерного распределения атмосферных осадков с выявлением преимуществ ресурсосберегающей обработки почвы по сравнению традиционными методами.

Полученный результат, способствующий решению важной научной проблемы: экспериментальные данные, позволяют аргументировать необходимость перехода к новой системе земледелия, способной ответить на вызовы, с которыми сталкивается современное

сельское хозяйство, включая деградацию почв и глобальное потепление. Результаты исследований подтверждают увеличение влагоемкости почвы при сохранении растительных остатков кукурузы на поверхности почвы с помощью No-till, с одновременным снижением затрат на производство озимых зерновых колосовых культур. Они служат убедительным научным подтверждением необходимости одобрения стратегии устойчивого развития сельского хозяйства, обеспечивающей защиту природных ресурсов и минимизацию негативного воздействия сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду, с одновременным повышением конкурентоспособности фермеров.

Практическое значение: проведенное научное исследование вносит вклад в углубление знаний в области возделывания полевых культур при использовании различных систем земледелия в различных климатических условиях. Анализ полученных данных подтвердил возможность отказа от механической обработки почвы при соблюдении целостной системы земледелия, основанной на применении обработки почвы, использовании растительных остатков, применении органических удобрений и т.д. Полученные результаты позволяют расширять площади под консервативную систему земледелия при соблюдении устойчивого менеджмента черноземной почвы.

Значение для применения: результаты исследований по консервативной системе земледелия (КСЗ) являются важнейшим элементом перехода к устойчивым методам ведения сельского хозяйства. Адаптируя консервативную систему земледелия к конкретным местным условиям, эти результаты служат прочной основой для обучения и информирования фермеров, студентов и научных работников в целях внедрения устойчивой системы земледелия, адаптированной к современным сельскохозяйственным проблемам.

ANNOTATION

Dorin Cebanu “Conservation Agriculture System in the Northern Part of Moldova”, PhD thesis in agricultural sciences, Balti, 2025

Structure of the thesis: introduction, 5 chapters, general conclusions and recommendations, 117 pages of basic text, bibliography from 109 sources, 42 tables, 34 figures. The obtained results were published in 9 scientific papers.

Keywords: conservation agriculture, soil fertility, soil organic matter, sustainable and resilient soil management, chernozem, soil degradation, global warming, carbon sequestration, crop production, crop rotation.

The purpose of the work consists in examining the possibility of adopting No-till technology for the cultivation of winter cereal crops, especially winter wheat and winter barley, in the context of respecting a diversified crop rotation on the Typical Chernozem of the Balti steppe.

The objectives of the research: include the study of climatic conditions, the evaluation of the yield of winter cereal crops according to different agricultural practices, the determination of water consumption and the stocks of soil moisture during the vegetation period, the analysis of the effects of crop rotations and plant residues on agricultural production and evaluation of the impact of No-till technology on the possibility of adaptation to droughts typical for the North part of the Republic of Moldova.

Scientific novelty and originality: derives from the holistic and integrated approach to various aspects related to agricultural practices, cultivation technologies through their influence on soil and agricultural production. The paper is distinguished by its detailed analysis of the impact of No-till technology on the production of winter cereal crops, including winter wheat and winter barley, with special attention to crop rotations and crop residues management practices. Another relevant aspect consists in evaluating the possibility of water accumulation in the soil by using different cultivation technologies, under the conditions of uneven distribution of atmospheric precipitation, highlighting the advantage of the conservative tillage system in relation to conventional practices.

The result obtained that contributes to the solution of an important scientific problems: consists in arguing the need for the transition to a new agricultural system, capable to responde to the challenges faced by modern agriculture, including soil degradation and global warming. The results of the research confirm the increase in soil capacity to accumulate water by keeping the surface of the soil covered with crop residues No-till, with the simultaneous reduction of production costs for winter cereal crops. The obtained results provide solid scientific support

for adoption of a sustainable agricultural strategy, capable to protect natural resources and to minimize the negative impact of agricultural activities on the environment.

Theoretical significance: the scientific research carried out contributes to the deepening of knowledge in the field of cultivation of field crops, using different farming systems in different climatic conditions. The analysis of the obtained data confirmed the possibility of refusing to tillage the soil in case of respecting the entire agricultural system, based on crop rotation, the use of plant residues and organic fertilizers etc. Experimental data allow the promotion of the conservative farming system by respecting a sustainable and resilient management of the chernozem soil.

Applicative value: the results obtained within the framework of the research carried out on the Conservation Agriculture System (SCA) represent an essential pillar in the transition towards sustainable agricultural practices. By adopting the conservation farming system to site - specific local conditions, these results serve as a solid basis for educating and informing farmers, students and scientific workers in order to make the transition to a sustainable farming system adapted to the current challenges of agriculture.

CEBANU DORIN

**SISTEMUL CONSERVATIV DE AGRICULTURĂ ÎN ZONA DE NORD
A REPUBLICII MOLDOVA**

411.01 - AGROTEHNICA

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

Aprobat spre tipar: 6 octombrie 2025
Hârtie ofset. Tipar digital.
Coli de tipar: 2,34

Formatul hârtiei 60x84 1/16
Tiraj 30 ex.
Comanda nr. 55774

Tipografia din Balti SRL
str. 31 August, 22
numărul de contact:
+37361079000