

IMPACTUL ROTAȚIEI CULTURILOR, AL METODEI NO-TILL ȘI AL FERTILIZĂRII ASUPRA PRODUCȚIEI GRÂULUI DE TOAMNĂ ÎN ZONA DE NORD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 633.11:631.51(478):631.8

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.25.1-76.06>Doctorand **Dorin CEBANU**E-mail: mr.cebanu@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0760-394X>

Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Selecția”

THE IMPACT OF CROP ROTATION, NO-TILL METHOD, AND FERTILIZATION ON WINTER WHEAT PRODUCTION IN THE NORTHERN REGION OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Summary. The article analyzes winter wheat production from 2015 to 2024, depending on the preceding crop, soil tillage method, and fertilization, as well as different agro-climatic conditions, within a long-term experiment conducted at the National Center for Research and Seeds Production, "Selecția" sector. It compares direct sowing (No-Till) after corn for grain, shallow tillage with a disc harrow after peas for grain, as well as a variant with a mixture of vetch and oats for green forage as preceding crops. The comparison included both fertilized and non-fertilized variants. The differences between the preceding crops were not statistically significant, but fertilization had a clear and consistent effect on production. The results highlight the essential role of fertilization and soil moisture reserves in maintaining productivity, confirming that conservative technologies can ensure stable yields under conditions of crop rotation with greater diversity.

Keywords: crop rotation, soil tillage, preceding crop, No-Till, climate change.

Rezumat. Articolul analizează producția grâului de toamnă în perioada 2015–2024 în funcție de cultura premergătoare, metoda de lucrare și fertilizare a solului, condiții agroclimatice diferite, în cadrul unei experiențe de lungă durată desfășurate la Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Selecția”. Au fost comparate variante cu semănat direct (No-Till) după porumb pentru boabe, lucrare superficială cu grapă cu discuri după mazăre pentru boabe, precum și o variantă cu amestec de mazărice și ovăz pentru masă verde ca premergători. Comparația a inclus atât variante fertilizate, cât și nefertilizate. Diferențele dintre premergători nu au fost semnificative sub aspect statistic, însă fertilizarea a avut un efect clar și constant asupra producției. Rezultatele evidențiază rolul esențial al fertilizării și al rezervei de umiditate în sol în menținerea productivității, confirmând că tehnologiile conservative pot asigura randamente stabile în condițiile respectării unui asolament cu o diversitate mai mare de culturi.

Cuvinte-cheie: asolament, lucrarea solului, premergător, No-Till, schimbări climatice.

INTRODUCERE

Grâul de toamnă este una dintre cele mai importante culturi cerealiere din Republica Moldova, ocupând anual în ultima perioadă între 311 și 375 mii hectare, ceea ce constituie peste 20% din suprafața arabilă a țării [1]. În regiunea de nord, această cultură are o un rol strategic sporit, contribuind semnificativ la securitatea alimentară, stabilitatea economică a exploatațiilor agricole și echilibrul agroecologic al sistemelor de producție.

În contextul schimbărilor climatice și al instabilității pluviometrice din perioada de vegetație, obținerea unor recolte stabile și eficiente devine tot mai dependentă de strategii tehnologice adaptate. Alegerea corectă a culturii premergătoare în cadrul asolamentului și sistemului de lucrare a solului sunt factorii-cheie ce influențează eficiența acumulării și conservării apei în sol, dar și controlul natural al buruienilor [2; 3].

În ultimul deceniu, practicile de agricultură conservativă, precum sistemul No-Till, au început să fie tot mai frecvent aplicate în Republica Moldova. Totuși, eficiența acestor sisteme este condiționată de structura asolamentului, de fertilizare și de alte elemente tehnologice. De exemplu, includerea repetată a culturilor prășitoare, precum porumbul, poate reduce performanța culturii de grâu de toamnă, prin scăderea rezervelor de umiditate și creșterea presiunii buruienilor [4].

Pe acest fundal, studiul de față își propune să analizeze, pe o perioadă de zece ani (2015–2024), influența sistemului de lucrare a solului, a culturii premergătoare și a condițiilor meteorologice asupra producției grâului de toamnă în zona de nord a Republicii Moldova. Este evaluat impactul gradului de saturație cu culturi prășitoare, al prezenței ierburilor, precum și al rezervei de umiditate în sol, corelate cu temperatura și precipitațiile din perioada critică de vegetație (aprilie-iunie).

OBIECTUL ȘI METODELE DE CERCETARE

Cercetările, demarate în anul 2015, au fost realizate în cadrul experienței de câmp de lungă durată pe asolamente amplasate pe terenurile experimentale ale ICCC „Selecția”, actualmente sectorul „Selecția” din cadrul Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor (Tabelul 1). Solul este cernoziom tipic luto-argilos, cu un conținut de materie organică de 4,8-

5,0%, pH 7,3, iar conținuturile totale de N, P și K sunt de 0,21-0,25%, 0,09-0,11% și, respectiv, 1,22-1,28%. Fosforul și potasiul mobil au valori între 130–150 mg/kg și, respectiv, 160–180 mg/kg [5]. Recoltarea grâului s-a realizat mecanizat cu combina Wintersteiger Delta, boabele au fost cântărite, iar în laborator au fost determinate umiditatea și puritatea. Producțiile sunt raportate la umiditate standard de 14%.

Tabelul 1

Schema amplasării culturilor în asolament, lucrarea solului și fertilizarea în experiența de lungă durată pe asolamente (anii 2015–2024)

Nr. câmpului	Asolamentul					
	7	5	4	2	1	8
11	**Grâu de toamnă fără îngrășăminte	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$
10	***Sfeclă de zahăr, fără îngrășăminte	***Lucernă pentru masă verde	***Sfeclă de zahăr 40 t/ha $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Porumb pentru boabe $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Sfeclă de zahăr, 40 t/ha + $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Floarea-soarelui 30 t/ha + $N_{30} P_{20} K_{20}$
9	**Porumb pentru boabe, fără îngrășăminte	Lucernă al 2-lea an pentru masă verde	**Porumb pentru boabe	**Porumb pentru boabe	**Porumb pentru boabe	**Porumb pentru boabe
8	**Borceag de primăvară, fără îngrășăminte	Lucernă al 3-lea an, prima coasă	**Borceag de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Ogor negru	***Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Mazăre pentru boabe $N_{30} P_{30} K_{30}$
7	**Grâu de toamnă, fără îngrășăminte	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$
6	***Sfeclă de zahăr, fără îngrășăminte	***Sfeclă de zahăr 40 t/ha + $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Sfeclă de zahăr 40 t/ha $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Porumb pentru boabe $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Sfeclă de zahăr 40 t/ha + $N_{60} P_{30} K_{30}$	***Floarea-soarelui 30 t/ha + $N_{30} P_{20} K_{20}$
5	**Porumb pentru boabe fără îngrășăminte	**Porumb pentru boabe	**Porumb pentru boabe	**Mazăre pentru boabe $N_{30} P_{30} K_{30}$	**Porumb pentru boabe	**Borceag de primăvară $N_{60} P_{30} K_{30}$
4 (½ grâu de toamnă și ½ orz de toamnă)	*Orz de toamnă și grâu de toamnă fără îngrășăminte	*Orz de toamnă și grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	*Orz de toamnă și grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	*Orz de toamnă și grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	*Orz de toamnă și grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$	*Orz de toamnă și grâu de toamnă $N_{60} P_{30} K_{30}$
3	***Floarea-soarelui, fără îngrășăminte	***Floarea-soarelui, $N_{30} P_{20} K_{20}$ + 30 t/ha gunoi de grajd	***Sfeclă de zahăr $N_{60} P_{30} K_{30}$ + 40 t/ha gunoi de grajd	***Floarea-soarelui $N_{30} P_{20} K_{20}$	***Floarea-soarelui $N_{30} P_{20} K_{20}$ + 30 t/ha gunoi de grajd	***Sfeclă de zahăr $N_{60} P_{30} K_{30}$ + 40 t/ha gunoi de grajd
2	**Porumb pentru siloz fără îngrășăminte	**Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$	**Porumb pentru siloz $N_{60} P_{30} K_{30}$

Notă: *lucrare zero (No-Till), ** lucrare minimă a solului (grapa cu discuri), ***arătură cu plug cu cormană.

Umiditatea solului a fost determinată prin metoda gravimetrică, la adâncimile de 0-100 cm și 0-200 cm, în două etape: primăvara și după recoltare. Metoda statistică utilizată – ANOVA.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza statistică a producției grâului de toamnă în funcție de cultura premergătoare și metoda de lucrare a solului arată că, în medie, variantele cu mazăre pentru boabe ca premergător și lucrarea cu grapă cu discuri (asol. 2) au înregistrat producții ușor mai ridicate (3,98 t/ha), comparativ cu variantele semănate direct (metoda No-Till) după porumb pentru boabe din asolamentele 3, 4 și 5, unde producția medie generală a fost de 3,57 t/ha (individual: 3,64 t/ha în asol. 3, 3,61 t/ha în asol. 4 și 3,64 t/ha în asol. 5). La un nivel apropiat s-a situat și asolamentul 8, în care premergătorul a fost un amestec furajer de mazărice de primăvară și ovăz sub formă de masă verde, urmat de lucrarea cu grapă cu discuri, cu o producție medie de 3,79 t/ha.

Rezultatele testului ANOVA ($F = 0,42$; $p = 0,796$), aplicat pentru asolamentele 2, 3, 4, 5 și 8, au arătat că diferențele dintre variante nu sunt semnificative sub aspect statistic. Aceasta sugerează că, în condițiile aplicării unei tehnologii corecte și a unei fertilizări adecvate, metoda No-Till, aplicată chiar și după o cultură cu termen de recoltare târzie (precum porumbul pentru boabe), poate oferi rezultate comparabile cu cele obținute după premergători timpurii și lucrare convențională superficială.

Această constatare are implicații importante pentru fermele orientate spre agricultura conservativă, demonstrând că rotația poate fi flexibilă, atâta timp cât sunt respectate cerințele minime ale culturii și solul este gestionat corespunzător. De menționat că experiența a fost desfășurată în cadrul unui asolament complex, cu o diversitate sporită de culturi (leguminoase,

cereale păioase, culturi prășitoare și plante furajere). În acest context agroecologic, metoda No-Till a oferit rezultate stabile și comparabile cu cele obținute prin lucrări convenționale, confirmând că diversificarea rotației este un element-cheie în succesul metodelor conservative și în menținerea productivității în condiții pedoclimatice variabile (Figura 1).

Un exemplu concludent privind influența fertilizării asupra performanței grâului semănat prin metoda No-Till este oferit de comparația dintre asolamentul 3 și asolamentul 7, care au avut o structură identică în ceea ce privește cultura premergătoare (porumb pentru boabe) și metoda de lucrare a solului (semănat direct), diferența constând exclusiv în aplicarea îngrășămintelor (Figura 2).

În medie, producția grâului în asolamentul 3 (fertilizat) a fost de 3,52 t/ha, comparativ cu doar 2,23 t/ha în asolamentul 7 (nefertilizat). Această diferență evidențiază importanța fertilizării în menținerea unui nivel ridicat al productivității indiferent de metoda de lucrare a solului. Diferența a fost confirmată statistic prin testul ANOVA, care a indicat o influență semnificativă a fertilizării asupra producției ($F = 9,01$; $p = 0,0076$), ceea ce justifică excluderea asolamentului 7 din comparațiile directe între premergători.

Pentru a evalua stabilitatea producției grâului de toamnă în condițiile aplicării metodei No-Till și a fertilizării constante, au fost comparate datele obținute în asolamentele 3, 4 și 5, care prezintă o structură agricolă relativ similară, având în calitate de cultură premergătoare porumbul pentru boabe (Figura 3). Deși asolamentele 3, 4 și 5 au avut același premergător direct pentru grâul de toamnă, componența rotației culturilor diferă semnificativ și poate influența, pe termen lung, starea agrochimică și biologică a solului.

Astfel, în cadrul asolamentului 3 este inclus un amestec furajer de mazărice de primăvară + ovăz

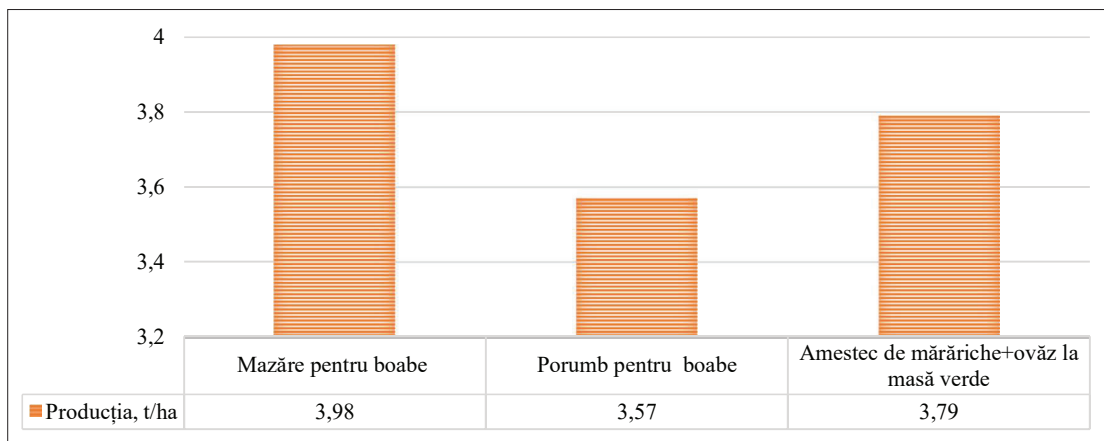


Figura 1. Producția grâului de toamnă în funcție de premergător și de metoda de lucrare a solului, media pentru anii 2015–2024, t/ha.

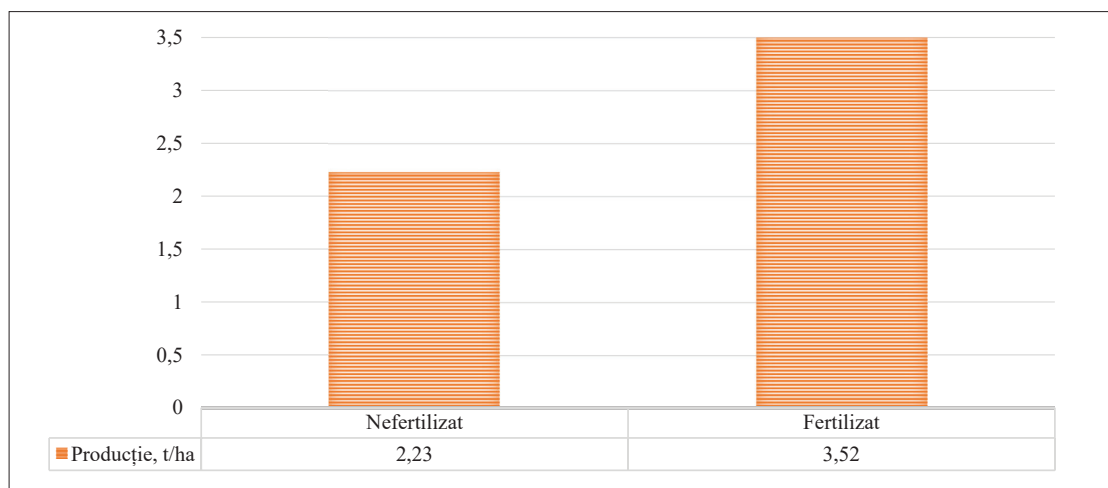


Figura 2. Producția grâului de toamnă pe fond nefertilizat și fertilizat, cultivat după porumb pentru boabe, media pentru anii 2015–2024, t/ha.

pentru masă verde, în timp ce în asolamentul 4 se cultivă un amestec de mazărice de toamnă + secară, tot pentru masă verde. Aceste diferențe subtile în structura furajeră pot influența nivelul de fixare biologică a azotului, aportul de materie organică și ciclul de nutriție în sol.

Pe de altă parte, asolamentul 5 se deosebește printr-un grad mai redus de saturație cu culturi prășitoare (40% versus 60%), datorită includerii în rotație a ierburilor leguminoase perene (lucerna) cu o durată de viață de trei ani cultivate pentru masă verde. Prezența unei culturi leguminoase perene contribuie pozitiv la structura solului, echilibrul carbon-azot și capacitatea de retenție a umidității, oferind un fundal favorabil pentru culturile următoare, inclusiv pentru grâu.

Rezultatul testului ANOVA ($F = 0,04$; $p = 0,96$) a arătat că nu există diferențe semnificative din punct de vedere statistic între aceste variante, ceea ce confirmă că metoda No-Till aplicată corect poate asigura un nivel stabil de producție, chiar și în prezența unor

variații moderate în rotația culturilor. Această uniformitate a rezultatelor sugerează că, în cadrul unui asolament diversificat și bine gestionat, semănatul direct poate reprezenta o soluție viabilă pentru menținerea productivității în Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova.

Compararea nivelului de producție a grâului de toamnă în asolamentele 2 și 8, care diferă prin cultura premergătoare, dar păstrează același tip de lucrare a solului (grapa cu discuri), a evidențiat o producție medie ușor mai mare în cazul mazării pentru boabe (3,98 t/ha) față de amestecul de mazărice de primăvară + ovăz (3,79 t/ha) (Figura 4). Cu toate acestea, rezultatele testului ANOVA ($F = 0,26$; $p = 0,615$) arată că diferența în cauză nu este semnificativă din punct de vedere statistic, ceea ce sugerează că ambele culturi premergătoare pot fi utilizate eficient în rotațiile din nordul Republicii Moldova, asigurând o bună valorificare a resurselor de sol și apă în condiții similare de tehnologie.

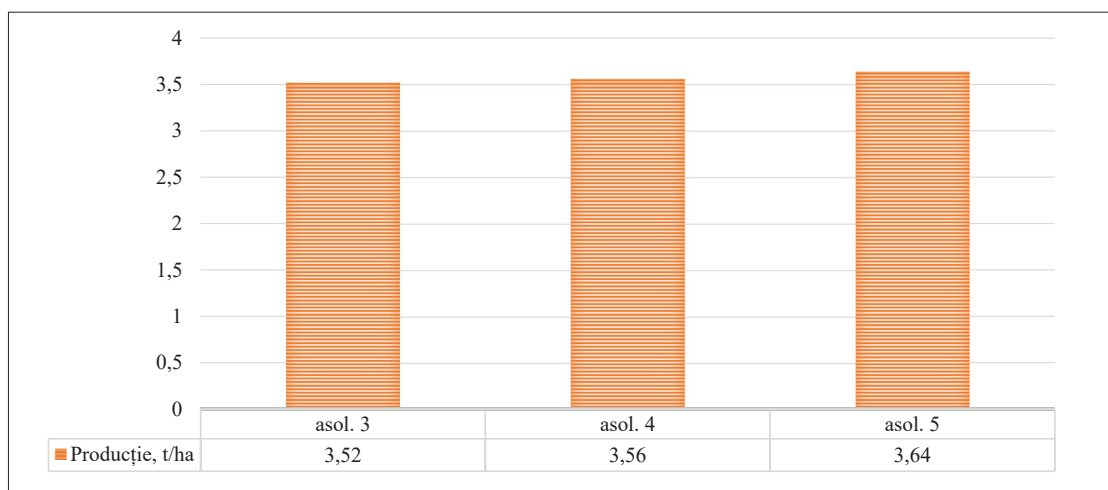


Figura 3. Nivelul de producție a grâului de toamnă în diverse asolamente, media pentru anii 2015–2024, t/ha.

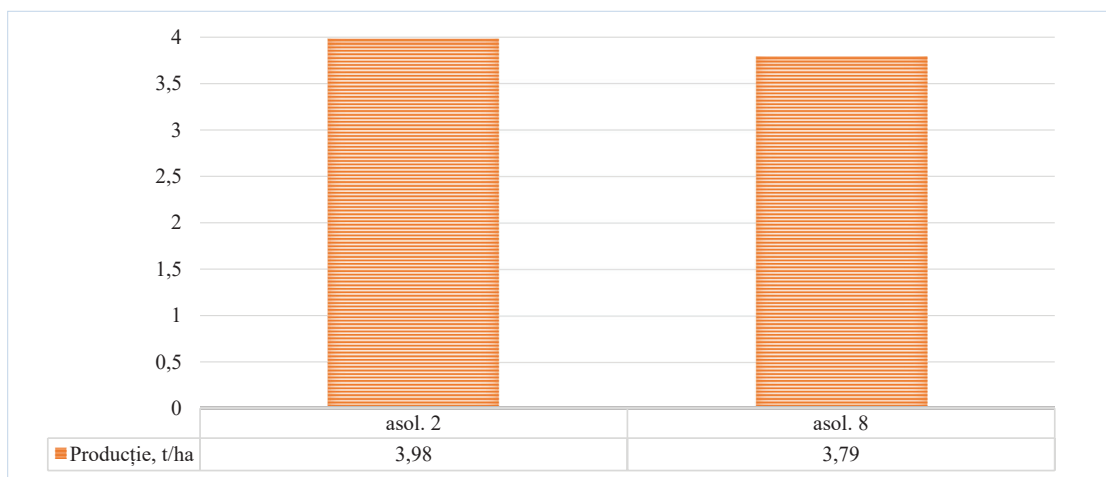


Figura 4. Nivelul de producție a grâului de toamnă obținut după mazăre pentru boabe și mazărice de primăvară + ovăz pentru masă verde, media pentru anii 2015–2024, t/ha.

Pentru a evalua stabilitatea producției grâului de toamnă în funcție de an, s-a calculat coeficientul de variație (CV%) al producțiilor obținute în perioada 2015–2024 pentru fiecare dintre variantele fertilizate, după diferiți premergători. Acest indicator permite aprecierea sensibilității fiecărei variante la variabilitatea condițiilor climatice anuale (Figura 5). Rezultatele au evidențiat că asolamentul 2, în care grâul de toamnă a fost cultivat după mazăre pentru boabe și lucrarea solului s-a realizat cu grapă cu discuri, a înregistrat cel mai mic coeficient de variație (CV = 18,39%), ceea ce indică o stabilitate ridicată a producției în timp. Acest rezultat poate fi explicat prin recoltarea timpurie a mazării, care oferă un interval mai larg pentru acumularea umidității și o mai bună pregătire a solului pentru semănatul grâului de toamnă. În schimb, asolamentul 3, în care grâul

a fost cultivat după porumb pentru boabe în condiții de semănat direct (metoda No-Till), a prezentat cel mai ridicat coeficient de variație (CV = 27,69%), sugerând o mai mare dependență de condițiile anuale, posibil din cauza recoltării târzii a premergătorului. Asolamentele 4 și 5, cu același premergător (porumb pentru boabe), dar cu rotații și intensități diferite ale prășitoarelor, au avut un comportament intermediar (CV = 25,54% și 27,36% corespunzător), ceea ce sugerează un echilibru relativ între condițiile pedoclimatice și structura rotației.

Pentru a evalua influența regimului pluviometric asupra productivității grâului de toamnă, a fost analizată corelația dintre cantitatea de precipitații înregistrată în perioada aprilie–iunie și producția medie anuală obținută în asolamentele 3, 4 și 5, toate caracterizate prin fertilizare constantă și același premer-

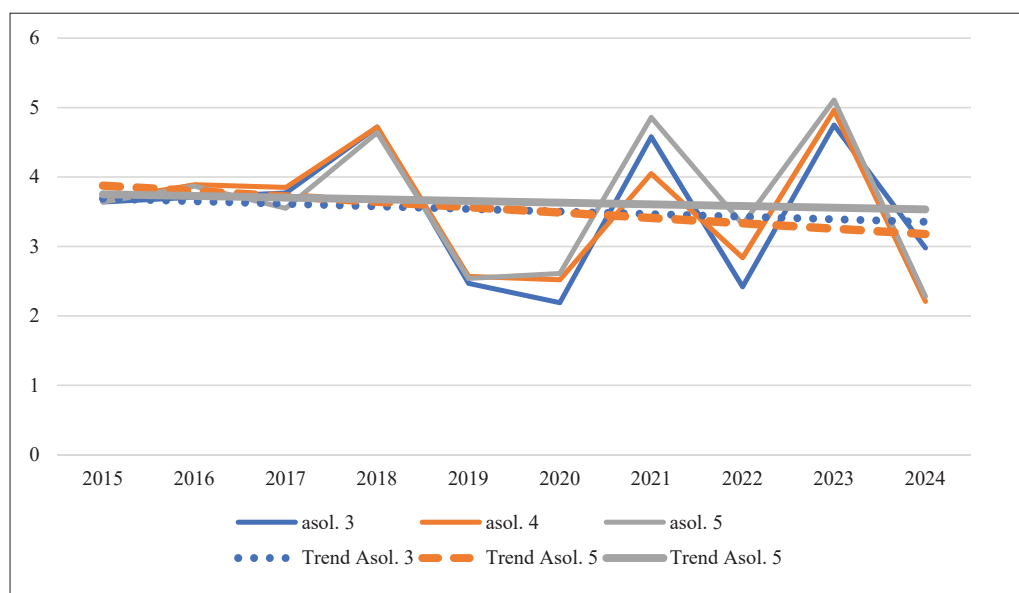


Figura 5. Evoluția producției grâului de toamnă (t/ha) în funcție de anul agricol și asolament (asol. 3, 4, 5), anii 2015–2024.

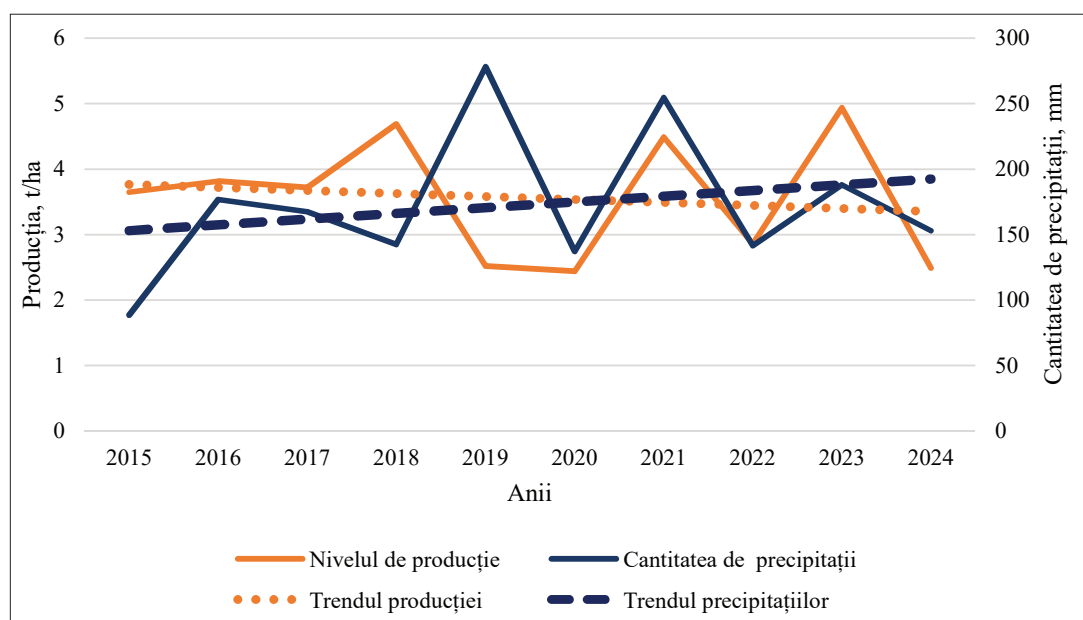


Figura 6. Relația dintre precipitații (aprilie-iunie) și producția medie a grâului de toamnă pentru asolamentele 3, 4 și 5, anii 2015–2024.

gător (porumb pentru boabe). Rezultatele au indicat o corelație foarte slabă și nesemnificativă sub aspect statistic ($r = 0,06$; $p = 0,868$), ceea ce sugerează că variațiile anuale ale precipitațiilor din perioada activă de vegetație nu au influențat decisiv nivelul producției în condițiile analizate.

Această lipsă de corelație poate reflecta faptul că, în condițiile nordului Republicii Moldova, rezervele de umiditate din sol acumulate anterior (toamna – iarna – început de primăvară) au avut un rol mai important în susținerea culturii decât precipitațiile din perioada aprilie-iunie. De asemenea, un asolament echilibrat și aplicarea corectă a fertilizării pot contribui la menținerea stabilității producției în ciuda variațiilor pluviometrice anuale (Figura 6).

Pentru a evita generalizările incorecte, asolamentele 2 și 8 au fost analizate separat, întrucât se deosebesc de celelalte variante prin specificul culturii premergătoare și structura rotației. În asolamentul 2, grâul de toamnă a fost cultivat după mazăre pentru boabe, iar lucrarea solului s-a realizat cu grapă cu discuri, în timp ce în asolamentul 8, premergătorul a fost un amestec furajer de mazărice de toamnă + ovăz pentru masă verde, lucrat, de asemenea, cu grapă cu discuri.

Analiza corelației dintre precipitațiile din perioada aprilie-iunie și producția grâului de toamnă în asolamentul 2 a evidențiat un coeficient $r = 0,27$, cu un $p = 0,443$, ceea ce indică o legătură slabă și nesemnificativă sub aspect statistic. Această ușoară tendință pozitivă ar putea fi asociată cu o sincronizare mai eficientă între disponibilitatea apei și fazele critice de dezvoltare

ale culturii, ca urmare a recoltării timpurii a mazării pentru boabe și pregătirii mai timpurii a solului.

În cazul asolamentului 8, rezultatul corelației a fost mai pronunțat ($r = 0,58$, $p = 0,079$), indicând asupra semnificației statistice marginale. Aceasta sugerează o dependență mai accentuată a producției de regimul pluviometric din perioada de vegetație activă, posibil determinată de particularitățile premergătorului furajer și ale dinamicii nutriționale și hidrice în sol.

Rezultatele obținute întăresc ideea că în sistemele de rotație diversificate, tipul de premergător și momentul eliberării terenului influențează capacitatea culturii de grâu de a valorifica precipitațiile din primăvară-vară (Figura 7).

Pentru a evalua influența regimului termic asupra producției grâului de toamnă, a fost analizată corelația dintre temperatura medie înregistrată în lunile aprilie-iunie și producția medie anuală obținută în asolamentele 3, 4 și 5, caracterizate prin aplicarea metodei semănatului direct (No-Till), fertilizare constantă și porumb pentru boabe ca premergător.

Rezultatele au evidențiat o corelație negativă slabă și nesemnificativă sub aspect statistic ($r = -0,24$; $p = 0,506$), ceea ce sugerează că variațiile temperaturii medii din perioada activă de vegetație nu au influențat semnificativ producția în variantele analizate. Tendința negativă indică o posibilă reducere a producției în anii cu temperaturi mai ridicate, probabil asociată cu accelerarea fazelor fenologice și diminuarea duratei de umplere a bobului în condiții de stres termic (Figura 8).

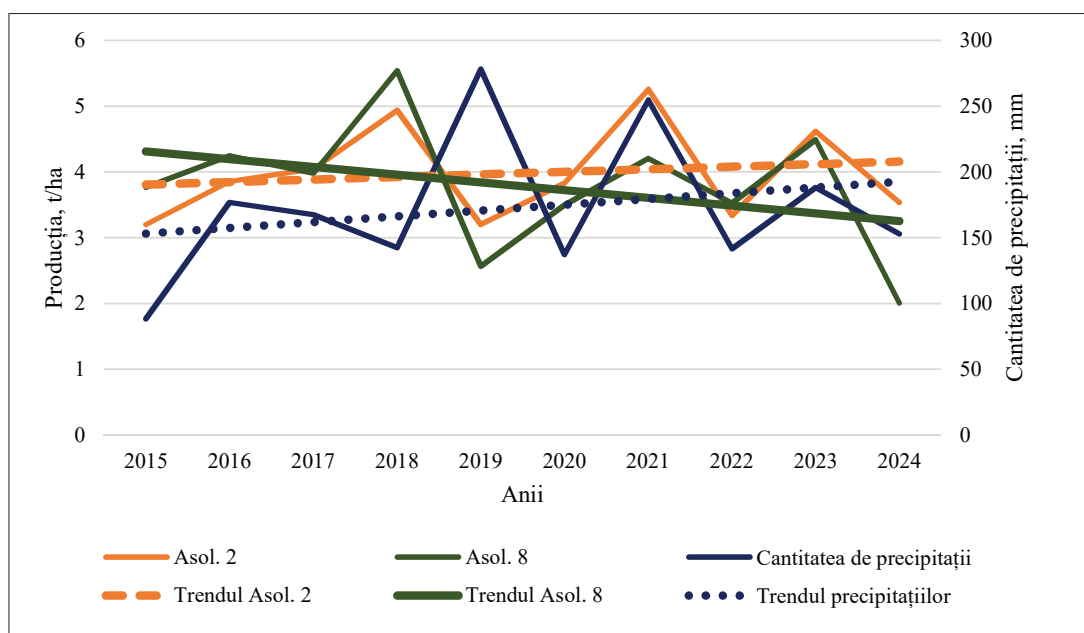


Figura 7. Relația dintre precipitații (aprilie-iunie) și producția grâului de toamnă în asolamentele 2 (mazăre pentru boabe) și 8 (amestec furajer), anii 2015–2024.

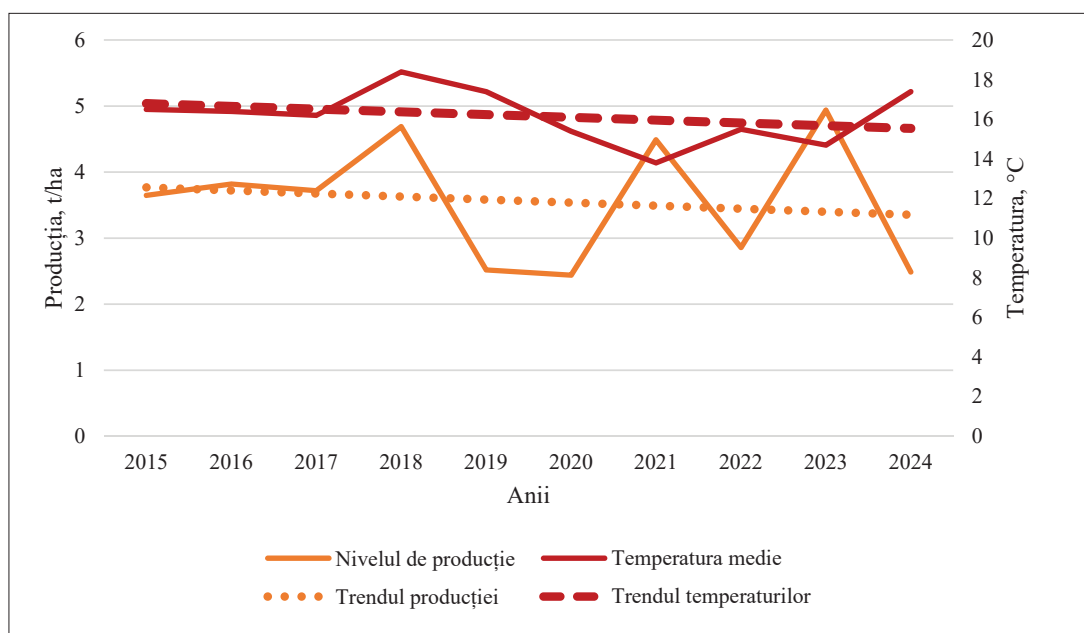


Figura 8. Relația dintre temperatura medie (aprilie-iunie) și producția medie a grâului de toamnă în asolamentele 3, 4 și 5, anii 2015–2024.

Analiza a fost extinsă și asupra asolamentelor 2 și 8, care se disting prin cultura premergătoare și structura rotației. În cazul asolamentului 2, cu mazăre pentru boabe ca premergător și lucrare superficială cu grapă cu discuri, s-a constatat o corelație negativă slabă între temperatura medie și producția anuală ($r = -0,34$; $p = 0,338$), fără semnificație statistică. Această tendință indică asupra anumitei sensibilități la temperaturile ridicate, dar nu permite formularea unei concluzii ferme.

Pentru asolamentul 8, în care grâul de toamnă a fost semănat după un amestec furajer de mazărice de primăvară și ovăz, s-a evidențiat o corelație și mai slabă ($r = -0,11$; $p = 0,768$), ceea ce denotă o stabilitate mai ridicată a producției în raport cu variațiile termice. Această observație poate fi legată de caracteristicile agroecologice ale amestecului furajer, dar necesită cercetări suplimentare, pentru a fi confirmată (Figura 9).

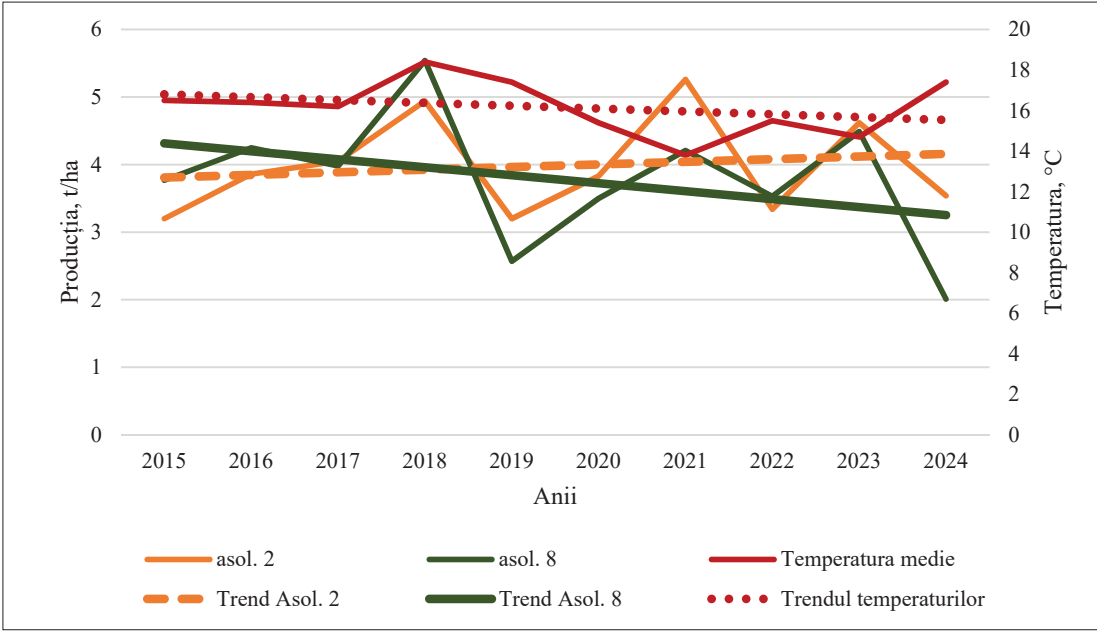


Figura 9. Relația dintre temperatura medie (aprilie-iunie) și producția medie a grâului de toamnă în asolamentele 2 și 8 (2015–2024)

Tabelul 2

Evoluția rezervei de apă primăvara în straturile de sol de 0-100 și 0-200 cm și a producției grâului de toamnă în asolamente fertilizate în cadrul experienței de lungă durată, anii 2015–2024

Anii	Asolamentul 2					Asolamentul 4					Asolamentul 5				
	Producția, t/ha	Rezerva de apă din sol (primăvara)		Rezerva de apă din sol (toamna)		Producția, t/ha	Rezerva de apă din sol (primăvara)		Rezerva de apă din sol (toamna)		Producția, t/ha	Rezerva de apă din sol (primăvara)		Rezerva de apă din sol (toamna)	
		0-100	0-200	0-100	0-200		0-100	0-200	0-100	0-200		0-100	0-200	0-100	0-200
2015	3,20	156,0	302,7	70,4	173,8	3,67	167,9	328,0	55,3	104	3,64	171,0	269,7	45,1	93,9
2016	3,86	160,3	311,0	55,9	134,6	3,89	164,2	243,9	62,7	82,1	3,87	161,7	216,1	61,5	99,4
2017	4,05	147,7	317,9	53	117,4	3,85	152,0	335,3	49,1	100,3	3,55	140,0	319,6	49,8	110,7
2018	4,94	139,7	318,7	123	193,4	4,72	162,3	354,2	127,7	184,4	4,64	160,7	339,4	112	171,5
2019	3,20	124,4	386,4	104,3	194,1	2,57	179,5	361,3	98,8	213,3	2,54	180,4	355,6	102	193,9
2020	3,83	124,3	293,5	45,3	126	2,52	126,9	221,8	27,8	93,7	2,61	112,0	205,7	13,4	62,7
2021	5,26	160,1	335,1	154,9	277,5	4,05	181,8	379,2	165,4	273,5	4,86	164,6	275,6	150,7	156,1
2022	3,34	176,9	368,0	1,7	27,8	2,84	188,3	357,2	30,2	71,2	3,32	196,7	428,2	0	28,8
2023	4,62	142,2	241,4	25,9	61,5	4,96	144,5	230,8	38,9	75,1	5,11	147,9	242,6	45,4	83,4
2024	3,54	83,2	218,0	95,7	201,2	2,51	69,8	194,6	48,4	129,4	2,28	88,3	208,8	56,2	129,5
Media	3,98	141,5	309,3	73,01	150,73	3,56	153,7	300,6	70,43	132,7	3,64	152,3	286,1	63,57	112,99

Pentru a înțelege mai bine influența rezervei de apă asupra nivelului de producție a grâului de toamnă, au fost analizate datele acumulate pe o perioadă de zece ani (2015–2024) în cadrul asolamentelor 2, 4 și 5. Tabelul 2 include valorile rezervei de apă determinate primăvara și după recoltare, atât pentru stratul 0-100 cm, cât și pentru stratul 0-200 cm, corelate cu producția anuală obținută în fiecare variantă.

În cazul asolamentului 2, cu mazăre pentru boabe ca premărgător și lucrare superficială cu grapă cu discuri, se remarcă valori constant ridicate ale rezervei de apă, cu o medie de 292 mm în stratul 0-200 cm. Producția anuală pe această variantă a fost, de asemenea, stabilă și relativ ridicată, fiind între 3,20 și 5,26 t/ha. Această observație indică faptul că premărgătorul timpuriu și lucrarea convențională pot contribui la acumularea eficientă a apei în profilul de sol, susținând dezvoltarea culturii de toamnă.

Asolamentele 4 și 5, caracterizate prin metoda semănatului direct (No-Till) și premărgător porumb pentru boabe, au prezentat o variabilitate mai mare a rezervei de apă, în special în stratul 0-200 cm. Cu toate acestea, nivelurile de producție au fost în general comparabile cu cele din asolamentul 2, ceea ce sugerează o utilizare mai eficientă a apei la aplicarea metodei No-Till. De exemplu, în anul 2021, cu toate că rezerva de apă în stratul adânc a fost moderată (275,6 mm în asol. 5), producția a atins 4,86 t/ha, apropiindu-se de valorile din variantele cu rezervă superioară.

De menționat că, deși s-au înregistrat corelații pozitive între rezerva de apă și producție, testul ANOVA nu a indicat diferențe semnificative sub aspect statistic între nivelurile de aprovizionare cu apă ($p = 0,112$). Totuși, tendința generală observată sugerează că o rezervă de apă mai mare în stratul 0-200 cm primăvara tinde să susțină producții mai ridicate, în special în anii cu regim pluviometric modest în perioada activă de vegetație.

Aceste rezultate evidențiază importanța acumulării și conservării apei în sol în perioada de toamnă-primăvară și susțin potențialul sistemelor conservative de lucrare a solului de a valorifica eficient umiditatea existentă, chiar și în condiții cu premărgători târzii, precum porumbul pentru boabe.

CONCLUZII

Structura rotației și cultura premărgătoare au avut un impact clar asupra producției de grâu de toamnă în perioada 2015–2024. Cea mai înaltă stabilitate a producției a fost observată pe varianta cu mazăre pentru boabe ca premărgător (asol. 2), urmată de varianta cu porumb pentru boabe (asol. 4 și 5), în

condițiile aplicării unei tehnologii corecte și fertilizării echilibrate.

Aplicarea metodei No-Till în asolamentele 4 și 5 a permis obținerea unor rezultate comparabile cu cele ale lucrării convenționale superficiale (grapa cu discuri), chiar și în condițiile unui premărgător târziu, confirmând adaptabilitatea acestei tehnologii în sistemele cu o rotație și fertilizare optimă.

Analiza statistică (ANOVA) nu a evidențiat diferențe semnificative între variantele fertilizate în funcție de cultura premărgătoare și metoda de lucrare, ceea ce sugerează că într-un context agroecologic echilibrat, rotația poate fi flexibilă fără pierderi de producție.

În ceea ce privește influența factorilor climatici:

- Precipitațiile din perioada aprilie-iunie nu au fost corelate semnificativ cu producția, ceea ce indică o dependență mai mare de rezervele de apă acumulate anterior în sol.

- Temperatura medie din aceeași perioadă nu a influențat semnificativ producția, deși s-a observat o ușoară tendință negativă în anii cu regim termic ridicat.

- Rezerva de apă în sol, determinată primăvara în stratul 0-200 cm, s-a dovedit a fi un indicator mai sensibil al potențialului de producție decât variabilele meteorologice. Deși testul ANOVA nu a evidențiat diferențe semnificative sub aspect statistic între nivelurile de aprovizionare, s-a observat o tendință de creștere a producției odată cu sporirea rezervei de apă, în special în anii cu precipitații limitate în perioada de vegetație.

BIBLIOGRAFIE

1. Anuarul statistic, [online] https://statistica.gov.md/ro/buletin-statistic-trimestrial-editiile-2005-2021-9877_59482.html (consultat: 28.II.2025).
2. Hobbs, P.R, Sayre, K. and Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Phil. Trans. 2007. v. 363: 543-555, [online] <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2007.2169>, doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169> (consultat: 25.I.2025).
3. Boincean, B. Asolamentul și fertilitatea solului – factori limitativi în asigurarea dezvoltării durabile a agriculturii în Republica Moldova. În: Akademos, 2021, nr. 4(63), 101-110, doi: <https://doi.org/10.52673/18570461.21.4-63.12>
4. Cebanu, D., Boincean, B., Cebotari, M., Dent, D. No-Till for Cereal Crops on the Bălți Steppe of Moldova. In: Regenerative Agriculture: What's Missing? What Do We Still Need to Know? Tropical Agriculture Association, 2021, 281-290, doi: 10.1007/978-3-030-72224-1
5. Boincean, B., Sidorov, M. Agrotehnica. Bălți: Presa Universitară Bălțeană, 2006. 298 p.