

MINISTERUL AGRICULTURII ȘI INDUSTRIEI ALIMENTARE  
ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI  
CENTRUL NAȚIONAL DE CERCETARE ȘI PRODUCERE A SEMINTELOR



**„REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ÎN AMELIORAREA  
PORUMBULUI ȘI ALTOR CULTURI CEREALIERE”**

**„SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS IN MAIZE  
AND OTHER CEREAL CROPS BREEDING”**

**НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ  
КУКУРУЗЫ И ДРУГИХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**MATERIALELE  
CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICO - PRACTICE  
CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ,  
- 50 ani de activitate a Institutului de Fitotehnie "Porumbeni"**

*Material  
of the national scientific conference with international participation,  
50 years of activity of the INSTITUTE OF CROP SCIENCE "PORUMBENI"*

**Pașcani 11-12 septembrie, 2024**

**MINISTERUL AGRICULTURII ȘI INDUSTRIEI ALIMENTARE**

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI**

**CENTRUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
ȘI PRODUCERE A SEMINTELOR**



**„REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ÎN AMELIORAREA  
PORUMBULUI ȘI ALTOR CULTURI CEREALIERE”**

**“SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS IN MAIZE  
AND OTHER CEREAL CROPS BREEDING”**

**НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ  
И ДРУГИХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**MATERIALELE  
CONFERINȚEI ȘTIINȚIFICO - PRACTICE  
CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ,  
- 50 ani de activitate a Institutului de Fitotehnie "Porumbeni"**

*Material  
of the national scientific conference with international participation,  
50 years of activity of the INSTITUTE OF CROP SCIENCE "PORUMBENI"*



Pașcani 11-12 septembrie, 2024

CZU 633.1:551(082)= 135.1=161.1

**Culegerea de articole**  
**„REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ÎN AMELIORAREA**  
**PORUMBULUI ȘI ALTOR CULTURI CEREALIERE”**

este recomandată pentru publicare de către Consiliul științific al CNCPS,  
proces verbal nr. 4 din 25 iulie 2024

**COLEGIUL DE REDACȚIE**

*SPIVACENCO* *Anatolie*, dr. în economie

*BOROZAN* *Pantelimon*, dr. în agronomie, conf. cerc

*MISTREȚ* *Silvia*, dr. în agronomie, conf. cerc.

**Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții din Republica Moldova**

**"Realizări științifice în ameliorarea porumbului și altor culturi cerealiere", conferință științifico-practică (2024 ; Pașcani).** Realizări științifice în ameliorarea porumbului și altor culturi cerealiere = Scientific achievements in maize and other cereal crops breeding = Научные достижения в селекции кукурузы и других зерновых культур : Materialele conferinței științifico-practice cu participare internațională, Pașcani, 11-12 septembrie 2024 / colegiul de redacție: Spivacenco Anatolie [et al.]. – Pașcani : Print-Caro, 2024. – 379 p. : fig. color, tab.

Antetit.: Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare [et al.]. – Texte, rez.: lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – [50] ex.

ISBN 978-5-85748-029-8.

633.1(082)=135.1=111=161.1

R 35

Materialele sunt publicate în varianta autorilor

Tipar executat la Tipografia PRINT-CARO  
mun. Chișinău, str. Columna, 170

## ISTORIE, REALIZĂRI ȘI PERSPECTIVE ALE INSTITUTULUI DE FITOTEHNIE "PORUMBENI"

*Anatolie Spivacenco, dr. în șt. economice, CNCPS*

*Pantelimon Borozan, dr. în șt agricole, CNCPS*

*Silvia Mistreț, dr. în șt agricole, CNCPS*

În Republica Moldova agricultura contribuie esențial la formarea produsului intern brut și la produsele de export. Un factor important în asigurarea dezvoltării durabile îi revine științei agrare, în mod deosebit creării și aplicării noilor hibrizi și soiuri, bine adaptate la condițiile de cultivare. Menționăm, că în structura asolamentului la culturile de câmp, cea mai importantă cultură furajeră este porumbul.

Moldova a fost și rămâne una din țările cu cea mai mare pondere de cultivare a porumbului în agricultură (30-35% din suprafețele arabile și 30-50% din producția de cereale). În unii ani suprafața cultivată cu porumb depășește 500 mii hectare, dat fiind influenței următorilor factori:

- 1) posedă o capacitate înaltă de producție;
- 2) manifestă plasticitate ecologică ce permite extinderea pe un areal mai mare de cultivare;
- 3) utilizarea porumbului în diferite domenii;
- 4) gama diversă existentă de hibrizii de porumb FAO 150-450;
- 5) utilizarea porumbului timpuriu ca cultură succesivă pentru însămânțare după recoltarea culturilor de toamnă (rașiță, orz, grâu, secară etc.) sau însămânțare repetată din cauza calamităților naturale;
- 6) există cereri pe piețele externe;

Importanța acestei culturi în economia țării, a impus necesitatea fondării unei instituții științifice separate pentru cercetarea și dezvoltarea culturii porumbului. Astfel, în baza Hotărârii Sovietului Miniștrilor în anul 1974 a început activitatea Institutul de Cercetări Științifice pentru Porumb și Sorg, fiind parte componentă a Asociației Științifice de Producere „Hibrid”. Specialiștii în domeniul porumbului amelioratorii, geneticienii, care activau în Academia de Științe, Institutul Agricol și Institutul de Cercetări Științifice a culturilor de câmp Selecția au fost concentrați într-un centru unic al Institutului nou format. La acel moment era necesară integrarea activității de cercetare - dezvoltare în asociațiile științifico – practice de producere în scopul implementării urgente a realizărilor științifice în sectorul agricol.

La începutul activității au fost formate două secții: secția de ameliorare a porumbului și a culturilor de sorg; secția de producere a semințelor și



tehnologia de cultivare a porumbului și sorgului. În cadrul acestor secții activau: laboratorul de ameliorare a porumbului pentru calitate; laboratorul de genetică; laboratorul de biochimie și fiziologie; laboratorul de ameliorare la culturile de sorg.

Primii ani de activitate a Institutului a fost o preocupare de organizare a bazei tehnico-materiale, ameliorarea fertilității solului în asolamentul de cercetare, studierea și clasificarea surselor de germoplasmă, selectarea personalului științific și instruirea cadrelor tehnice. Fondatorii Institutului de Cercetări Științifice Pentru Porumb și Sorg au fost Sava Arnaut, doctor în științe agricole, numit în funcție de director, Mihail Borovschii, doctor în științe biologice, care deținea funcția de vice director pentru știință, Tihon Cealîc, doctor habilitat, membru corespondent al AȘM, secția de ameliorare a porumbului, Vasile Micu, doctor habilitat, academician al AȘM, laboratorul de genetică, Ilia Lisunov, doctor în științe agricole, ameliorarea porumbului semitimpuriu, Alexandru Rotari, doctor habilitat în biologie, laboratorul de biochimie și fiziologie, Andrei Palii, doctor habilitat, membru corespondent al AȘM, ameliorarea la calitate, Ion Garbur, doctor în științe agricole, producerea semințelor, Oleg Solonenco, doctor în științe agricole, ameliorarea culturilor de sorg.

Direcțiile principale de activitate la etapa inițială ale Institutului țineau de:

- studierea, diversificarea și menținerea fondului genetic la cultura porumbului;
- crearea liniilor și a hibridilor competitivi de porumb și sorg de diferite grupe de maturitate și direcții de utilizare;
- elaborarea și perfecționarea tehnologiilor intensive de cultivare a porumbului;
- elaborarea elementelor tehnologice de producere a formelor parentale;
- producerea semințelor de elită și super elită ale formelor parentale;
- prelucrarea și condiționarea semințelor hibride și a formelor parentale;
- aplicarea elaborărilor științifice și a experienței de cultivare a porumbului și sorgului;
- promovarea realizărilor științifice;

Într-o perioadă scurtă de timp (1974-1982) au fost înregistrați primii hibridi de porumb, creați de către Institutul de Cercetări Științifice pentru Porumb și Sorg - Moldavschii 385MV și Moldavschii 420MV, cu producerea de semințe în baza androsterilității citoplasmatică cu restaurare a fertilității polenului. Implementarea acestora a deschis o epocă nouă în direcția cultivării porumbului în Moldova. Hibridii respectivi depășeau semnificativ după producția de boabe, hibridii cultivați până la acel moment.

Prin urmare, producerea de semințe era mai eficientă și atractivă datorită formelor materne mai productive cu producere în bază de androsterilitate citoplasmatică de tip M. În perioada anilor 1982-1990 circa 90% din suprafețele cultivate cu porumb în republică au ocupat hibridii simpli modifi-cați din următorul ciclu de ameliorare – Moldavschii 291MV, Moldavschii 425MV și Moldavschii 450MV.

O etapă importantă în activitatea Institutului, au fost cercetările în domeniul androsterilității citoplasmatică la porumb, care au rezultat cu crearea a sute de analogi androsterili și restauratori de fertilitate, constituind baza genetică de dezvoltare a hibridilor noi cu producere de semințe, fără castrarea formelor materne. Producerea semințelor hibride în baza androsterilității citoplasmatică (CMS-Rf) a marcat o etapă nouă în sistemul tehnologic de producere a semințelor pe plan național, reducând esențial necesarul de brațe de muncă, implicate în castrarea paniculelor, micșorând astfel costurile la producerea semințelor. Datorită rezultatelor în domeniul respectiv au fost extinse suprafețele de producere a semințelor și obținut material semincer cu puritate biologică înaltă.

Necesitatea hibridilor timpurii pentru cultivare la boabe și siloz cu conținut de substanță uscată ridicată, destinați zonelor cu regim termic limitat a impus crearea la începutul anului 1982 a laboratorului de ameliorare a hibridilor pentru zonele nordice. Obiectivul de bază, care sta în fața laboratorului a fost crearea și implementarea hibridilor timpurii cu perioadă de maturitate FAO 150-280, cu rezistență la temperaturi scăzute pentru zonele nordice ale URSS. Odată cu începerea colaborărilor și cu organizarea centrelor de testare la Institutul de cercetări în agricultură în localitatea Jodino, situată în centrul regiunii Minsk, R. Belarus și baza experimentală Lipovo, situată în zona de sud a regiunii Gomel a fost posibil de testat și studiat peste 500 hibridi anual. Datorită acestor colaborări și a unui număr impunător de hibridi experimentați, studiați în mai mult de 10 localități ecologice, au fost identificați hibridii: Moldavskii 215MV, Moldavskii 257MV, Bemo 181CV, Bemo 182CV, Nemo 216CV și Moldavskii 330MV, care sau extins în anii 1990-2000 pe suprafețe impunătoare în Rusia, Kazahstan și Belarus. În anii respectivi Moldova a produs în medie 70,3 mii tone de semințe hibride.

Merită de menționat rezultatele obținute după anii 2000 în cadrul programului de creare a hibridilor timpurii, destinați pentru export în zonele nordice. În perioada respectivă au fost omologați hibridii Porumbeni 171CRf, Bemo 172CRf, Bemo 210CRf, Porumbeni 174CRf, Porumbeni 175CRf, Porumbeni 176MRf și Porumbeni 212CRf, care s-au extins pe suprafețe mari în R. Belarus și Rusia. Hibridul Bemo182CRf, creat la în-

ceputul activității de colaborare s-a menținut în producerea de semințe până în anul 2012. Hibridul respectiv s-a extins pe cele mai mari suprafețe în zonele nordice ale R. Belarus și Rusiei. S-a constatat că în perioada anilor 1994-2013 s-au produs și exportat peste 210 mii tone semințe hibride a hibridilor timpurii cu perioadă de maturitate FAO 170-240.

Concomitent cu cercetările în domeniul ameliorării porumbului și sorgului, în anii 1990-2000, activitatea Institutului s-a diversificat cu un spectru variat de culturi: legume, tutun, plante medicinale și decorative, care aveau aceleași obiective: crearea și ameliorarea soiurilor, elaborarea elementelor tehnologice de cultivare și implementarea acestora în producere. Rezultatele experimentale, obținute în urma cercetărilor efectuate, ce vizează plantele medicinale și decorative au fost totalizate în obținerea și înregistrarea a 2 brevete de invenții, 26 adeverințe pentru soiuri de plante, 1 teză de doctor și peste 39 de publicații științifice în țară și peste hotare.

Rezultatele cercetărilor la plantele legumicole s-au manifestat prin publicarea a mai mult de 60 de articole, 1 recomandare pentru producerea răsadurilor de plante legumicole, 1 brevet de invenție, 8 adeverințe pentru soi de plantă.

În anul 1996 Institutul a fost separat de Asociația Științifică de Producere, continuând activitatea în direcțiile prioritare stabilite la începutul activității.

În anul 2008 prin hotărârea de guvern nr. 761 din 24.06.2008 au fost comasate Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” și ICCC „Selecția” în Instituția Publică Institutul Științifico - Practic de Fitotehnie (IȘPF) cu două centre: Centrul Științifico - Practic «Porumbeni» și Centrul Științifico-Practic Selecția. Centrul Științifico - Practic «Porumbeni» a activat cu cont bancar individual și totaliza un personal de 110 angajați, inclusiv 30 colaboratori științifici, dintre care 13 doctori și 3 doctori habilitați. Statutul juridic a permis asigurarea stabilă a salarizării, ce a contribuit la păstrarea cadrelor științifice și a personalului tehnic calificat, implicați în ameliorarea porumbului și producerii de semințe.

Din anul 2010 Institutul de Fitotehnie Porumbeni revine la denumirea precedentă și forma de organizare separată cu statut în continuare de Instituție Publică.

Bilanțul bogat al muncii creative din domeniul ameliorării și creării hibridilor de porumb și sorg, pe parcursul activității, s-a manifestat prin transferarea la testări oficiale în Moldova și peste hotare (România, Ucraina, Belarus, Kazahstan, Rusia) a peste 250 hibridi de porumb din diferite grupe de precocitate și direcții de utilizare, ca rezultat 30 % fiind incluși în Registre Oficiale de Stat.

În perioada 2010-2023 în Moldova au fost înregistrați 25 hibrizi marca "Porumbeni", dintre care Porumbeni 305, Porumbeni 310, Porumbeni 352, Porumbeni 374, Porumbeni 383, Porumbeni 390, Porumbeni 391, Porumbeni 427, Porumbeni 465, Porumbeni 402 și Alimentar 325 au fost implementați cu succes în producere. În această perioadă în Republica Belarus au fost omologați hibrizii timpurii Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230 și Porumbeni 243 cu producerea și comercializarea semințelor de către firma "Forever", în baza licenței exclusive.

O filă aparte în activitatea Institutului este transmiterea la testări oficiale a hibrizilor marca "Porumbeni" la Institutul de Stat pentru Testarea și Înregistrarea Soiurilor (ISTIS) din România.

Începând cu anul 2014 cei mai buni hibrizi, selectați anual, în experimentările culturii comparative de concurs au fost transmiși la testări oficiale în România.

În rezultatul testărilor la ISTIS hibrizii Porumbeni 310, Porumbeni 390A, Porumbeni 427, Porumbeni 352, Porumbeni 461, Porumbeni 465, Porumbeni 402 și hibridul de sorg Alimentar 1 au fost înregistrați în Catalogul Oficial a plantelor de cultură din România. Hibrizii respectivi se notifica către cataloagele comune ale Uniunii Europene și pot fi cultivați și comercializați în toate statele membre UE.

Rezultatele obținute se datorează faptului, că hibrizii creați în Institut manifestă caractere agronomice importante pentru condițiile climaterice din republică, în deosebi rezistență la secetă și temperaturi înalte, motiv ce a permis plasarea pe poziții egale cu hibrizii celor mai recunoscute companii producătoare de semințe de porumb. Rezistența la secetă pentru hibrizii nominalizați constituie una din condițiile de bază, însă în procesul de ameliorare cercetările și selectarea genotipurilor se efectuează și după alte caractere morfo – fiziologice ale culturii (ritmul de pierdere a apei din bob, rezistența la frângere și cădere, rezistența la boli, aspectul plantei și fenomenul stay-green), ceea ce a permis crearea hibrizilor cu multiple caractere necesare unor genotipuri competitive.

Totodată menționăm, că hibrizii timpurii destinați pentru cultivare în zonele reci și umede (Belarus, Rusia) se deosebesc esențial de hibrizii semitardivi, creați cu germoplasma dentiformis.

Genotipurile de porumb timpuriu creați cu germoplasma îndurată se manifestă prin perioadă scurtă de vegetație, toleranță la temperaturi scăzute, consistența bobului, conținut ridicat de substanță uscată în boabe și în masa de însilozare și alte aspecte fenotipice ale plantelor. Menționăm că rezistența la temperaturi scăzute a semințelor în perioada încolțirii are o valoare esențială pentru hibrizii de porumb timpuriu.

Tabelul 1

Caracteristica generală a hibrizilor de porumb implementați în producere.

Denumirea hibridului	Convarietatea	Tipul hibridului	Grupa de maturitate (FAO)	Anul înre- gistrării
<b><i>Hibridi timpurii pentru export în Republica Belarus</i></b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Porumbeni 176 MRf	semident	triliniar	180	2006
Rosmold 202	semiflint	simplu modificat	200	2012
Bemo 203	semiflint	simplu modificat	210	2015
Porumbeni 220	semident	simplu	220	2017
Porumbeni 221	dent	simplu modificat	220	2018
Porumbeni 230	dent	simplu	230	2019
Bemo 235	dent	simplu	230	2013
Porumbeni 243	dent	simplu	240	2017
Farmec	semident	triliniar	220	2021
Porumbeni 180	semiflint	simplu modificat	180	2023
<b><i>Hibridi de porumb înregistrași în catalogul oficial al Ucrainei</i></b>				
Porumbeni 310	dent	simplu	310	2021
Porumbeni 375	dent	triliniar	380	2020
Porumbeni 461	dent	simplu	460	2020
<b><i>Hibridi de porumb înregistrași în catalogul oficial al R. Kazahstan</i></b>				
Porumbeni 176	semident	triliniar	170	2016
Porumbeni 235	dent	simplu	230	2020
Porumbeni 374	dent	triliniar	370	2020
Porumbeni 461	dent	simplu	460	2021
<b><i>Hibridi de porumb înregistrași în catalogul oficial din România</i></b>				
Porumbeni 310	dent	simplu	310	2014
Porumbeni 352	dent	simplu	350	2022
Porumbeni 360	dent	simplu	360	2017
Porumbeni 390	dent	simplu	390	2018
Porumbeni 427	dent	simplu	400	2014
Porumbeni 461	dent	simplu	460	2014
Porumbeni 465	dent	simplu	460	2021
Porumbeni 402 alimentar	flint	simplu	400	2023
<b><i>Hibridi comercializați în Republica Moldova</i></b>				
Porumbeni 305	dent	simplu	300	2017
Porumbeni 310	dent	simplu	310	2015
Porumbeni 352	dent	simplu	350	2019
Porumbeni 374	dent	triliniar	370	2013
Porumbeni 383	dent	triliniar	390	2013
Porumbeni 390A	dent	simplu	390	2018

1	2	3	4	5
Porumbeni 391	dent	simplu	390	2018
Porumbeni 427	dent	simplu	400	2015
Porumbeni 461	dent	simplu	460	2008
Porumbeni 465	dent	simplu	460	2019
<b><i>Hibrizi de porumb alimentar</i></b>				
Porumbeni 280su	zaharat	simplu modificat	350	2009
Porumbeni 196su	zaharat	simplu modificat	190	2012
Porumbeni 252 su	zaharat	simplu modificat	250	2018
Alimentar 325	flint	simplu	320	2015
Porumbeni 402	flint	simplu	400	2013
Porumbeni 394	everta	simplu	390	2008
Porumbeni 398 E	everta	simplu	400	2018

În activitatea de producere a semințelor Institutul de Fitotehnie Porumbeni a avut un rol important în asigurarea cu semințe din verigi biologice superioare producătorii agricoli din Republică, dar și producătorii agricoli din Republica Belarus și Kazahstan.

O verigă importantă în procesul de implementare a hibrizilor de porumb este producerea semințelor de categorii biologice superioare, principalul obiectiv al laboratorului de seminologie.

Laboratorul a asigurat și asigură în continuare cu semințe de categorii superioare (prebază, bază), multiplicarea formelor parentale a hibrizilor omologați și perspectivi. Reproducerea hibrizilor pentru rețeaua testărilor oficiale a Comisiilor de Stat și pentru promovare în loturile demonstrative este tot prerogativa acestui laborator. Pe parcursul anilor, în cadrul laboratorului, au activat un șir de savanți care și-au adus aportul la realizările colectivului respectiv. Dl Ion Garbur, doctor în agricultură, a fost șef de laborator pe parcursul anilor 1974 – 2005, perioadă în care volumul de producere a semințelor hibride a atins cele mai înalte valori din istoria Institutului, ajungând în unii ani până la 50 mii tone.

Producerea semințelor de categorii biologice superioare este veriga ce prevede multiplicarea repetată a trei generații din materialul biologic a liniilor consangvinizate, oferit inițial de ameliorator. O atenție deosebită în procesul de reproducere a liniilor consangvinizate este acordată menținerii purității biologice, care influențează nemijlocit calitatea semințelor hibride. Păstrarea calităților agronomice a semințelor prin care se manifestă hibridul nou creat, este foarte important în procesul de implementare.

Laboratorul responsabil de multiplicarea semințelor de categorii superioare pe parcursul activității sale a asigurat permanent necesitățile în veriga de producere a formelor parentale cu material biologic a liniilor consangvinizate pentru întreaga gamă de hibrizi omologați atât în Republica Moldova, cât și peste hotarele ei.

Producerea materialului semincer a formelor parentale de porumb în cadrul laboratorului a variat în diferite perioade și a atins cote maxime în anii '90 ai secolului trecut când, volumul de semințe a formelor parentale produse anual, s-a ridicat la cca. 250-300 tone. Necesitatea în forme parentale a hibrizilor aflați în producere și a celor înaintați spre omologare a motivat multiplicarea semințelor de categorii biologice superioare (linii androsterile, linii menținătoare de androsterilitate, restauratori de fertilitate a polenului) la nivel de 15 – 20 tone pe an.

Pentru implementarea și comercializarea hibrizilor, incluși în Registre Oficiale de Stat, o activitate semnificativă le revine colaboratorilor din serviciul de promovare. Anual se organizează în mod tradițional loturi demonstrative cu amplasarea hibrizilor omologați și a celor de perspectivă pe teritoriul republicii dar și peste hotarele ei, unde producătorii agricoli au posibilitatea să viziteze hibridii în condiții concrete de producere. În perioada anilor 1994-2024 au fost amplasate în diferite localități ecologice 1720 loturi demonstrative. Savanții Institutului participă permanent cu rapoarte științifice la congrese, conferințe și simpozioane, organizate în țară și peste hotare, la seminare cu producătorii de semințe și producătorii agricoli.

Principalele criterii de promovare a noilor hibrizi de porumb servesc: productivitatea, precocitatea, rezistența la boli, dăunători în condițiile nefavorabile de mediu, rezistența la cădere și frângere, pretabilitatea la cultivarea mecanizată și posibilitatea de producere eficientă a semințelor. Drept dovadă a performanței obținute și a bunei promovări sunt diplomele și medaliile, câștigate în cadrul expozițiilor naționale și internaționale: „Fabricat în Moldova”, „Moldagroteh”, „Farmer”, „Infoinvent”, „Proinvent”, „Inventica” și altele.

Rezultatele cercetărilor colectivului în domeniul ameliorării porumbului și altor culturi la compartimentul activității editoriale au fost materializate în 5 monografii, 14 culegeri și peste 1230 articole științifice, inclusiv 298 în publicațiile internaționale.

În toți anii de activitate a Institutului o parte inseparabilă a fost pregătirea cadrelor de înaltă calificare. Sumarul acestei activități este demonstrat prin susținerea a 38 teze de doctor și doctor habilitat. O contribuție importantă la formarea profesională a amelioratorilor și pregătirea cadrelor cu gra-



de științifice, menționăm meritul nemijlocit al savanților notorii: Tihon Cealîc, Mihail Borovskii, Vasile Micu, Simion Musteața, care au împărțit cu generozitate experiența acumulată pe parcursul anilor cu tinerii cercetători.

Un capitol aparte în activitatea institutului revine și protecției juridice a realizărilor obținute.

Începând cu anul 2010, au fost înaintate către AGEPI anual 3-4 cereri pentru obținerea protecției juridice a hibrizilor noi de porumb, dar și a formelor parentale. Până la moment au fost înaintate 62 cereri pentru obținerea protecției juridice, inclusiv 31 cereri pentru obținerea protecției juridice a liniilor de porumb (forme parentale). Majoritatea realizărilor brevetate sunt implementate în sectorul agricol al Republicii Moldova, dar și în Republica Belarus, Kazahstan, România, Ucraina.

Datorită protecției juridice hibrizii brevetăți FAO 150 - FAO 390 sunt transmiși în baza licenței exclusive firmei "Forever", care implementează cu succes hibrizii timpurii Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230 și Porumbeni 243 în Republica Belarus și asigură anual un profit considerabil ca este direcționat la achitarea premiilor în formă de royalty și alte cheltuieli pentru buna desfășurare a activității Institutului.

Pe parcursul anilor de activitate, Institutul a colaborat cu peste 50 instituții și firme științifice de specialitate din mai mult de 18 țări, inclusiv România, Germania, Franța, Belarus, Ucraina, Kazahstan, Serbia, Ungaria, Rusia, Statele Unite ale Americii.

În toamna anului 2023 în temeiul Hotărârii Guvernului nr. 791 din 18.10.2023, Institutului de Fitotehnie „Porumbeni” a fuzionat prin absorbție cu Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, fiind creat Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor. Fuziunea acestor două instituții a unit cunoștințele acumulate pe parcursul anilor în domeniile ameliorării și tehnologiilor de cultivare a culturilor de câmp pentru a menține fondul genetic existent în ambele institute. Scopul principal al Centrului nou creat este de a crea soiuri și hibrizi cu potențial ridicat de producție adaptați la condițiile stresante ale mediului și de a oferi producătorilor agricoli o gamă largă de semințe a culturilor de câmp.

Pentru următoarea perioadă, CNCPS își propune să continue activitățile din cadrul obiectivelor specifice și să dezvolte în timp noi activități în vederea soluționării problemelor existente și a celor care apar în sectorul agrar din Republica Moldova. Obiectivele principale în domeniul ameliorării plantelor sunt crearea genotipurilor competitive și producerea semințelor la nivelul standardelor europene pentru extinderea suprafețelor

de cultivare. Identificarea problemelor existente la culturile agricole în contextul schimbărilor climaterice, studierea și rezolvarea lor este principala preocupare a Centrului.

Prin procesul producerii de semințe sa va urmări asigurarea unor cantități de înaltă valoare biologică, care să satisfacă cerințele cultivatorilor din zona de acoperire. O atenție deosebită sa va acorda promovării în sistemul producerii de semințe a Republicii Moldova a genotipurilor autohtone, create de către amelioratorii Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor.

În prezent sectorul Porumbeni din cadrul CNCSP, conducându-se de direcția principală de activitate: ameliorarea, producerea semințelor și perfecționarea tehnologiilor de cultivare a porumbului, include 5 laboratoare specializate:

- *Laboratorul de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice;*
- *Laboratorul de ameliorare a porumbului pentru zonele sudice și calitate;*
- *Laboratorul de genetică și genofond;*
- *Laboratorul de seminologie și apreciere a calității semințelor;*
- *Laboratorul de tehnologie.*

## 50 DE ANI ÎN SERVICIUL AMELIORĂRII PORUMBULUI ȘI PRODUCERII SEMINTELOR.

*Musteața Simion, doctor habilitat, profesor cercetător. CNCPS*

**Abstract.** The paper is about the history of maize breeding and seed production in the former institute "Porumbeni" since 1974 to the present. The main registered hybrids with maturity index FAO 300-450 cultivated in Moldova and early hybrids exported in northern regions are presented here. The succession of institute directors, heads of breeding and seed production teams, elite inbred lines created by former breeders and used in modern commercial hybrids are also nominated.

**Key words:** Maize, Breeding and breeders, Hybrids, Inbred lines, Parental forms, Seed production

Reorganizarea științei agricole aplicative prin integrarea activității de cercetare - dezvoltare în asociațiile științifico - practice a constituit fără îndoială un eveniment important pentru agricultura Moldovei. Necesitatea și modalitatea reformei respective, din informația publicată de M. Borovskii, au fost formulate de către academicianul A. Kovarskii într-un memoriu adresat președintelui Consiliului de Miniștri al RSSM P. Pascari în septembrie 1973 după o vizită în comun a unui lot cu hibrizi de porumb amplasat în gospodăria didactică «Criuleni». Menționăm că în perioada respectivă cultura porumbului ocupa 380-400 mii ha însămânțate cu hibridii dubli VIR 42MV, Krasnodarskii 440MV, Chișinevskii 161MV, Chișinevskii 167MV și Vstrecea, Doina, Krasnodarskii 303TV de tip simplu. Deficitul semintelor în 1972-1974 a rezultat cu importul din Iugoslavia a hibridilor tardivi FAO 500, fiind recoltați la umiditate foarte înaltă a boabelor și știuleți afectați de fuzarioză. Lipsa dispozitivelor de uscare a recoltei a cauzat pierderi semnificative a producției de porumb. În următorii 3 ani Moldova a importat o cantitate impunătoare de semințe a hibridilor timpurii FAO 200-250 din Germania de Vest și Franța, care de asemenea au redus esențial recolta globală a porumbului. Asociația Științifico-Practică (AȘP) «Hibrid», ulterior «Porumbeni», includea Institutul de cercetări științifice pentru porumb și sorg (ICȘPS), 7 gospodării seminciare și uzinele de prelucrare a semintelor de porumb construite pe parcurs în Răuțel, Drochia, Căușeni cu o capacitate proiectată de 10 mii tone fiecare și uzina din Bălți cu o capacitate de 5 mii tone, edificată anterior. Institutul era condus de S. Arnaut (1974-1986), primul director general al AȘP «Hibrid», prin intermediul locțiitorului pentru știință M. Borovskii (1974-1988) doctor în biologie, ameliorator la porumb și conferențiar universitar al Institutului Agricol din Chișinău.

Activitatea de ameliorare a porumbului, inițiată în primăvara anului 1974, a debutat cu personalul științific și materialul de selecție al laboratorului de genetică și ameliorare a porumbului din cadrul AȘM - T. Cealîc, V. Micu, A. Palii, I. Garbur, A. Rotari, Iu. Șuman, Olga Sidorova, S. Mus-teața și a Stațiunii experimentale « Costiujeni » a Institutului Agricol - M. Borovskii, Gh. Caraivanov, Natalia Ogurțova. Cu regret printre acești cer-cetători nu s-a regăsit acad. A. Kovarskii (23.01.1904-31.01.1974), care coordona activitatea științifică a acestor două colective, a pregătit 4 doctori habilitați și 48 doctori în știință, inclusiv 9 din cei transferați în ICȘPS. Echipa de amelioratori a fost completată cu personalul științific - I. Lisu-nov, Gr. Pritula, Valentina Lisunova, M. Buciuceanu și tehnic al secției de ameliorare a porumbului din Institutul de cercetări științifice a culturilor de câmp din Bălți. Inițial secția de ameliorare a porumbului, condusă de doc-torul habilitat T. Cealîc, a inclus laboratoarele de genetică - doctor în știin-ță V. Micu, material inițial - M. Borovskii, ameliorare - T. Cealîc cu sec-torul hibrizilor semitimpurii - doctor în știință I. Lisunov, calitate - doctor în știință A. Palii, biochimie și fiziologie - doctor în știință A. Rotari, pro-ducerea semințelor - doctor în știință I. Garbur și pepiniera de carantină - doctor în știință Margarita Borovskaia.

La etapa primară în producerea de semințe predominau hibrizii Chiși-nevschii 161MV, Chișinevschii 167MV, Krasnodarschii 303TV omologați în Moldova și Moldavskii 102MV, Jerebcovskii 86 MV pentru export în zonele nordice ale URSS. Obiectivul principal al ameliorării porumbului consta în crearea și promovarea la testări oficiale în Moldova a hibrizilor de tip simplu și simplu modificat cu indice de maturitate FAO 300-450. Primii hibrizi Moldavskii 385AMV și Moldavskii 420MV doar după 2 ani de la omologarea în 1981 se cultivau respectiv pe suprafețe de 98,5 și 35 mii ha. Următorii hibrizi Moldavskii 291MV, Moldavskii 411MV, Mol-davskii 425MV și Moldavskii 450MV omologați în 1986-1990 depășeau martorii cu 13-17% după producția de boabe și în perioada 1994-2007 s-au cultivat pe o suprafață totală de 2 mln 718 mii ha, inclusiv circa 1 mln ha Moldavskii 291MV și 811 mii ha Moldavskii 450MV. Necesitatea imple-mentării în zonele nordice ale URSS a hibrizilor timpurii pentru cultivare la boabe și siloz calitativ devenise o problemă acută, în rezolvarea căreia au fost mobilizate toate centrele de ameliorare din țară, formându-se colec-tivele asociațiilor Sever și Bemo (abreviere Belorusia, Moldova). Într-un termen comparativ redus ICȘPS a creat și omologat din 1982 în 53 regiuni nordice hibrizii timpurii FAO 190-210 Moldavskii 257MV, Moldavskii 215MV, Bemo 181CV, Bemo 182CV, Nemo 216CV și Moldavskii

330MV din grupa de maturitate semitimpurie FAO 300 cu destinație pentru export. Rezultatele menționate la crearea hibrizilor autohtoni se datorau colectivului secției de ameliorare, care în 1994 includea laboratoarele de genetică - doctor în știință Eugenia Partas, crearea hibrizilor pentru zonele nordice - doctor habilitat S. Musteața și zonele sudice - doctor în știință Gr. Pritula, calitate - doctor în știință Gh. Caraivanov, testarea hibrizilor - doctor în știință V. Pojoga, biochimie, fiziologie și biotehnologie - doctor habilitat A. Rotari, fitopatologie - doctor habilitat A. Iurcu și producere a semințelor - doctor în știință I. Garbur. În cele 8 laboratoare activau 5 doctori habilitați și 18 doctori în știință, care împreună cu cercetătorii științifici, agronomii (majoritatea absolvenți ai Colegiului agricol din Țaul) și personalul tehnic formau o masă critică pentru cercetarea competitivă atât numeric cât și calitativ. O contribuție importantă la formarea profesională a amelioratorilor și pregătirea cadrelor cu grade științifice, preponderent ca competitori, au adus-o M. Borovskii, T. Cealîc ( ulterior m.c. al AȘM) și V. Micu ( ulterior membru titular al AȘ din Moldova, Belarus, Rusia, România și Ucraina).

La etapa primară amelioratorii cu precădere erau implicați în procesul de colectare și evaluare a liniilor cu proveniență străină, inclusiv din colecția mondială și procurate de guvernul fostei URSS de la firma Pioneer, SUA. O serie de linii publice din SUA, Franța și Canada de circulație liberă au fost incluse direct în formule de hibridare sau folosite ca donatori de gene favorabile în material inițial. Un factor esențial la atragerea materialului de selecție de peste hotare a constituit stagiile de lungă durată în centre prestigioase, vizitele de documentare, inițierea colaborărilor bilaterale și relațiile amicale. Merită să fie menționată activitatea amelioratorilor Gh. Caraivanov la introducerea liniilor din Iugoslavia, Germania și Gr. Pritula la colectarea liniilor din Polonia, Bulgaria. Colecția a fost completată cu liniile timpurii obținute în programele de colaborare a laboratorului zona nord cu SCDA Turda din România, Institutul din Berbung și firma Saaten-Union din Germania. Permanent se efectuau schimburi a materialului de selecție cu centrele de ameliorare din spațiul sovietic, în special cu Institutul Unional de Porumb din Dnepropetrovsc, Ucraina. Concomitent cu introducerea genofondului străin atenție sporită era acordată programelor de creare a liniilor consangvinizate autohtone, lărgindu-se esențial volumul pepinierilor de selecție datorită semănatului mecanizat. Sintetizarea combinațiilor hibride în loturi de hibridare izolate cu culturi de ecran (cânepa gigantică, porumb androsteril, floarea soarelui, plantația viței de vie) permitea multiplicarea unui număr semnificativ de hibrizi experimentali. Pro-

curarea a 4 combine speciale de recoltare în boabe a parcelelor a rezultat cu majorarea esențială a suprafețelor de testare a hibrizilor la valoarea agronomică și tehnică. Laboratorul de testare a lărgit numărul localităților ecologice în Moldova până la 9 și până la 12 puncte de sprijin în Belarus, Ucraina și Rusia, experimentând anual 100-150 hibridi din testări avansate. În laboratorul de genetică ( V. Micu, Eugenia Partas, V. Ciobanu) permanent au fost efectuate lucrări de transferare a producerii de semințe hibride în baza sistemului genetic cms-Rf. Crearea unei vaste colecții de linii androsterile și restauratoare cu diferite surse de germoplasme sterilizante a oferit posibilități de selectare și promovare operativă a celor mai eficiente și stabile variante în producerea semințelor. O importanță deosebită a revenit cercetărilor aplicative ale laboratorului de biochimie, fiziologie și biotehnologie (A. Rotari, Galina Comarova) referitoare la analizele calității porumbului, studierea toleranței la temperaturi scăzute, secetă și arșiță, elaborarea criteriilor de aprecieri cantitative a genotipurilor și diagnosticarea mostrelor cu performanțe ameliorative valoroase. După darea în exploatare a actualului bloc administrativ laboratorul a fost dotat cu instalații și aparate de analiză moderne. În incinta serei au fost instalate camere cu regim termic și iluminare controlate, iar în perimetrul seriei funcționa sece-tariul pentru aprecierea toleranței la stresul hidric. Valoare practică distinctă au înregistrat cercetările de identificare genetică și controlul purității biologice a formelor parentale și a hibrizilor prin metode operative de laborator în baza proteinelor de rezervă. Perfecționarea metodei de electroforeză a zeinei a permis ulterior elaborarea standardului SM: 2003 și a programului de tehnologie informațională « Forez», utilizate la certificarea semințelor pentru export după gradul de hibridare.

Numirea în funcția de director general al asociației a doctorului habilitat V. Micu (1986-2008) a rezultat cu o serie de schimbări a obiectivelor de cercetare și a direcțiilor de dezvoltare. Menționăm că la momentul respectiv AȘP «Hibrid» posedă o bază tehnico - materială funcțională pentru producerea semințelor de porumb hibride și a formelor parentale, edificată de predecesorul său. Crearea laboratorului de fitopatologie (A. Iurcu, Ch. Lebediuc, Elena Străistari) a permis evaluarea formelor parentale și a hibrizilor de porumb din testările de concurs și ecologice după toleranța acestora la tăciune comun și prăfos, maladiile țesuturilor tulpinii, pătarea cenușie a frunzelor și a știuleților prin inoculări artificiale. A fost înființat laboratorul de testare ecologică (V. Pojoga) cu o rețea de peste 20 localități în Moldova și peste hotare. Au fost actualizate cercetările laboratorului de genetică prin limitarea studierii mutațiilor recesive spontane și amplifica-

rea utilizării sistemului genetic cms-Rf, păstrarea genofondului de porumb, inclusiv a liniilor consangvinizate de origine străină și autohtone. La crearea analogilor androsterili și restauratori ai fertilității polenului era folosită sera, care permitea multiplicarea unei generații suplimentare de retroîncrucișări. În laboratorul ameliorării calității porumbului s-au redus cercetările de creare a hibridilor cu conținut înalt a aminoacizilor esențiali (lizină și triptofan) în baza mutației recesive *opaque-2*, majorându-se ponderea porumbului cu destinație alimentară: îndurata, zaharat și pop corn. Au fost realizate invențiile laboratorului de mecanizare, brevete de N. Șabala și E. Carauș cu aplicații în procesul de cercetare: batoze de știuleți, tocătoare a masei vegetative pentru însilozare, semănători speciale și combine de recoltare a parcelelor experimentale în boabe.

Principala sursă de finanțare a subiectelor asociației o constituia comercializarea semințelor hibride în Moldova și în zonele nordice ale URSS. În 1981-1993 media semințelor produse anual a atins 66,5 mii tone, dintre care 35,2 mii tone s-au exportat, înregistrându-se valori maxime în 1989 cu o producție de 101,2 mii tone și 70,4 mii tone destinate exportului. Din costul semințelor comercializate 24% reveneau uzinelor de prelucrare, 68% gospodăriilor semincere, 6% institutului ca royalty și 2% în fondul de asigurare. După 1994 cota institutului a fost majorată până la 10% din contul uzinelor și producătorilor agricoli. În următorii 14 ani cantitatea semințelor produse s-a redus până la media de 19,9 mii tone, iar a exportului a constituit 9,3 mii tone. După anul 1988 ca sursă suplimentară de finanțare a institutului a devenit exportul formelor parentale ale hibridilor omologați în diferite țări ale fostei URSS. Dacă în perioada 1981-1987 asociația producea în medie 1397,7 tone în următorii 6 ani volumul formelor parentale a fost majorat până la 3319,3 tone, inclusiv 1127,3 tone la export. În 1994-2007 producerea formelor parentale a 11 hibridi pentru export a constituit 2565,8 tone, inclusiv 1536,8 tone în Rusia, 488,8 tone în Ucraina, 271,6 tone în Kazahstan și 268,6 tone în Belarus. Rezultatele obținute în producerea semințelor se datorau în primul rând laboratorului de profil al institutului în persoana doctorilor în știință I. Garbur și I. Frunze, specialistului principal al asociației E. Hascalovici și echipei sale, agronomilor din gospodăriile semincere înzestrate cu linii de uscăre și prelucrare a formelor parentale la capacitatea de 500-1000 tone. Menționăm că formele parentale reproduse în cadrul asociației erau solicitate în extern datorită performanțelor agronomice ale hibridilor și a calității acestora sub aspectul purității biologice, menținerii perfecte a androsterilității și restaurării complete a fertilității polenului. În 1987 a fost creat laboratorul de



implementare a hibrizilor autohtoni de porumb cu statut juridic independent, dar de facto ca parte componentă a institutului cu o contribuție de 50% din veniturile obținute. În 1992 personalul din 85 specialiști calificați deservea 1410 gospodării agricole cu o suprafață de cultivare a porumbului marfă și de semințe de peste 682 mii ha, inclusiv 214 mii ha în Moldova, 334 mii ha în Rusia, 121 mii ha în Ucraina și 14 mii în Belarus. Pentru serviciile acordate laboratorul încasa 10% din surplusul producției obținute comparativ cu recoltele medii a ultimilor 3 ani. Institutul de Fitotehnie «Porumbeni» în perioada 1993-2006 era finanțat cu o medie anuală de 395,4 mii lei de la buget și suporta integral din sursele proprii cheltuielile necesare activității, impozitele fiscale, programele sociale și achitarea remunerărilor (royalty) pentru crearea hibrizilor. Rezultatele secției de ameliorare a porumbului au fost apreciate prin acordarea Premiului de Stat al R. Moldova domnilor S. Arnaut, M. Borovskii, T. Cealîc și ulterior în 1994 autorilor lucrării «Crearea și aplicarea în practică a hibrizilor de porumb» V. Micu, Gh. Caraivanov, I. Garbur și S. Musteața. În 2006 autorii hibrizilor timpurii (V. Micu, S. Musteața, Eugenia Partas, Silvia Mistreț) creați în comun cu cercetătorii din R. Belarus (V. Șlapunov, N. Nadoceaev) au fost remarcați cu Premiul AȘ din Belarus, Ucraina și Moldova.

Destrămarea imperiului sovietic a rezultat cu o reducere esențială a exportului de semințe, neachitarea semințelor procurate (R. Bașkirostan datora 5,25 mln. dolari SUA), scumpirea surselor energetice, trecerea uzinelor de prelucrare la societăți pe acțiuni și alți factori obiectivi. Situația financiară s-a agravat și de factorii interni: diversificarea cercetărilor cu culturile legumicole și cartof, tutun și rapiță, plante aromatice, medicinale, decorative și netradiționale, cheltuieli de producere exagerate la prelucrarea terenurilor agricole în s. Poiana, r. Șoldănești, sponsorizarea diferitor instituții culturale. La factorii menționați s-a adăugat seceta și arșița din 2007 cu consecințe dezastruoase în producerea semințelor de porumb. În vara anului 2008 a fost emisă o hotărâre guvernamentală de optimizare a științei agrare prin comasarea a 16 instituții în 5 structuri optimizate, inclusiv a institutelor „Porumbeni” și „Selecția” în Institutul Științifico - Practic de Fitotehnie (IȘPF). La momentul reorganizării datoriile comune ale Institutului „Porumbeni” și gospodăriei de bază depășeau 28 mln lei, care urmau a fi transferate STE «Pașcani» (director A. Erhan) ca organizație de stat. Centrul Științifico - Practic «Porumbeni», cu cont bancar individual, totaliza un personal de 110 angajați, inclusiv 30 colaboratori științifici, dintre care 13 doctori și 3 doctori habilitați. Menționăm că schimbarea statutului juridic în instituție publică a rezultat cu asigurarea stabilă a salari-

zării, fapt care a contribuit la păstrarea unui nucleu de cadre științifice și personal tehnic calificat antrenați în ameliorarea porumbului. Directorul IȘPF V. Pojoga (2009-2013) într-o perioadă relativ scurtă a redresat situația financiară din surse extrabugetare și bugetare, achitând peste 5 mln lei restanțele salariale și fiscale, inclusiv a personalului transferat în alte instituții și concediat. Includerea în producerea de semințe a hibrizilor noi Porumbeni 458MRf și Porumbeni 461MRf pentru Moldova și Bemo 172CRf, Porumbeni 176MRf pentru export, ridicarea calității biologice a formelor parentale în laboratorul de producere a semințelor (S. Bruma) au favorizat comercializarea semințelor. Exportul de semințe hibride în R. Belarus, cu o cotă de circa 3 mii tone, a fost delegat firmei Forever care a devenit principalul cumpărător al formelor parentale. În 2012 în Rusia au fost înregistrați după o pauză îndelungată hibrizii Rosmold 159CRf, Rosmold 202MRf și Rosmold 254 creați în colaborare cu firma Semena Rossii (A. Smâc) din regiunea Belgorod, care din anumite motive politice nu au ajuns la etapa de producere a formelor parentale pentru export. Menționăm că după o perioadă scurtă CȘP « Porumbeni» a revenit la denumirea anterioară prin separarea de la IȘPF. Următorul director P. Pîrvan (2013-2017) și interimatul exercitat de V. Maticiuc (2017-2018) și M. Cernei (2018-2020) au reușit să mențină institutul în starea de plutire, fără investiții serioase în infrastructură. În perioada 2013-2020 în Moldova au fost înregistrați 23 hibridi marca "Porumbeni", dintre care Porumbeni 305, Porumbeni 310, Porumbeni 352, Porumbeni 374, Porumbeni 383, Porumbeni 390, Porumbeni 391, Porumbeni 427, Porumbeni 402 și Alimentar 325 au fost promovați în producerea semințelor comerciale. Din cadrul hibrizilor omologați pe piața internă unii din ei au fost înregistrați în România pentru exportul semințelor hibride, iar în Kazahstan și Ucraina pentru exportul formelor parentale. În R. Belarus au fost omologați hibrizii timpurii Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230 și Porumbeni 243 cu producerea și comercializarea semințelor de către firma Forever în baza licenței exclusive. Personal am memorizat perioada respectivă prin cedarea unor terenuri pentru construcția uzinei de peleți, trecerea la recoltarea manuală a testării hibrizilor și concedierea a 6 doctori în știință, inclusiv Eugenia Partas, S. Bruma și G. Rusu experiența cărora putea fi valorificată în beneficiul colectivului de amelioratori.

Doctorul în economie A. Spivacenco, desemnat prin concurs la funcția de director în iunie 2020, a moștenit o echipă de amelioratori la porumb din 5 doctori în știință și un doctor habilitat, încadrați în laboratoarele de genetică și genofond (V. Ciobanu), ameliorarea pentru zonele nordice (P.

Borozan, S. Musteața) și sudice (N. Vanicovici, V Mîrza), producere a semințelor (V. Gribincea). Menționăm că în aceste 4 laboratoare în prezent activează 11 cercetători fără grad științific și 25 laboranți inclusiv Olga Dabija, Nina Gribincea, Tamara Guzun și Vera Boian cu un stagiu de muncă în ameliorare de circa 40 ani. Eforturile depuse la amenajarea teritoriului, reparații a infrastructurii, aducerea câmpurilor la starea agrotehnică normală, implicarea personală în procesul de cercetare, producere și comercializare a semințelor hibride și a formelor parentale, chiar și acordarea remunerației de autor după o perioadă de circa 15 ani, inspiră multor angajați sentimentul de continuare a activității institutului. Se poate afirma că aniversarea a 50 de ani de la înființare găsește institutul la un moment crucial de fuzionare cu « Selecția » în Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, care a generat noi provocări și istoria acestei formațiuni științifice va constitui o oportunitate de analiză pentru generația tinerilor amelioratori.

Informația prezentată constată că producerea semințelor de porumb, ca rezultat final al ameliorării, a fost și rămâne în continuare o sursă financiară importantă. Ajuns la acest eveniment jubiliar autorul privește în urmă cu mândrie și satisfacție la realizările amelioratorilor din diferite perioade de activitate. Câteva generații de amelioratori au dezvoltat un bogat genofond de surse genetice și linii consangvinizate diversificate genetic, clasificate în grupe de germoplasmă și apreciate după multiple caractere agronomice, inclusiv după capacitatea de combinare. Menționăm valoarea ameliorativă a liniilor elită MK396, MK267, AS587/02, AS814 create de Gr. Pritula și AS 3070 dezvoltată de V. Gorciacov, folosite ca forme parentale ale actualilor hibridi comerciali și ca donatori de gene favorabile în material inițial pentru următoarele cicluri de selecție cumulativă. O parte a genofondului de porumb este valorificată și în cadrul firmei MTI (Gh. Caraivanov, V. Maticiu), care a procurat 155 linii consangvinizate și 24 populații sintetice. Rezultatele cercetărilor realizate anterior și publicate în diverse lucrări științifice au elucidat anumite elemente metodologice, care permit o utilizare mai eficientă a liniilor consangvinizate din grupele de germoplasmă alternative în formule de încrucișări heterotice, modele heterotice. O restanță regretabilă a fostei echipe de «porumbari» o constituie abandonarea pregătirii colective a unei ample monografii și oformarea muzeului istoriei institutului.

La etapa actuală se impune amplificarea cercetărilor referitoare la crearea genotipurilor cu pierdere rapidă a apei din boabe după maturitatea fiziologică, toleranță înaltă la atacul tăciunelui comun și prăfos pentru porumbul în monocultură, producții superioare a masei pentru însilozare în con-

textul revitalizării sectorului zootehnic și lărgirea sortimentului de hibridi semitimpurii FAO 260-300 ca premergător a culturilor de toamnă. Din multiplele caractere și însușiri ale plantei de porumb supuse procesului de îmbunătățire genetică o permanentă atenție merită adaptabilitatea la condițiile climaterice cu tendințe de încălzire și distribuire neuniformă a precipitațiilor atmosferice. Porumbul trebuie să sufere mai puțin din cauza secetei și arșiței, temperaturilor nocturne mai joase și a unor factori tehnologici precum densitățile sporite ale plantelor, semănatul mai devreme sau întârziat. Potențialul de producție, ca cea mai importantă însușire agronomică, rămâne în continuare principalul obiectiv de ameliorare, fiind adăugat de umiditatea joasă a boabelor la recoltare. Analiza retrospectivă a numărului de hibridi omologați și a celor comerciali arată că o cotă majoră nu a ajuns la etapa de implementare în practica agricolă ca urmare a unor dificultăți în procesul de multiplicare. Producția de boabe, inclusiv ponderea fracțiilor de semințe solicitate de cumpărători, menținerea perfectă a androsterilității citoplasmatică la forma maternă, coincidența înfloritului cu forma paternă și capacitatea de polenizare a acesteia determină în mare măsură eficiența producerii semințelor hibride.

Agricultorii țării, care prin procurarea semințelor contribuie la susținerea și dezvoltarea cercetării autohtone, sunt în așteptări a unui nou salt calitativ cu hibridi din ultima generație de ameliorare a porumbului.

# I. GENETICA, AMELIORAREA ȘI FIZIOLOGIA PLANTELOR

CZU: 633.15.631.52

## DEZVOLTAREA ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA GERMOPLASMEI INDURATA ÎN PROGRAMUL DE CREARE A HIBRIZILOR DE PORUMB TIMPURIU

*Borozan Pantelimon, dr. în șt. agricole, conf. cercetător, CNCPS*

**Abstract:** The paper presents a generalization of the results obtained following the improvement works with the germplasm of early hardened corn. A presented the genetic variability of initial material used in breeding program for development of early inbred lines of maize. Breeding work with hardened germplasm was completed with the creation of early inbred lines AN615/95, MKP20cmsC, MKP19A, MKP21/182, MKP22, MKP27. The mentioned lines were used as parental forms in maize hybrids Porumbeni 212CRf, Porumbeni 176MRf, Bemo203, Porumbeni 180 registered in the Catalog of Plant Varieties of the Republic of Belarus and Rosmold 159CRf, Rosmold 202 approved in Russia.

**Key words:** Maize, Inbred lines, Hybrid, Breeding, Germplasm, Parental forms.

### Introducere

Germoplasma indurata de porumb cu bob sticlos constituie o sursă importantă de variabilitate genetică, adaptată la condițiile temperate, reprezentând un material ameliorativ valoros pentru crearea hibridilor timpurii de porumb destinați zonelor nordice cu regim termic limitat [1]. Porumbul indurat (flint corn) se deosebește esențial de germoplasma dentiformis, care a fost clasificată ca grupă aparte cu însușiri speciale. Genotipurile de porumb indurata se manifestă prin perioadă scurtă de vegetație, toleranță la temperaturi scăzute, consistența bobului, conținut ridicat de substanță uscată în boabe și în masa de însilozare și unele aspecte fenotipice ale plantelor. Menționăm că rezistența la temperaturi scăzute a semințelor în perioada încolțirii are o valoare esențială în procesul de creare a hibridilor de porumb timpuriu. Prin încrucișarea formelor din germoplasma indurata cu alte forme din grupe heterotice alternative s-a reușit să se obțină hibridi timpurii performanți cu caractere ameliorative necesare porumbului cultivat în condițiile de mediu umed și rece. Programul de creare a hibridilor timpurii este direcționat spre ameliorarea liniilor consangvinizate cu însușiri după precocitate și rezistență la temperaturi joase, studiate și după capacitatea specifică și generală de combinare în testîncrucișări. Menționăm că performanța liniilor consangvinizate și crearea cu succes a acestora depinde în

primul rând de selectarea corectă și diversitatea genetică a materialului biologic inițial, care servește ca sursă genetică, utilizat în procesul de selecție. Scopul lucrării este generalizarea rezultatelor obținute în urma lucrărilor ameliorative cu germoplazma porumbului indurat timpuriu.

### Material și metode

În primii ani de activitate, ca bază genetică pentru crearea liniilor consangvinizate au servit populațiile hibridilor timpurii străini cu genealogie închisă, unde o atenție deosebită a fost acordată donatorilor de precocitate și rezistenței la frângerea tulpinilor. Programul de dezvoltare a liniilor consangvinizate timpurii s-a lărgit și diversificat în baza liniilor străine indurate F2 și F7 create din soiul francez Lacaune și liniile EP1, Ma21, care provin din soiul spaniol Lizargarate [2,3]. Ca sursă de germoplasmă deosebit de importantă s-au prezentat liniile DK105 și DK140 extrase din soiul german Gelber Badisher Landmais [4]. Liniile respective se deosebesc esențial după structura genetică de liniile sus menționate. Un aport esențial la crearea materialului inițial timpuriu a avut linia CM7, extrasă din hibridul creat în baza liniilor indurate W85 și CM48 din grupa heterotică Ottawa Flint și Co72-75, Co125 din grupa de germoplasmă Dent Canadian [5].

Tabelul 1. Sursele de germoplasmă utilizate la crearea liniilor consangvinizate indurate

Nr. d/o	Subruplele de germoplasmă indurata	Linia indicator	Principalele linii în material inițial
1.	Lacaune	F2	F2, F7, FCS1727, IK169-3
2.	Lizargarate	EP1	Ma21, Co255, TB291
3.	Gelber Landmais	DK105	SUM901, TA105
4.	Morano	Pi187	Pi187, TB367
5.	Nostrano dell Isola	Lo3	Lo3, Lo9, FCS1728
6.	Ottava Flint	CM7	CM48, CM7, TB126, IK226
7.	Dent Canadian	Co72-75	Co113, 1866/80, BC27D4, PLS72
8.		Co125	Co125, IKP124-1, F252, MK24
9.		CG12	CG11, CG12
10.	Early Batler	Co109	Co109, Co220

La etapa următoare, în programul de ameliorare a germoplasmei indurate, în calitate de surse de gene favorabile pentru productivitate au fost incluse liniile tardive de origine străină IK169-3, F564, LO3 și Pi187. Alăturat în perioada anilor de studiu ca material inițial au servit hibridi simpli și triliniari sintetizați cu participarea a 25-30% a germoplasmei liniilor IK169-3, F564 și Pi187. Parțial în materialul inițial au fost incluse și linii-

le F564/12, TC244, TA105 și hibridul de origine străină FCS1727 xFCS1728. Merită atenție liniile F564 și F564/12, care conțin germoplasma liniilor F7 și F64 cu proveniență din Argentina [6]. Prin includerea liniilor respective în materialul biologic inițial s-a reușit să se obțină linii consangvinizate cu capacitate de combinare înaltă. Mai târziu includerea liniilor MKP55, 3550/03, MKP71, a diversificat essential materialul biologic din convarietatea indurata atât după perioada de maturitate cât și după structura genetică. Sursele inițiale de germoplasmă după caractere fenotipice distinctive au fost clasificate în complexul convențional Euroflint. Clasificarea liniilor în subgrupe de germoplasmă s-a efectuat în baza datelor genealogice, descrierii fenotipice comparativ cu mostrele de referință și a valorilor producției de boabe în încrucișări de analiză a diversității genetice..

Tabelul 2. Tipurile de material biologic inițial (în %) utilizate la crearea liniilor consangvinizate timpurii.

Nr. d/o	Tipurile	1981-1990	1991-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2024
1.	Populații cu bază genetică largă	15	15	5	-	-	-
2.	Populații cu linii elită înrudite	25	20	15	5	-	-
3.	Hibrizi cu trei și mai multe linii	15	30	20	20	20	15
4.	Hibrizi simpli și încrucișări înrudite	20	25	35	45	60	75
5.	Încrucișări backcrosate BC1	5	5	10	10	5	-
6.	Încrucișări backcrosate BC2	5	5	5	5	-	-
7.	Hibrizi comerciali	15	-	10	15	15	10

Cercetările de clasificare a liniilor în subgrupe de germoplasmă heterotică au accelerat utilizarea surselor noi de germoplasmă și au îmbunătățit germoplasma folosită anterior

În procesul de ameliorare și creare a liniilor consangvinizate, în materialul inițial s-au inclus genotipuri cu o diversitate genetică esențială. Scopul principal la prima etapă a fost obținerea donatorilor de precocitate și rezistență la temperaturi suboptime (tabelul 2). La următoarele etape liniile au fost create în baza materialului inițial obținut din combinații hibride în diferite tipuri de încrucișări, folosind intensiv liniile originale autohtone cu caractere ameliorative superioare liniilor străine. Pentru îmbunătățirea capacității de combinare și lărgirea bazei genetice a materialului inițial, alături de combinațiile hibride au fost create multiple populații sintetice în baza liniilor timpurii originale MKP3, MKP4, MKP17, MKP18, F2, F7, AN615/95 și a liniilor tardive de origine străină Lo3, F564, F564/12, Pi187, ИК169-3, 4091/94. Lucrările efectuate în procesul de selecție cu un spectru larg de material biologic inițial au demonstrat că cele mai bune re-



zultate au fost obținute din hibridii simpli și încrucișările între linii înrudite. Din acest motiv în ultimii ani, cota materialului inițial în baza încrucișărilor înrudite și a hibridilor simpli a fost majorat până la 75%.

În procesul de selecție la primele etape a fost utilizată metoda standard de creare a liniilor consangvinizate, care a constituit în autopolenizarea și consangvinizarea combinițiilor hibride cu pedigreul necunoscut, ulterior cu 4-5 generații de consangvinizare și apreciere a capacității de combinare a mostrelor distincte și stabile. Parțial s-a folosit și metoda încrucișărilor regresive cu scopul de a transfera unele caractere performante de la un genotip la altul. Odată cu crearea liniilor consangvinizate autohtone, pe parcursul a mai multor ani și actualmente se folosește metoda pedigreului care constă în primul rând în crearea hibridilor simpli, încrucișărilor înrudite și a hibridilor cu mai multe linii, utilizați ca material biologic inițial cu genealogie cunoscută. Hibridii respectivi se autopolenizează pentru a obține generația segregantă  $F_2$  cu care se începe selecția. Consangvinizarea este însoțită de selecția între și în interiorul descendențelor și de testarea capacității de combinare. Anual se sintetizau 250-300 de genotipuri noi sub formă de populații sintetice și diferite dipuri de combinații hibride, care erau autopolenizate, pentru a obține generația segregantă  $F_2$  cu care se începea consangvinizarea și selectarea familiilor cu caractere ameliorative performante (tabelul 3).

Tabelul 3. Lucrările de ameliorare, efectuate în diferite generații de consangvinizare

Generația de consangvinizare	Nr. de genotipuri	Nr. de familii/genotipuri		Lucrări de selecție
		studiate	selectate	
Materialul inițial	250-300	-	-	Efectuarea încrucișărilor între genotipuri
$F_1$	250-300	250-300	100-150	Alegerea fenotipică a genitorilor
$F_2$ ( $BC_1$ )	150-200	150-200	80-100	Selecția fenotipică în cadrul și între genotipuri
$S_1$	100-150	500-600	250-300	Consangvinizarea și selecția fenotipică între familii
$S_2$	80-120	900-1000	200-300	Studierea și selecția mostrelor după indicii agronomici performanți
$S_3$	50-80	900-1000	200-300	
$S_4$	30-50	600-700	100-200	Aprecierea capacității de combinare a familiilor omogenizate
$S_5$	20-30	200-300	50-100	
$S_6$ - $S_7$	10-20	100-200	30-50	Studierea și selecția la condițiile stresante ale mediului, multiplicarea liniilor consangvinizate.
Linii consangvini-zate	5-10	50-100	20-30	

Lucrările de ameliorare la general includ mai multe etape: 1) crearea materialului biologic inițial sub formă de populații sintetice, hibridi simpli, trilineari și hibridi cu linii înrudite; 2) îmbunătățirea și selectarea genotipurilor din generațiile  $F_1$ - $F_2$  prin metoda recurentă fenotipică; 3) consangvinizarea în cadrul genotipurilor evidențiate, selecția între și în cadrul familiilor din generația de consangvinizare  $S_1$ , semănate după metoda "știulete-rând"; 4) studierea și aprecierea familiilor după indicii agronomici valoroși, selectarea și consangvinizarea mostrelor evidențiate din generațiile de consangvinizare  $S_2$ - $S_3$ ; 5) aprecierea capacității generale și specifice de combinare a familiilor omogenizate din generațiile de consangvinizare  $S_4$ - $S_5$ ; 6) evidențierea familiilor cu efecte înalte ale capacității generale de combinare și continuarea lucrărilor de ameliorare între familiile respective; 7) transferarea liniilor consangvinizate cu caractere ameliorative valoroase în colecția de lucru a laboratorului pentru multiplicare și includerea acestora în crearea hibrizilor experimentali. La evaluarea descendențelor din diverse generații de consangvinizare în pepiniera de selecție s-au introdus fundalurile stresante cu densități sporite ale plantelor, tratarea semințelor cu infecție a tăciunelui prăfos, infectarea artificială a plantelor cu tăciune comun și semănatul la finele lunii mai. Ultimul procedeu se folosește până în prezent în scopul eșalonării perioadei de polenizare, în special la multiplicarea liniilor consangvinizate, crearea formelor maternelor și sintetizarea combinațiilor hibride.

Selectarea descendențelor în procesul de selecție s-a efectuat după următoarele caractere: 1) germinația boabelor la temperaturi joase ale solului; 2) vigoarea de creștere a plantulelor în primele faze de dezvoltare; 3) perioada de vegetație; 4) toleranța la boli și vătămători; 5) rezistența la secetă și arșiță; 6) rezistența la frângerea plantelor și căderea radiculară; 7) fenotipul și aspectul plantelor; 8) productivitatea știuleților și umiditatea boabelor.

Menționăm că liniile consangvinizate transferate în colecția operațională sunt studiate după rezistența la frig în condiții de câmp prin semănatul ultratimpuriu, iar în laborator la două niveluri de temperaturi joase ( $6^{\circ}\text{C}$ - $8^{\circ}\text{C}$  și  $8^{\circ}\text{C}$ - $10^{\circ}\text{C}$ ).

### **Rezultate și discuții**

Lucrările de ameliorare cu germoplasma indurată (1981-1990) au fost concepute cu autopolenizarea a hibrizilor de origine străină atât comerciali cât și experimentali și a populațiilor locale. Combinațiile respective prezentau o largă variabilitate genetică și manifestau caractere ameliorative fenotipice atractive. Majoritatea materialului inițial a fost creat cu participarea donatorilor de precocitate și rezistență la frângerea plantelor. În ge-

nerațiile de consangvinizare a populațiilor locale s-a evidențiat o depresie fenotipică accentuată a descendențelor cu dezagregarea mutațiilor letale. Din acest motiv, necăutând că s-a utilizat un material inițial voluminos cu variabilitate genetică pronunțată pentru următorul ciclu de selecție s-au selectat un număr modest de mostre cu caractere ameliorative dorite. Alăturat folosind ca material inițial hibrizi simpli și triliniari de origine străină s-au creat linii foarte timpurii, dar n-au prezentat interes ameliorativ din cauza caracterelor negative ereditare de la unii donatori de precocitate. Totuși la etapa respectivă s-au creat primele linii timpurii cu bob sticlos de origine autohtonă MKP1, MKP2, MKP3, MKP4, MKP14, MKP16, MKP18, MKP26 și MKP27/1 (tabelul 4). Un rol important la etapa respectivă

Tabelul 4. Etapele de ameliorare în procesul de creare a liniilor consangvinizate îndurata

Etapele	Materialul inițial utilizat	Componentele de bază a materialului inițial	Linii create
1981-1990	Populații locale, hibrizi comerciali de origine străină, hibrizi experimentali.	F2, F7, CM7, CM48, W117, Co158, Co125, W401, Ma21, TA106	MKP1, MKP2, MKP3, MKP4, MKP5, MKP6, MKP14, MKP16, MKP17, MKP18, MKP27/1
1991-2000	Hibrizi experimentali creați în baza liniilor originale, populații sintetice cu linii elită înrudite	F2, F7, CM7, CM48, Co125, Co255, SUM901, TA105, MKP4, MKP6, MKP16, MKP17, MKP18, Lo3	AN615/95CRf, AN618/95, MKP52, AN565/92, AN567/92, AN569/92, 6077/98
2001-2010	Hibrizi cu trei și mai multe linii, hibrizi simpli și încruc. înrudite, încrucișări backcrossate BC <sub>1</sub>	AN615/95, AN565/95, 6077/98, Lo3, Pi187, IK169-3, FCS1727, FCS1728, 5705/01,	AN615/95MRf, MKP19A, MKP19B, MKP20, MKP21/182, MKP22, MKP27, 5391/05, 6560/02,
2011-2023	Hibrizi simpli, și încrucișări înrudite, hibrizi comerciali competitivi	MKP19A, MKP20, MKP21/182, familii omogene din generația S <sub>4</sub> -S <sub>6</sub>	MKP23, AN4459/15, 4785/15, 5067/16, 5314/16, AN5233/16, 5190/16, AN5095/19, 5049/19, 2367/21

a avut linia MKP16, care a servit ca formă paternă în hibridul timpuriu Bemo 160MRf omologat în Republica Belarus și linia MKP27/1 folosită ca formă parentală în hibridul Bemo 210CRf înregistrat în Ucraina și Belarus, iar mai târziu introdus în Registrul Soiurilor de Plante a Rusiei sub de-

numirea de Bemo 201CRf. Liniile menționate s-au manifestat cu perioadă de vegetație scurtă, caractere fenotipice atractive cu calitate bună a boabelor și rezistență la temperaturi scăzute, dar cu productivitate joasă, capacitate slabă de combinare și sensibilitate la atacul tăciunelui prăfos și comun. Mostrele respective, supuse testărilor la temperaturi suboptimale, au manifestat rezistență la temperaturi scăzute și ritm intens de creștere a plantulelor la primele faze de dezvoltare. Datorită caracterelor menționate, începând cu anul 1991 liniile originale (MKP4, MKP6, MKP16, MKP17, MKP18) au fost incluse în următoarea etapă de ameliorare, în recombinări cu linii elită de origine canadiană Co125, Co255, CM7, CM48 și alte linii de origine străină F2, F7, SUM901, TA105 etc.

Crearea liniilor consangvinizate în perioada respectivă a fost efectuată în două direcții: în baza populațiilor sintetice și în baza hibridilor simpli, trilineari și dubli cu linii originale. În primii ani au fost create 6 populații sintetice cu participarea liniilor timpurii îndurate MKP4, MKP16, MKP18, F2, F7, MKP17. În anii următori pentru îmbunătățirea capacității de combinare și lărgirea bazei genetice a materialului inițial s-au creat încă 5 populații sintetice cu includerea liniilor îndurate tardive 4091/94, F564, Pi187, ИК169-3 și Lo3 [7]. Menționăm că în genotipul populațiilor create au fost incluse 10 – 12 linii originale și familii omogenizate din generațiile de consangvinizare avansate, dar cu predominarea liniilor nominalizate (25%-50%). Cercetările au început cu crearea populației sintetice în structura căreia s-a inclus 50% genotipul a 12 linii timpurii originale și 50% genotipul liniei LO3, îmbunătățită prin selecție fenotipică recurentă pentru rezistența plantelor la frângere și precocitate [8].

Merită de accentuat, că materialul inițial dispunea de un spectru larg de caractere ameliorative importante grupei heterotice îndurate. Pe parcursul anilor de ameliorare populațiile sintetice au fost îmbunătățite prin metoda selecției recurente fenotipice și selectarea mostrelor cu indici agronomici valoroși semănate după metoda un știulete pe rând. Populațiile sintetice se caracterizau prin diversitate genetică largă și după precocitate. Pe parcursul a doi ani s-au efectuat încrucișări cu amestec de polen și anual se semăneau câte 50 parcele cu un volum total de 1500 plante. Plantele polenizate manual sub pungă în timpul recoltei erau supuse unei selecții riguroase, selectându-se până la 100 știuleți elită. Scopul de bază era evidențierea și reținerea pentru următorul ciclu de selecție a familiilor precece cu rezistență înaltă la frângerea tulpinilor. Menționăm că linia Lo3 manifestă talie înaltă a plantelor cu știulete lung de culoare portocalie a boabelor, dar este foarte sensibilă la frângerea tulpinilor.

Studierea materialului din diferite generații de consangvinizare a următoarelor populații sintetice a scos în evidență că majoritatea familiilor studiate erau sensibile la secetă, frângere și știuleți cu vârful gol. Din acest motiv din materialul generației de consangvinizare  $S_{6-7}$  s-au selectat un număr redus de familii omogene cu toleranță bună la secetă, tulpină trainică și frunze de culoare verde închisă, iar unele din ele s-au manifestat cu caracterul „stay green”. Din volumul total de material genetic supus ameliorării s-au creat 11 familii omogene cu caractere ameliorative importante, care sunt folosite în continuare ca donatori de gene favorabile pentru îmbunătățirea rezistenței la frângerea și căderea plantelor. Programul de ameliorare cu populațiile sintetice s-a finalizat cu crearea a 7 linii constante transferate în colecția de lucru a laboratorului. Interes deosebit pentru ameliorare reprezintă liniile 6560/02 și MKP27, care sunt utilizate la crearea hibridilor experimentali. Majoritatea familiilor au fost obținute din populația sintetică 4091/94, în genotipul căruia predomină 50% din germoplasma liniei Lo3. Linia respectivă este de proveniență străină de primul ciclu de selecție cu capacitate înaltă de combinare.

Alăturat de lucrările efectuate cu populațiile sintetice în perioada respectivă au fost create 524 combinații hibride. În calitate de material inițial au fost folosite liniile timpurii originale și liniile străine DK105, SUM901, TA105, Lo3, F564, Pi187 cu perioadă de vegetație mai tardivă [9]. După efectuarea autopolenizărilor manuale sub pungă a plantelor, în generația segregantă  $F_2$  au fost evidențiate 236 genotipuri (tabelul 5). În următorul ciclu de selecție din genotipurile respective s-au selectat 3980 descendenți în generațiile de consangvinizare  $S_1-S_2$ . După testarea mostrelor la densități sporite, pentru aprecierea rezistenței plantelor la frângerea tulpinilor, numărul de familii studiate în generațiile de consangvinizare  $S_3-S_4$  s-au redus esențial. Mostrele din generația  $S_4$ , selectate fenotipic au fost incluse în sistemul de tip topcros, pentru crearea testîncrucișărilor. Menționăm că în toate generațiile de consangvinizare pe parcursul perioadei de vegetație mostrele au fost studiate și apreciate fenotipic prin notări a diferitor indici ameliorativi. Aprecierea preventivă a capacității de combinare în culturi comparative de orientare a scos în evidență 118 familii omogene cu caractere ameliorative performante

Tabelul 5. Volumul lucrărilor cu materialul inițial creat în baza germoplasmei indurata în perioada anilor 1991-2000

<b>Populații sintetice</b>	<b>Combinatii hibride</b>
25-50% genotipul liniilor MKP4, MKP18, F7, 4091/94, MKP17, 342/90,	25-50% genotipul liniilor DK105, SUM901, TA105, Lo3,
F <sub>1</sub> – 630 încrucișări între plante	F <sub>1</sub> – 524 hibridi simpli, trilineari și dubli
F <sub>2</sub> – 280 genotipuri	F <sub>2</sub> – 236 genotipuri
S <sub>1</sub> - S <sub>4</sub> 1860 familii	S <sub>1</sub> - S <sub>2</sub> 3980 descendenți
S <sub>5</sub> – 8 genitori cu 76 mostre	S <sub>3</sub> - S <sub>4</sub> 1630 familii
S <sub>6</sub> - S <sub>7</sub> – 11 familii omogenizate cu capacitate înaltă de combinare	S <sub>5</sub> - S <sub>7</sub> – 118 mostre fenotipic omogenizate
Linii consangvinizate – 7 linii create și transferate în colecția operațională	Linii consangvinizate – 21 linii create și transferate în colecția operațională
Linii utilizate ca forme parentale - 2	Linii utilizate ca forme

În următorii ani din cadrul familiilor respective au fost selectate și transferate în colecția de lucru a laboratorului 21 linii indurata, dintre care 6 sunt folosite ca forme parentale în hibridi de perspectivă și omologați. Linii noi create în continuare sunt incluse ca donatori de gene favorabile într-un proces nou de ameliorare și selecție. Dintre liniile create un interes deosebit prezintă linia AN615/95, în genotipul căruia include liniile TA105 și SUM901, care conține germoplasma grupei heterotice DK105. Linia respectivă se deosebește prin capacitate înaltă de combinare, pierderea rapidă a apei din boabe, frunze erecte și fenomenul de “stay green”, caractere rar întâlnite la liniile indurata de primul ciclu de selecție. Un caracter foarte important la linia respectivă este prezența genelor responsabile de restaurarea fertilității polenului a tipului C de androsterilitate citoplasmatică. Datorită caracterelor menționate, linia AN615/95CRf a fost folosită în calitate de formă paternă în hibridul Porumbeni 212CRf omologat în Republica Belarus, foarte solicitat de către producători în perioada respectivă.

Pe parcursul anilor 2001-2010 o cotă semnificativă a materialului inițial a servit hibridii simpli între liniile elită și încrucișări înrudite, care s-au dovedit a fi cu caractere ameliorative mai performante. În unele cazuri au fost folosite și diferite retroîncrucișări pentru îmbunătățirea unor caractere ameliorative dorite. În procesul de ameliorare în perioada respectivă accentuăm, că o cotă semnificativă a materialului biologic a fost rebutată din cauza frângerii tulpinilor, sensibilității la secetă, productivității scăzute și taliei joase a plantelor. Totuși în rezultatul experimentării liniilor respective în culturi comparative de orientare s-au evidențiat familii, care posedă un șir de caractere ameliorative superioare celor evidențiate la etapele precedente, demonstrând capacitate de combinare înaltă în test-încrucișări și ele au constituit baza materialului biologic pentru următoarele cicluri de selecție.

După o triere mai riguroasă în următorii ani pe diferite fundaluri stresante s-au evidențiat 9 linii consangvinizate cu bob îndurat transferate în colecția operațională a laboratorului. În procesul de creare a hibridilor în încrucișări sistемice de tip topcross, liniile îndurate s-au utilizat ca forme paterne, iar ca forme materne au fost selectate linii consangvinizate și hibridi simpli înrudiți din grupele de germoplasmă Reid Iodent, BSSS-B37 și Lancaster. În baza datelor experimentale obținute în culturi comparative de preconcurs a fost studiate după capacitatea de combinare a liniilor îndurate (tabelul 6).

Tabelul 6. Caracteristica fenotipică și capacitatea de combinare a liniilor consangvinizate în testîncrucișări (2001-2010)

Denumirea liniilor	Perioada "răsărit-înflorit", zile	Înălțimea plantelor, cm	Frângeră plantelor, %	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Indice de selecție
AN615/95MRf	52,3	153,0	2,1	4,94	16,6	41,2
MKP19A	53,6	174,3	1,1	5,64	17,3	46,6
MKP19B	54,5	170,2	1,9	5,45	17,3	45,0
MKP20	53,2	148,0	0,0	4,85	18,6	39,5
MKP21/182	58,0	176,6	0,0	5,18	17,1	42,9
MKP22CRf	54,0	163,0	0,9	5,54	17,3	45,8
MKP27	61,2	198,6	0,3	5,96	19,6	47,9
5391/05	58,4	169,0	1,2	5,01	16,2	42,0
6560/02	62,3	171,5	0,0	5,56	19,0	45,0

Studierea liniilor respective, arată că valori combinate înalte după producția de boabe au manifestat liniile consangvinizate MKP19A,



MKP22 și MKP27, care au realizat cele mai superioare performanțe în hibrizi. Pe parcursul a mai multor ani liniile transferate în colecția operațională au fost studiate per se în culturi comparative de orientare pe parcele cu suprafața de 10m<sup>2</sup> în două repetiții. Din cadrul acestora interes ameliorativ reprezintă liniile timpurii MKP19A și MKP20 cu participarea pedigreului a donatorilor Pi187 și respectiv IK169-3. Hibrizii creați cu participarea liniei MKP19A au înregistrat în medie o producție de 5,64 t/ha cu umiditatea boabelor de 17,3%. Ambele linii manifestă rezistență înaltă la cădere și frângere a tulpinilor, se deosebesc distinct prin calitatea înaltă a boabelor, toleranță înaltă la temperaturi scăzute și germinație bună, apreciată în termeni timpurii de semănat. Linia MKP19A a manifestat și ritm intens de creștere a plantulelor la faza de 5-7 frunze cu producție de boabe înaltă. În condiții climaterice favorabile linia respectivă formează câte doi știuleți bine dezvoltați. Următoarele linii cu caractere ameliorative importante MKP21/182 și MKP22 au fost create cu participarea germoplasmei donatorilor F564 și IK169-3. Rezultatele cercetărilor obținute ne permit să constatăm, că liniile respective se deosebesc prin producție relativ înaltă și umiditate a boabelor la nivelul marotorului. Hibrizii sintetizați cu liniile respective au înregistrat producție de peste 5,0 t/ha. Linia MKP21/182 posedă talie înaltă a plantelor iar MKP22CRf pierde rapid umiditatea din boabe după maturitatea fiziologică, caracter mai rar întâlnit la liniile din convarietatea Indurata. O deosebită atenție merită liniile AN6560/02 și MKP27 extrase din populația sintetică LO3, care se evidențiază prin talie înaltă a plantelor cu multiple ramificații a paniculului și capacitate înaltă de polenizare, caractere moștenite de la genitorul LO3. O deosebire esențială prezintă rezistența plantelor la frângere și cădere, umiditatea scăzută în boabe, în mod deosebit la linia MKP27. Datorită perioadei de vegetație mai mare linia MKP27 în combinații hibride a format cea mai înaltă producție de boabe (5,96 t/ha). Luând în considerație calitatea și culoarea portocalie a boabelor linia MKP27 este utilizată la crearea hibrizilor cu destinație alimentară.

După anul 2010 programul de ameliorare a germoplasmei indurata a fost orientat spre grupele de germoplasmă mai tardive MKP71MRf, 808/18, 810/18, 811/18, din grupa de germoplasmă BSSS-B37 și Linia MKP55 din grupa de germoplasmă Lancaster, incluse în materialul inițial ca donatori de gene favorabile, pentru îmbunătățirea capacității de combinare. În procesul de includere a liniilor din grupele de germoplasmă respective s-a ținut cont de caracterele fenotipice ale plantelor și de consistența bobului asemănătoare grupei de germoplasmă indurata. Introducerea liniilor tardive, a diversificat esențial materialul biologic din convarietatea

indurata atât după perioada de maturitate cât și după structura genetică. Adiționarea genitorilor respectivi au rezultat cu dispariția caracterelor fenotipice distinctive a surselor inițiale de germoplasmă și în prezent liniile noi originale sunt clasificate în complexul convențional Euroflint mixt, reprezentat de linii folosite în componența hibridilor omologați. Ca germoplasmă distinctă, sub aspect fenotipic și genetic, totuși rămâne liniile AN615/95, MKP19A, MKP21/182 și MKP22, care sunt folosite doar ca forme paterne în hibridii extratimpurii FAO 160-190. Selecția fenotipică pe parcursul a mai multor cicluri consecutive de ameliorare a liniilor consangvinizate a înregistrat un progres genetic semnificativ după adaptabilitatea ecologică, rezistența la frângere a tulpinii, toleranței la patogenii tăciunelui comun și prăfos, caracterul “stay green” la plantă după maturitatea fiziologică. Un obiectiv primordial în ultima etapă de ameliorare a devenit îmbunătățirea capacității generale și specifice de combinare, însușire mai slab pronunțată la porumbul cu bob sticlos.

Tabelul 7. Caracteristica fenotipică a liniilor consangvinizate indurate create în perioada anilor 2011-2023. (media 2022-2023)

Denumirea liniei	Producția boabelor, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Înălțimea plantei, cm	Insertia știuletelui, cm	Perioada răsărit-mătăsit, zile	Perioada răsărit-maturitate, zile
AN615/95MRf-mt	2,72	12,4	135,0	45,0	55,0	91,0
MKP22MRf-mt	2,57	12,7	140,0	40,0	62,0	103,0
AN4785/15	3,68	13,0	125,0	35,0	54,0	93,0
AN5067/16	3,22	13,3	135,0	30,0	53,0	93,0
AN4952/18	3,74	14,2	125,0	40,0	54,0	93,0
AN5037/19	1,38	13,8	130,0	40,0	59,0	103,0
AN5039/19	2,92	14,6	120,0	40,0	57,0	101,0
AN5095/19	3,14	13,4	135,0	35,0	56,0	95,0
AN5042/19	2,86	13,5	130,0	30,0	53,0	95,0
AN5049/19	4,36	13,8	150,0	45,0	52,0	97,0
AN5314/16	4,64	14,3	140,0	60,0	54,0	96,0
AN5233/16	3,76	15,2	160,0	55,0	56,0	101,0

Menționăm, că liniile create în ultimii ani de activitate manifestă multiple caractere ameliorative superioare comparativ cu cele din colecția operațională, evidențiate la etapele precedente. Caracteristica liniilor indurate create în perioada de referință este redată în tabelul 7.

Deficitul de precipitații atmosferice, arșița și temperaturile excesiv de înalte în perioada de vegetație și umplere a boabelor a diminuat semnificativ recolta anului 2022, înregistrându-se în medie pe doi ani o producție de 3,2 t/ha boabe. Analiza rezultatelor apreciate per se demonstrează că liniile au format producție de boabe la nivel cu martorii sau mai înalte, cu excepția liniei AN5037/19, cu valori slabe a caracterului respectiv. Intervalul de variație a producției de boabe minimă și maximă între liniile studiate s-a dovedit a fi esențială, încadrându-se între 1,8 t/ha la linia AN5037/19 și 4,64 la linia AN5314/16. Umiditatea boabelor a variat între 12,4 % la linia martor AN615/95MRf și 15,2 % la linia AN5233/16. Menționăm, că și martorul MKP22MRf, fiind una din cele mai tardive linii, atât după perioada răsărit-mătăsit, cât și după perioada răsărit-maturitate a manifestat umiditate scăzută în boabe. Majoritatea liniilor consangvinizate au fost recoltate cu umiditate scăzută în boabe (12-13 %). După talia plantelor s-au evidențiat liniile AN5049/19 și AN5233/16, care au dezvoltat plante cu o înălțime de 150-160 cm și respectiv inserția știuletelui s-a poziționat la o înălțime de 45,0 și respectiv 55,0 cm. Celelalte linii după talia plantelor și inserția știuletelui au variat foarte puțin, încadrându-se în limitele 120-140 cm după înălțimea plantelor și 30-40 cm după inserția știuletelui, excepție făcând doar linia AN5314/16, la care știuletele s-a format la o înălțime de 60 cm. După perioada răsărit-mătăsit s-au evidențiat liniile AN5049/19, AN5067/16 și AN5042/19, cu apariția stigmatelor mai devreme cu 2-3 zile comparativ cu cel mai timpuriu martor AN615/95MRf. Liniile AN5233/16 și AN5095/19 sunt incluse în componența hibrizilor experimentali în calitate de forme paterne, iar hibrizii respectivi se testează în culturi comparative de concurs.

Lucrările de ameliorare cu germoplasma indurata la momentul actual s-au finalizat cu crearea și înregistrarea oficială în Catalogul Soiurilor de plante a 8 hibridi de porumb, dintre care 7 hibridi timpurii destinați pentru cultivare în zonele cu regim termic limitat la boabe și masă verde pentru însilozare și unul mai tardiv pentru a fi produs în scopuri alimentare (făină, crupe, bastonașe) (tabelul 8). Hibridul extratimpuriu Rosmold 159CRf, omologat în Federația Rusă a fost creat în baza formei materne MKP20cmsCxMKP19A. Linia MKP16MRf, create la prima etapă de ameliorare a fost forma paternă a hibridului Bemo 160MRf înregistrat în Republica Belarus, dar

Tabelul 8. Utilizarea liniilor consangvinizate indurate ca forme parentale în hibridii omologați și de perspectivă.

Denumirea hibridului	Linii, componente a hibridilor	Tipul hibridului	Perioada de maturitate, FAO	Etapele de implementare
Rosmold 159CRf	MKP20cmsC, MKP19A	triliniar	160	Mentținerea formelor parentale
Bemo 160MRf	MKP16MRf	triliniar	160	Retras
Porumbeni 176MRf	AN615/95MRf	triliniar	170	În producere
Porumbeni 180	AN615/95MRf	Simplu modificat		În producere
Rosmold 202MRf	MKP21/182MRf	triliniar	200	Mentținerea formelor parentale
Bemo 203	MKP22MRf	triliniar	210	În producere
Bemo 210CRf	MKP27/1	triliniar	210	Retras
Porumbeni 212CRf	AN615/95CRf	triliniar	210	Mentținerea formelor parentale
Alimentar 325	MKP27	simplu	320	În producere
P23158	MKP23	Simplu modificat	170	De perspectivă
P23165	AN5095/19	Simplu modificat	190	De perspectivă

din motivele unor probleme de producere nu a fost promovat. Următorii hibridi omologați în Belarus au fost Porumbeni 212CRf cu forma paternă AN615/95CRf și respectiv Porumbeni 176MRf cu forma paternă AN615/95MRf, restauratoare a fertilității polenului de tip M. Este necesar de accentuat că MKP21/182 este forma paternă a hibridului Rosmold 202MRf, înregistrat din 2013 în Registrul soiurilor de plante pentru cultivare la boabe și siloz a Rusiei, iar MKP22 este forma paternă a hibridului Bemo203 omologat în 2016 în R. Belarus. În anul 2023 a fost înregistrat hibridul Porumbeni 180 și implementat în producere la boabe și siloz în Belarus. Hibridul respectiv se deosebește prin omogenitate perfectă, plante atractive cu frunze ercete și recolte mai superioare comparativ cu hibridii precedenți, în deosebi după producția de masa verde pentru însilozare. Linia MKP27 este folosită în calitate de formă paternă în hibridul Alimentar 325 inclus în Registrul soiurilor de plante în R. Moldova pentru cultivare la boabe din anul 2014.

## Concluzii

1) Lucrările de ameliorare cu germoplasma indurata în condiții de secetă și temperaturi înalte scot în evidență posibilitatea creării liniilor timpurii cu rezistență înaltă la căderea și frângerea plantelor cu productivitate satisfăcătoare.

2) S-a stabilit că este dificil de creat genotipuri cu caractere ameliorative complexe, cum ar fi rezistența la frângere, ritm intens de creșterea plantelor și pierderea rapidă a umidității din boabe.

3) Utilizarea donatorilor tardivi din grupe heterotice alternative asemănătoare grupei de germoplasmă indurata a permis crearea liniilor consangvinizate cu capacitate înaltă de combinare.

4) Pe parcursul anilor de activitate rezultate palpabile au fost obținute în etapa a treia (perioada anilor 2001-2010), unde s-au obținut liniile MKP19A, MKP19B, MKP20, MKP21/182, MKP22, MKP27, 5391/05, 6560/02, care sunt forme parentale a hibrizilor Rosmold 159CRf, Rosmold 202MRf înregistrați în Registrul Soiurilor de Plante al Rusiei, Bemo 203MRf omologat în Republica Belarus și Alimentar 325 introdus în Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova.

## Bibliografie.

1. Brandolini A., 1970. European races of maize. The Corn Sorghum Research. Conference, SUA.
2. Rives M. Selection, technique, objectifs et perspective. Cultivar, 1980, v.133, p.25-27.
3. Dubreuil P., Dufor P., Krejci E., Causse M., D. De Vienue, A. Gallais, A. Charcosset. Organization of RFLP diversity among inbred lines of maize representing the most significant heterotice groups. Crop Science, 1996, v.36, 3, p. 790-799.
4. Messmer M. M., A.E. Melchinger, R.G. Herrman, J. Boppenmaier. Relationships among early European maize inbreds: II. Comparison of pedigree and RFLP data. Crop Science, 1993, v.33, 5, p.994-950.
5. Henderson C. B. Maize Research and Breeders Manual VII. Champaign Illinois, USA, 1972.
6. Henderson C. B. Maize Research and Breeders Manual X. Champaign Illinois, USA, 1984.
7. Pantelimon Borozan. Utilizarea populațiilor sintetice la crearea liniilor consangvinizate de porumb Indurata. The X<sup>th</sup> International Congress of Geneticists and Breeders. Abstract Book. Chisinau, Republic of Moldova. 2015, p. 74.
8. Borozan P., Musteața S. Cercetări privind ameliorarea germoplasmei de porumb indurata în baza liniei consangvinizate LO3. Genetica și ameliorarea plantelor, animalelor și microorganismelor. Materialele Congresului VIII al Societății Științifice a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova. Chișinău 2005. p.76-80.

9. Борозан П. А., Мустьяца С. И. Использование поздних доноров для создания кремнистых раннеспелых линий кукурузы с высокой комбинационной способностью «Селекция и генетика сельскохозяйственных растений: традиции и перспективы» (к 100-летию Селекционно-генетического института- Национального центра семеноведения и сортоизучения) 17-19 октября 2012г., Одесса, Украина. с. 13-14.

CZU: 633:15:631:527.82

## **PĂSTRAREA SURSELOR DE GERMOPLASMĂ LA PORUMB, EVALUAREA ȘI CLASIFICAREA GENITORILOR**

*<sup>1</sup>Valentin Ciobanu, <sup>2</sup>Eugenia Partas, <sup>1</sup>Andrei Serdeșniuc, <sup>1</sup>Alexandru Micu, <sup>1</sup>Constantin Guțanu, CNCPS*

- 1. Centru Nașional de Cercetare și Producere a Semnțelor*
- 2. Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante*

### **Introducere**

Conservarea, studierea și utilizarea cât mai largă a diversității genetice a speciei *Zea mays* constituie baza genetică a ameliorării porumbului sub diferite aspecte.

Instituția în care activăm, menține mai multe colecții: 1) colecția de soiuri și populații, 2) colecția genetică, 3) colecția de linii consagvinizate, 4) colecția de surse de androsterilitate citoplasmică.

Colecția de soiuri și populații de porumb locale a fost colectată încă în anii de după cel de al doilea război mondial din diferite localități (1, 2). Atunci au fost colectate populații genetic uniforme, cât și populații segregate, rezultate din combinații spontane de soiuri și rase. La analiza populațiilor colectate s-a constatat că acestea se clasifică în grupurile rasiale Moldovenesc, Portocaliu, Cincantin și Hangănesc sau sunt descendente tipice din soiurile de origine străină Cecler, Pignoletto și Brounconti (probabil de la Brown Conty) răspândite în cultură în a doua jumătate a secolului XIX și începutul sec. XX. Din colecția colectată inițial, la moment, prin polenizare controlată se mențin 105 mostre de soiuri și populații locale. În baza acestei colecții a fost posibilă caracteristica morfologică a raselor de porumb cultivate în aceste ținuturi (1, 2). Ulterior s-a constatat că printre sursele locale de porumb sunt genotipuri cu un conținut înalt de proteine în boabe (3); multe dintre ele conțin gene nucleare și plasmagene asociate cu ereditarea androsterilității nucleare (4) și citoplasmice (5, 6) și a altor caracteristici ereditare (7). O bună parte din sursele menționate sunt importante în ameliorarea porumbului cu conținut înalt de caroten în boabe.

În colecția genetică au fost descrise și identificate numeroase mutații, care modifică structura și funcția organelor vegetative a porumbului (2). Mutante de porumb cu tulpina bifurcată - dib (dichotomously branched stalk) sunt rar întâlnite și puțin studiate. Caracterul distinct a mutantei este tulpina bifurcată la unul din nodurile inferioare sau de mijloc (nodul 4-8), mai rar: la unul din cele 4 noduri inferioare, nodurile superioare și axa principală a paniculei. Cu o frecvență și mai mică au fost observate mutante cu bifurcarea dublă a tulpinii, mai întâi la unul din nodurile inferioare, apoi la unul din cele superioare (de obicei la unul și același nod) sau pe pedunculul fiecărei panicule. Astfel de mutante formează 3 sau 4 panicule.

În colecțiile de mutații menținute este identificată doar o singură sursă genetică, care alterează durata perioadei de până la apariția inflorescențelor, mutația *id* (8,9,10), care a fost extrasă de V. Micu (1974) din populația locală K145 (Brounconi x Moldovenesc), fiind menținute și introduse în sursa de germoplasmă extratimpurie Gaspé Flint.

Însă, pe durata menținerii acestor colecții de porumb s-a observat că, se mențin surse, care conțin gene favorabile și pentru alte direcții de ameliorare. În prezenta lucrare avem intenția de a face unele generalizări ce țin de evaluarea unor caracteristici agronomice și ameliorative importante în aceste colecții de surse de germoplasmă.

### **Material biologic și metoda de cercetare**

Materialul biologic a fost reprezentat de 540 de surse genetice, 253 populații și 600 de linii consagvinizate. Pentru a fi reproduse, soiurile și populațiile au fost semănate pe 3 parcele de 5m<sup>2</sup> fiecare, iar liniile consagvinizate și mutații - pe un rând sau pe mai multe rânduri, în dependență de capacitatea de înmulțire a fiecărui genotip. În fiecare rând, pentru polenizare, au fost lăsate 20-25 de plante.

Semănatul s-a efectuat în termeni optimali și în condiții favorabile pentru germinarea și dezvoltarea plantulelor de porumb. Principalele tipuri de polenizări efectuate au fost: autopolenizarea (multiplicarea mutantelor, liniilor consagvinizate), încrucișări SIB (plante cu mutații la funcția și structura inflorescențelor) și cu amestec de polen (reproducerea soiurilor).

Pe parcursul vegetației la mutații, soiuri, populații și linii au fost efectuate observări fenologice, fiind notate data apariției plantelor, a înfloritului paniculelor și apariției stigmatelor la știuleți. Această informație a fost utilizată ulterior pentru a determina durata perioadei de la răsăritul plantelor până la înflorit și până la mătăsare. Estimarea rezistenței la cădere și frângere, cât și aprecierea caracterelor morfobiologice au fost efectuate vi-

zual, prin bonitare, conform scalelor de referință UPOV, nota 1 fiind atribuită expresiei minimale a caracterului, iar nota 9 - celei maxime.

## Rezultate și discuții

### Colecția de soiuri și populații

Din grupul rasial **Moldovenesc** fac parte 70 de surse. Sursa K509, este cea mai timpurie sursă din acest grup rasial și se clasifică ca sursă extratimpurie (FAO<150), iar cele mai tardive surse se clasează în grupul de precocitate semitardivă (FAO 450-500). Predomină surse cu bobul indurat (57 de surse), transparența stratului cornos fiind mai bună doar la sursa K627. Alte 10 surse au bobul semiindurat, iar sursele K184, K292 și K896 – chiar semidentat. Cât privește culoarea bobului, este de menționat că în acest grup rasial predomină sursele cu bobul galben de diferite nuanțe, de la galben auriu (35 de surse) și galben deschis (4 surse), până la galben portocaliu (13 surse). Este de menționat, că numai în acest grup rasial sunt identificate surse cu bobul alb, caracterul în sursele K484, K518, K528 și K917, fiind determinat de alele homozigot, iar în sursele K519, K550 și K896 – de alele heterozigot. Sursele K572, K579, K598, K627, K716, K745 și K616 au bobul de culoare portocalie. În șirul de surse din acest grup rasial se evidențiază sursa K489, lider la masa 1000 de boabe nu numai în acest șir de surse, dar și în șirul de surse cu bobul indurat din alte grupuri rasiale. Majoritatea surselor au bobul de mărime medie. Cel mai mășcat bob a fost observat la sursa K184, iar boabe mărunte la 8 din sursele analizate sub acest aspect. Volumul la 1000 de boabe variază de la 90cm<sup>3</sup> (sursa K533) până la 314 cm<sup>3</sup> (sursa K184). Este de menționat că în șirul de surse analizate sub acest aspect predomină sursele cu volumul >de 250cm<sup>3</sup>, tendință ne întâlnită în alte grupuri rasiale. În acest grup rasial predomină sursele cu lungimea medie a știuletelui, dar și frecvența surselor cu știulete lung este destul de importantă (15 din 70). Cel mai scurt știulete este observat la sursa K450, iar cel mai lung la sursa K745, ultima fiind remarcată ca sursă cu cel mai lung știulete în colecția Institutului. Grosimea rahisului variază de la subțire (K490, K509, K518, K533, K550 și K627) până la mediu.

Grupul rasial **Portocaliu** (14 surse) din punct de vedere a precocității nu este atât de divergent ca alte grupuri rasiale, acestea clasându-se ca surse cu precocitate semitimpurie-semitardivă, cea mai timpurie dintre ele fiind sursa K891 (FAO 300), cele mai tardive – K588 și K488 (FAO 500). Sursele din acest grup au bobul indurat, cu o transparență mai bună a stratului cornos doar la sursa K588. Predomină sursele cu culoarea portocalie



a bobului, culoarea galbenă a bobului fiind remarcată doar la sursele K542, K737 și K1141. Masa la 1000 de boabe variază în limitele 75.3gr...230.7 gr, maxima fiind înregistrată la sursa K891, care după greutate ocupă cel de al doilea loc în șirul de surse cu bobul indurat. Merită să fie menționat, că din 9 surse cu bobul indurat, 4 au masa la 1000 de boabe mai mare de 180 gr., tendință mai puțin specifică altor grupuri rasiale locale. În grup predomină surse cu mărimea medie a bobului, bob mărunț fiind observat doar la sursele K495, K588 și K641 și numai la sursa K631 a fost observat bob relativ mășcat. Volumul la 1000 de boabe variază de la 122cm<sup>3</sup> (K588) la 276 cm<sup>3</sup> (K1526). Specific acestui grup rasial este formarea știuletelui superior relativ lung, iar boabele sunt așezate în mai multe, ca de obicei, rânduri cu boabe. Astfel numai în sursa K631 boabele sunt așezate în cel mult 12 rânduri. În cele mai frecvente cazuri boabele sunt așezate în 16 rânduri (8 surse); 18 rânduri (sursele K488 și K 637) și 20 de rânduri (K495). Cel mai lung știulete a fost observat la sursa K631, iar cel mai scurt - la sursa K588, care în alte grupuri rasiale corespunde lungimii medii ale știuletelui. Cu toate acestea grosimea rahisului este medie, cel mai gros rahis fiind observat la sursa K1526.

Proveniențele de porumb din grupul rasial **Hangănesc** se clasifică în diferite grupuri de precocitate. Majoritatea surselor (12 surse) se clasifică ca semitimpurii (FAO250-350) și precocitate medie (FAO 400-450), cea mai timpurie fiind sursa K584 (FAO-200), iar cele mai tardive – K587 și K575 (FAO-500-550). În general sursele din acest grup rasial au bobul indurat și numai sursele K9, K14 și K619 au bobul semiindurat. Bobul are culoarea galbenă, la unele bobul are nuanțe deschise, sursele K613 și K14 descompunându-se genetic în descendențe cu bobul alb. Din toate sursele Hangănesc numai sursa K597 are bobul portocaliu. Mărimea bobului predominant este medie, bobul mărunț fiind observat la sursele K9 și K597, iar bobul mășcat la sursa K584. Masa la 1000 de boabe a variat de la 57gr (K75) până la 154.8gr (K619), iar volumul lor a variat de la 130cm<sup>3</sup> (K9) până la 238 cm<sup>3</sup> (K619). În general sursele din acest grup rasial formează știulete scurt, știulete de mărime medie fiind observat la sursele K14, K23 și K84, iar știulete lung – numai la sursa K619. În acest grup rasial predomină surse cu boabe așezate pe știulete în cel mult 14 rânduri, remarcând totodată sursele K14, K23, K24, K619 și K628 cu cel mult 12 rânduri și sursele K75 și K562 cu cel mult 16 rânduri de boabe pe știulete. Cel mai subțire rahis a fost observat la sursa K9, cel mai gros la sursa K75.

Din grupul rasial **Cincantin** fac parte 44 de proveniențe, dintre care sursele K475, K25 și K604 sunt surse extratimpurii (FAO<150), iar sursele K139 și

K494 cele mai tardive (FAO>600). Celelalte s-au clasat ca surse timpurii (K624 și K1840) semitimpurii, medii, semitardive și tardive. Marea majoritate dintre sursele acestui grup rasial au bobul indurat (42 de surse) și numai sursele K524 și K1840 au respectiv bobul semiindurat și semidentat. Printre sursele cu bobul indurat se evidențiază sursele K2, K3, K5, K12, K444, K299 și K600, la care țesutul cornos are o transparență mai bună ca la alte surse, caracter foarte important pentru ameliorarea porumbului pentru consum. În acest grup rasial predomină sursele cu bobul de culoare portocalie (19 surse), galbenă și galbenă cu nuanțe închise (26 de surse), nuanțe deschise remarcând doar la sursele K442 și K508. În acest grup rasial sursa K1598 formează boabe de culoarea albă. La determinarea masei la 1000 de boabe s-a constatat că valoarea în acest grup rasial variază în limitele de la 57,3gr (K565) până la 223.2 gr (sursa K1598), 9 surse având masa < de 100 gr, iar altele 9 – între 103 și 183,2 gr. Surse cu bobul mărunț sunt frecvent întâlnite în acest grup rasial (K2, K3, K444, K565, K600, K604, K624) și numai sursele K508 și K750 au bobul mășcat. Din acest motiv 1000 de boabe din sursa K565 ocupă un volum doar de 94cm<sup>3</sup>, alte 14 surse se încadrează în limita de 100...198 cm<sup>3</sup> și numai sursele K524, K750 și K508 au un volum > de 250cm<sup>3</sup>, maxima fiind de 282cm<sup>3</sup> la sursa K508. În acest grup rasial nu sunt remarcate surse cu știulete foarte scurt; predomină sursele cu lungimea medie a știuletelui, iar sursele K499, K508 și K585 au cel mai lung știulete. Predomină sursele cu boabele așezate în cel mult 12, 14 sau 16 rânduri de boabe (în total 30 de surse). 8 și 10 rânduri cu boabe au fost observate respectiv la sursele K2 și K25; 18 rânduri cu boabe la sursele K3, K430, K604, K640, K694, K709, K1840 și 20 de rânduri cu boabe la sursele K114 și K494. Specific acestui grup rasial este grosimea medie a rahisului, cel mai gros rahis fiind remarcat la sursele K13 și K750, cel mai subțire la sursele K3, K12, K499, K565, K604 și K624.

Grupul rasial **Pignoletto** numeric este mai restrâns din cele menționate și este reprezentat doar de 7 surse, fapt care servește drept dovadă că soiul a fost mai puțin răspândit în cultură din motivul că a fost introdus în cultură mult mai târziu sau din motivul că este mai puțin rezistent la condițiile aride ale ținutului. În literatura de specialitate este expusă părerea (1), că acest grup rasial este apropiat grupului rasial Cincantin. Spre deosebire de grupul Cincantin, în grupul rasial Pignoletto nu sunt surse extratimpurii și timpurii, sursele din acest grup fiind de precocitate medie (FAO300-500). În acest grup rasial predomină sursele cu bobul de mărime medie, de culoare portocalie, cu știuleți de lungime medie sau lungi (K162, K200 și cel mai lung la K311), boabele fiind așezate pe știulete în 16 (sursele K162, K181 și K200) sau 18 rânduri (K133 și K311). Valoarea masei la 1000 de

boabe (minima de 81 gr la sursa K181 și maxima de 176gr la sursa K138) și a volumului la 1000 de boabe (minima de 132 cm<sup>3</sup> la sursa K181 și maxima de 266 cm<sup>3</sup> la sursa K138) se încadrează în limitele de variație a caracterului constat pentru grupul rasial Cincantin. Însă, spre deosebire de grupul rasial Cincantin, în grupul Pignoletto, nu sunt evidențiate surse rezistente la cădere și nerezistente la frângerea tulpinilor, dar sunt evidențiate surse nerezistente la cădere (K133 și K138).

Grupul de proveniențe din soiul **Cecler** este reprezentat de 11 surse. Profesorul Stebut I.A (1891) (citată de Коварский АЕ și Кушниренко ГЕ, 1974) menționează că soiul este selectat dintr-un hibrid rezultat dintr-un soi local unguresc cu o proveniență din grupul rasial Cincantin. Decea, acest soi la fel poate fi considerat apropiat genetic de grupul rasial Cincantin. Din punct de vedere a precocității sursele se încadrează în grupurile FAO 250...550, sursele K70 și K22 situându-se respectiv în grupurile extreme de precocitate. Sursele din acest grup au bobul îndurat sau semiîndurat (sursele K38 și K124), de culoare albă (K496) sau galbenă de diferite nuanțe (până la galben portocaliu). Lungimea știuletelui este medie. În grup predomină sursele, boabele cărora sunt așezate în mai mult de 12 sau 14 rânduri. Astfel la sursele K35, K38, K107, K544 boabele sunt așezate în 16 rânduri; la sursa K590 – în 18 rânduri, iar la sursa K496 – în 20 de rânduri. Sursele analizate sub aspectul masei la 1000 de boabe au valori foarte apropiate, încadrate în limita de variație de 130,3 ... 135,1 gr.

Grupul de surse **Brounonti** (în total 8 surse) este unicul grup în care sunt întâlnite surse cu bobul de tip dentiformi (K457, K726, K731 și K748), cele cu bobul tare și consistența semiîndurat fiind sursele K367 și K404. În grup predomină sursele cu bobul de culoare galbenă, iar sursele K731, K736 și K367 au boabe galbene de nuanțe închise până la portocaliu. Sursele din acest grup formează știulete de lungime medie sau lung, cu grosimea medie a rahisului. Boabele pe știulete sunt așezate în cel mult 14 sau 16 rânduri (K404, K457, K701, K731), ne fiind întâlnite surse cu cel mult 12 rânduri de boabe pe știulete. Masa la 1000 de boabe variază între 135.5gr (K404) și 204.8 gr (K731), iar volumul între 218cm<sup>3</sup> (K404) și 290cm<sup>3</sup> (K736).

Reieșind din cele expuse mai sus se impune concluzia că în cultura au predominat sursele cu bob îndurat. Cu toate că la momentul colectării acestea au fost colectate din terenuri izolate mai mult sau mai puțin omogene fenotipic, prezența în unele grupuri a formelor segregate în bob alb (caracter întâlnit numai în grupul rasial Moldovenesc), cu bobul portocaliu (caracter specific rasei cu același nume) și a formelor cu consistența semi-dentiformis în grupările de rase, predominant reprezentate de surse cu bo-

bul indurat, ne face să presupunem, că proveniențele din grupările menționate, genetic nu sunt omogene.

### **Colecția de surse de androsterilitate**

Pe toată durata desfășurării programelor de ameliorare a porumbului hibrid în Moldova a fost colectată o colecție de surse androsterile, care la moment se menține în Centru Național de Certare și Producere a Semințelor. Este de remarcat că această colecție de felul ei este unică nu numai în republică dar și în lume, în primul rând prin faptul că androsterilitate în surse nu este de origine mutagenică și în cel de al doilea rând că în cea mai mare parte acestea (109 din 187 sau 58%) provin din germoplasmă locală de porumb. Referindu-ne la șirul de surse de androsterilitate selectate din soiuri și rase de porumb autohtone în special ținem să menționăm că acestea de fapt sunt proveniențe tipice din rasele și soiurile: Moldovenesc (22 surse), Cincantin (9), Hângănesc (7) Portocaliu (3), Cecler (6) și Pignolletto (8) sau sunt derivate, selectate din populații hibride în care proveniențele din rasele și soiurile autohtone au fost incluse ca component matern (33 de surse) sau polenizator (14 surse).

Șirul surselor de androsterilitate din alte arealuri de cultivare a porumbului este reprezentat de 8 surse din America de nord și Argentina, 6 surse din Asia Centrală, 3 surse din India, Mongolia și Africa, 3 surse din Europa Centrală, 8 surse din partea europeană a Rusiei, 12 surse din țările Peninsulei Balcani, 4 surse din țările bazinului Mării Baltice, 6 surse din Caucaz, 20 de surse din țările bazinului Mării Negre. Originea celorlalte 6 surse de androsterilitate obținute din colecțiile institutului de genetică din Harcov și Institutul de fitotehnie din Sanct-Peterburg este necunoscută.

**Sursele cu ereditare nucleară.** Procedura de identificare este puțin mai complicată, prin faptul că necesită evaluarea descendențelor în generația F<sub>2</sub>. În acest caz am evaluat 110 de descendențe pentru 85 de surse din colecție, în care sursa de interes a fost încrucișată cu un genotip normal doar ca polenizator. În rezultat, test pozitiv am obținut pentru 70 de surse din colecție. 26 dintre acestea (A619; K1038; K112; K11986; K1215; K1431; K1585; K1790; K1824; K1840; K203; K2732; K327; K3511; K3569; K441; K48; K527; K595; K609; K716 ; K9; K919; K950; K965; VIR44) în generația F<sub>2</sub> s-au confirmat ca homozigot recesive (tab.) pentru o singură genă, celelalte, ca surse, care au format în F<sub>2</sub> descendențe segregate cu un exces vădit de plante fertile, mai mare de 3:1. Din lista prezentată mai sus, atrag atenția sursele K1215, K1824, K327, K716, K919 și K965, care s-au confirmat și ca surse de androsterilitate citoplasmică. Se vede, că aceste populații conțin plasmagene responsabile de androsterilitate, gene nucleare ms și gene restauratoare de fertilitatea polenului.

**Sursele cu ereditare citoplasmică.** Procedura este una destul de simplă, dat fiind faptul că identificarea lor poate fi efectuată în generația F1 la evaluarea testîncrucișărilor, rezultate din combinarea plantelor androsterile din sursele de interes, ca component matern, cu mai multe linii normale, ca polenizator. Includerea unui număr mai mare de linii normale în această situație este o necesitate, dat fiind faptul că unele linii consagvinate pot conține alele dominante Rf pentru plasmagenele menținute de sursa de androsterilitate. În astfel de testîncrucișări am analizat 45 de surse de androsterilitate. Test pozitiv am obținut pentru 26 de surse. În ceea ce privește proveniența acestora ar fi de menționat, că 9 din 26 de surse (K111, K1141, K197, K246, K263, K264, K327, K47 și K716) își poartă originea din populațiile locale de porumb, iar K919, K965, K1205, K1215, K2100 și K3600 – din arealuri apropiate. La evaluarea fenotipică a testîncrucișărilor am observat, că paniculul plantelor androsterile din combinațiile cu componenții androsterili K111, K1141, K1215, K1396 și K3600 conținea antere sterile ieșite din flori, fenomen tipic pentru sursele de citoplasmă înrudite de cms-S. Spre deosebire de acestea, plantele sterile din sursa K531, fenotipic, erau mai aproape de sursele de citoplasmă cu restaurare sporofitică: cms-T, cms-C ș.a. înrudite lor. Acest motiv ne-a îndemnat să realizăm o serie de încrucișări pentru a cunoaște dacă acestea sunt surse înrudite de citoplasmele cms-M, cms-T sau cms-C. În această ordine de idei, sursele de interes au fost încrucișate a) ca polenizator, cu diferite linii androsterile de cms-M, cms-T și cms-C, pentru a cunoaște dacă acestea conțin dominante Rf pentru aceste citoplasme sterilizate; și b) ca component androsteril matern cu linii ameliorate în MRf, CRf și TRf, care aveau să permită clasificarea surselor în grupuri înrudite de citoplasmă sterilizată.

### **Colecția genetică**

Identificarea genetică a genitorilor de mutații. Prin test la alelism au fost analizate 141 surse mutante. Din 22 surse clorofilene, testate cu marker **ys**, **gs**, **j2**, **zb**, 3 surse s-au confirmat alelice genei **-ys**, 2 surse **-zb**, 3 **-j2**, o sursă pitică s-a confirmat alelică genei **d1** (dwarf); din 13 surse **ra** (ramosa) alelice s-au confirmat 10 printre care și 3 surse alelice markerului **ra1**. Din 9 surse androsterile 7 surse au fost analizate la alelism cu surse **rf3** și **Rf3**, iar 4 surse - cu marker nucleari **ms**. În rezultat nici una din sursele testate nu s-au confirmat alelice unuia din marker nucleari utilizați. Alelismul surselor cu marker de mutații ale endospermului a fost cercetat prin observări asupra fenotipului boabelor la descendente hibride rezultate din încrucișarea surselor genetice cu marker adecvați (F0). Astfel, au fost analizate 129 combinații hibride. Din 42 surse testate cu mutații de tip **su**, 39 s-au confirmat aleli-

ce genei **su1**; din 34 surse cu fenotipul endospermului de tip **sh**, **bt** alelice s-au confirmat 15; din 16 surse cu endospermul făinos alelice genei **fl2** s-au confirmat 13 surse, și 3 surse testate au fost alelice genei **mn**.

În afară de aceasta, 21 surse genetice (7 linii consagvinizate, 2 hibridi, 12 surse genetice) au fost cercetate sub aspect de compatibilitate la hibridizare, prin care se poate constata starea alelelor genei **ga** în nucleu. Astfel din analiza știuleților polenizați cu polen străin am observat, că: (i) 8 surse genetice (5 linii și 3 surse din colecție) fiind polenizate cu polen străin n-au format boabe hibride, (ii) 3 surse (2 linii și o sursă din colecție) n-au format boabe hibride fiind utilizate ca polenizatori și (iii) 11 surse genetice (o linie, un hibrid și 9 surse din colecție) au fost compatibile în hibridizare indiferent de poziția care o ocupau în hibrid. Aceste date atestă că prima grupă de genitori (i) posedă alelele homozigot **Ga-s**, a doua grupă (ii) - alelele recesive homozigot **ga** și cea din urmă (iii) - alelele dominante homozigot **Ga**.

Astfel prin test la alelism în ciclul actual de cercetări au fost identificate 56 surse noi și confirmat testul pentru altele 56 identificate anterior (tab.1).

Tabelul 1. Surse genetice identificate

Clasa de mutante	Gene	Surse identificate	Confir- mate
Clorofilene	ys	K200,K1717,K1902	-
	zb	K559,K917	-
	j2	A85-11117,K3328	1
Structura organelor vegetative	d1	PN 4d	1
Structura și funcția organelor reproductive și a gamelelor	ra	K211,K474,K696,K114	-
	ra1	K12308,84-9609,84-9522	3
	Ga-S	Ap40,15-56,IA-28,IA-56, MKE82, K1367,PC93-5516, PI-1-94-3236	-
	ga	Ap40,MKE4691,Por375	-
	Ga	MKE1443,P355A,K2086,K2090,K3719,PF94-3231,PF2-94-3231,PF3-94-3231,PF-4-91-3231,PI1-2-94-3236,PI2-94-3237	-
Structura și calitatea bobului	bt1	K3556	3
	sh1	K3338	3
	sh2	K567,K2684	5
	su1	K815,K816,K961,K1792,K2188, 86-12176,P55/621	32
	mn	K587,K1042	1
	fl2	K556,K593,K891,K2145,K2684,C239	7
Total	14	56	56

În vederea determinării alelismului genelor în 35 surse genetice au fost obținute 21 combinații hibride, iar 58 surse genetice au fost încrucișate cu linii normale pentru constatarea numărului de gene implicate în expresia mutației. Din combinațiile hibride obținute 21 vor fi analizate în F1, iar 120 - vor fi supuse autopolenizărilor pentru analiza descendențelor în generația F2 (tab. 2).

Tabelul 2. Surse mutante încrucișate cu marker pentru analiza genetică

Sisteme genetice	Gene	Nr. de surse testate		Nr. de combinații hibride obținute	
		cu marker nucleari	cu linii normale	cu marker nucleari	cu linii normale
Structura endospermului	cp,wx,sh:bt	1	19	1	12
Mutații clorofiliene	f,j,g,yg,Og,zb	11	2	6	3
Structura organelor vegetative	d,br,rg	10	-	8	-
Structura organelor generative	ms,Pt:ts,ra,bd	12	37	6	95
Total	18	35	58	21	120

În experiența, în care s-a avut ca scop identificarea grupei de linkaje implicată în expresia mutației **dib** au fost analizate 15 genotipuri încrucișate cu testerul Mangelsdorf în generația F2 de segregare. Pe durata perioadei de vegetație observațiilor au fost supuse toate descendențele segregate în generație asupra expresiei mutațiilor, determinate de 9 gene recesive localizate în 9 din 10 cromozomi. Toate acestea ne permit a conchide, ca caracterul vizat (**dib**) este de natura genetica, însa nu este corelat cu acțiunea factorilor ereditari de origine nucleara. Datele incom-plete, privind mecanismul ereditar a mutantei, într-o măsură oarecare complica, dar nu face imposibila utilizarea ei în programele de ameliorare și producere a seminței. Datorita însușirii de valoare, care se manifesta prin cantitatea majora de polen viabil, fata de biotipul normal, mutanta **dib** pare a fi destul de atractiva pentru programele de ameliorare a porumbului. Utilizarea analogilor mutații în calitate de polinatori ar micșora suprafața de insamânțare al acestuia în sectoarele semincere, măbind în final a producției de semințe hibride. Pentru aceasta este necesar de a obține descendenți totalmente reprezentati cu plante mutante. La compartimentul dat, în ultimii ani, au fost selectați descendenți cu rata maximala a mutantelor. În rezultatul a mai multor investigații putem trage următoarele concluzii: 1. Factorul ereditar

**dib** (dichotomously branched stalk) condiționează dezvoltarea plantei cu tulpina bifurcată. 2. Mutanta **dib** contribuie la formarea a unei cantități majore de polen viabil la o planta. 3. Bifurcarea tulpinii este determinată de aneuploidie. 4. Hibrizii **dib/+** manifesta caracteristici și însușiri egale celor normali, ceea ce atesta posibilitatea utilizării mutantei în programele de ameliorare și producere a seminței hibride de porumb.

Din populația hibridă K145(Brounconti x Moldovenesc), mutații cu înflorire întârziată au fost menținute și introduse în sursa de germoplasmă extratimpurie Gaspé Flint. Introducerea în liniile de elită timpurii a indivizilor cu înflorire întârziată, a rezultat în obținerea prin consangvinizare a liniilor mutante constante FAO >450, care din punct de vedere fenotipic se clasifică ca mutații asemănători mutațiilor **id** sau asemănători mutațiilor **pg**. Mutații se moștesc ca caracteristici monogenice recesive neallele. În șirul investigat de mutații de tip **id** sunt identificate 2 perechi de linii mutante alele (F2 x Anju și F1079 x MKP33) și o sursă (W401) neallelică lor. Mutații homozigoți cu frunze de culoare închisă în combinație cu linii normale sau un mutant allelic formează descendențe hibride, care înfloresc mai devreme ca cel mai timpuriu părinte respectiv doar cu 3,5 zile și 6,6 zile, iar în combinație cu un mutant neallelic (de tip **id** sau de tip **pg**) descendențe, care au aruncat anterele cu 22 (**id x id**), 26,1 (**id x pg**) și 27,1 zile (**pg x id**) mai degrabă ca cel mai timpuriu părinte. Mutații homozigoți cu frunze de culoare verde pal (de tip **pg**) au format descendențe hibride, la care anterele apăreau aproape odată sau cu câteva zile mai târziu ca la cel mai timpuriu părinte.

### **Colecția liniilor consagvinizate**

În colecția de linii consagvinizate, pe durata a mai multor ani, au fost incluse mai mult de 600 linii autohtone și de origine străină. Evaluarea fenotipică a plantelor în timpul înfloritului și a știuleților la recoltare, comparativ cu fenotipul unor linii indicatori, ne-a permis a clasifica liniile consagvinizate în grupele corespunzătoare de germoplasmă. Cele mai multe mostre (97 linii sau 16,4%) au avut particularități fenotipice similare liniei P165, fiind incluse în grupa de germoplasmă respectivă. Destul de numeroase s-au dovedit a fi și liniile cu fenotip apropiat de cel al liniei F2, în această grupă fiind clasate 65 de linii consagvinizate (11,7%). Un număr considerabil de linii au fost încadrate în grupele MO17 (52 linii), A619 (44 linii), A654 (43 linii), P374 (36 linii), P502 (31 linii) și grupa W153R (29 linii). Mai puțin numeroase au fost mostrele cu similitudini fenotipice caracteristice liniilor CM48, B73, A632, F7, W401 și Ep1, în grupele de germoplasmă respective fiind încadrate câte 23, 21, 16, 14 și respectiv 12



linii consagvinizate, ce constituie 2,0 - 3,9 % din totalul liniilor evaluate. Câte 4-10 linii (0,7 - 1,7 %) au fost repartizate în grupele de germoplasmă MK159, P092, Co72-75-6 și P354. Pentru 7 linii cu bob zaharat, 10 linii everta și 31 de linii cu bob obișnuit nu a fost determinată grupa de germoplasmă.

În urma descrierii texturii bobului s-a constatat, că în setul de linii cu bob obișnuit au predominat genotipurile cu bobul dentat și semidentat, cota - parte a acestora fiind, respectiv, de 38,9% și 38,4%. Numărul liniilor cu bobul sticlos sau semisticlos a fost mult mai redus, fiind remarcate numai 73 de linii sticloase (12,7%) și 57 de linii semisticloase (10,0%). S-a constatat, că în grupele de germoplasmă F2, F7, CM48 și EP1 au prevalat liniile cu bobul sticlos și semisticlos, iar în grupele Co125, P354, P502, A654, P092, Co72-75-6, P165, MK159, A632, P374, B73, Mo17, A619, W153R și W401 - cele cu textura bobului dentată sau semidentată.

Perioada răsărit - înfloritul paniculului la liniile consagvinizate a variat de la 45 la 79 de zile. Conform acestei caracteristici, liniile consagvinizate au fost repartizate în grupele corespunzătoare de precocitate. Analiza a demonstrat că, 155 de linii (26,4%) sunt de precocitate mijlocie, 151 linii (sau 25,7% ) sunt semitimpurii, 130 linii (22,2%) - semitardive, 80 linii (13,6%) - tardive și 53 de mostre (9,0%) s-au clasat în grupa timpurie. Liniile din grupele extreme au fost mai puține, fiind prezente în șirul de linii în proporție de 1,2 -1,9 la sută. În acest sens, cele mai timpurii s-au dovedit a fi liniile AT132 și MK55B, iar cea mai tardivă, în condițiile anului prezent, a fost linia TD46-2-1.

Din aceste linii au fost selectate și studiate 37 de linii autohtone componente parentale ale hibridilor comerciali și omologați, 29 linii de origine străină căpătate prin contracte de colaborare cu alte instituții și 34 linii de perspectivă.

### **Referințe bibliografice**

1. Коварский А.Е. и Кушниренко Г.Е. Сорты и гибриды кукурузы Молдавии. Кишинев. ШТИИИЦА. 1974.248С.
2. Cristea M. Germoplasma la porumb. București. Ceres. 1975.298 P.
3. Micu V.E., Partas E.C., Rotari A.I. The revealing and selection of high-protein sources of maize // Maize Genetics Cooperation Newsletter. 1995. V.69.P.115.
4. Partas E., Branzila F, Vrancean N. Identificarea genetică a colecției de surse androsterile. //Materialele științifice ale Congresului VII al Societății științifice a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Chișinău, 1999.P323-326
5. Хаджинов М.И. Цитоплазматическая мужская стерильность кукурузы и использование ее в селекции с семеноводстве // ЦМС в селекции с семеноводстве кукурузы. Киев Изд."Укр. АСХН".-1962.-С.103-140.

6. Чалык Т.С. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы . Кишинев. Штиинца. 1974.230С.
7. Мику В.Е. Генетические исследования кукурузы. Кишинев. Штиинца. 1981. 227С.
8. Shaver D.L.1957. Another source of id (indeterminate growth habit). MNL. V31. P.94.
9. Shaver D.L.1972. The use of idid in production of super early corn. MNL. V.46. P.24-25.
10. Singleton W.R. 1946. The inheritance of indeterminate growth in maize // J. Hered. V37. P61-64.

УДК 633.15:631.527

## **ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ МНОГОПОЧАТКОВОСТИ У ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ**

*Николай Надточаев, ведущий научный сотрудник,*

*Наталья Степаненко, научный сотрудник*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», e-mail: [corn2007@mail.ru](mailto:corn2007@mail.ru)*

**Аннотация.** Исследованиями, проведенными в 2021–2023 гг. на связно супесчаной почве центральной части Беларуси, установлено, что полевая всхожесть семян линий кукурузы связана с их устойчивостью к холоду и наследуется в гибридах: коэффициент корреляции между полевой всхожестью семян линий и гибридов, где в качестве материнской формы выступали эти же линии, составляет 0,77. На рост гибридных растений и зерновую продуктивность линии оказывают довольно сильное влияние, что свидетельствует о важном значении данных показателей при создании исходного материала. Способность линий формировать второй продуктивный початок не всегда наследуется в гибридах. Только одна линия из трех (ЛЖ 48) в 83 % случаев обладала этим качеством.

**Ключевые слова:** кукуруза, линия, гибрид, полевая всхожесть семян, высота растений, урожайность, наследование двухпочатковости.

### **Введение**

Потепление климата, отмечаемое в последние три десятилетия, хотя и сыграло положительную роль при возделывании кукурузы в центральных и северных регионах Беларуси, однако усугубило ситу-

ацию по влагообеспеченности растений, особенно в южной зоне страны, где преобладают легкие песчаные и супесчаные почвы с низкой влагоудерживающей способностью. Наряду с большим испарением влаги, стали чаще отмечаться периоды с длительным отсутствием или существенным недостатком осадков, особенно в критический период закладки и формирования початка. В этой связи урожайность зерна или початков при уборке кукурузы на силос может оказаться крайне низкой, что негативно сказывается на питательной ценности корма. Как показывают зарубежные исследования, селекция кукурузы на многопочатковость позволяет растениям лучше противостоять засухе. Например, многолетние изучения корреляционных связей у гибридов кукурузы в Воронежском филиале ФГБНУ ВНИИ кукурузы показали [1], что урожай зерна больше всего определялся числом початков на растении ( $r = 0,48...0,80$ ). Растения, способные к синхронному развитию двух початков, обычно меньше страдают от засухи [2]. Селекционную ценность имеют линии многопочаткового типа, способные при гибридизации с однопочатковым тестером формировать на гибридном растении более одного початка [3]. При этом важно ведение селекционного отбора на синхронное цветение початков верхних и нижних ярусов. Если интервал в появлении почек или нитей початков большой, то верхний початок доминирует и подавляет нижнего [4]. Современные гибриды в большинстве случаев являются однопочатковыми. Поэтому создание самоопыленных двухпочатковых линий строится на использовании различных редко встречающихся источников двухпочатковости с привлечением большого разнообразия обычных однопочатковых форм кукурузы.

Целью настоящей работы является селектирование и изучение характера наследования многопочатковых линий кукурузы при создании высокопродуктивных гибридов.

### **Условия и методика проведения исследований**

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2021–2023 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с повышенным содержанием в пахотном слое фосфора и калия, около 2,5 % гумуса.

Предшественник – кукуруза. Обработка почвы и внесение удобрений осуществлялись в соответствии с отраслевым регламентом. Сев линий и простых гибридов проводился непротравленными семенами в конце апреля. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см.

Всходы отмечались через 21–23 суток. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялись гербициды (Люмакс, 3,5 л/га + Дублон, 0,2 л/га), после чего на делянках подравнивалась густота стояния растений до 80 тыс./га.

Анализ погоды свидетельствует о том, что продолжительные засушливые периоды отмечались ежегодно. В 2021 г. существенный дефицит влаги пришелся на июль – первую декаду августа, то есть в критический период роста и развития растений кукурузы. При средней норме осадков 87 мм в июле выпало 34 мм. В 2022 г. жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев: вначале – нижних, а к концу месяца – и верхних, поскольку содержание влаги в пахотном слое почвы длительное время находилось на уровне мертвого запаса. В 2023 г. на протяжении трех месяцев с апреля по июнь выпало лишь 1/3 осадков от нормы, а за весь вегетационный период – 181 мм, в 2021 г. их было 435 мм, в 2022 г. – 352 мм. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в эти годы составила соответственно 1148, 1019 и 915 °С.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Исследования проводились на 4 однопочатковых линиях и 3 линиях, склонных к образованию второго продуктивного початка, собственной селекции. Трехлетнее их изучение показало, что они существенно различались по полевой всхожести семян (таблица 1). Лучшие показатели отмечены у линий ЛЖ 48, 81, 83 и 55 (73–84 %), в то время как также непротравленные семена линий ЛЖ 82, 54 и 70 возшли только на 59–67%. Полевая всхожесть – это в значительной мере генетически закрепленный признак устойчивости к холоду, поскольку он наследуется и в гибридах (таблица 2). Коэффициент корреляции между полевой всхожестью семян линий и гибридов, где в качестве материнской формы выступали эти же линии, составил 0,77.

Изучаемые линии несущественно различались по наступлению цветения верхнего початка – на 1–2 дня. Более позднее цветение отмечено у линий ЛЖ 70, 83 и 81. Цветение метелки наступало на 2–4 суток раньше. Меньшая разница у линии ЛЖ 55, большая – у линии ЛЖ 81. Все линии закладывали второй початок и выбрасывали нити из нижнего междоузлия. Это происходило через одни (ЛЖ 55, 81) и даже на пять суток позже (ЛЖ 82). Но только три линии из семи формировали второй початок на растении – ЛЖ 48, 81 и 82. Линия ЛЖ 81, имеющая небольшой разрыв в цветении верхнего и нижнего початка, показала и меньшую разницу в содержании сухого вещества в

початках – 1,7 %, в то время как у линии ЛЖ 48 этот показатель составил 5,2 %, ЛЖ 82 – 6,0 %.

Таблица 1. Морфобиологическая и хозяйственная оценка двухпочатковых и однопочатковых линий кукурузы, 2021–2023 гг.

N ли- нии ЛЖ	Поле- вая всхо- жесть се- мян, %	Дней от всходов до цветения			Вы- сота рас- те- ний, см	Содержа- ние СВ в початке, %		Выход зер- на с почат- ка, %		Урожайность зерна 14%-й влажности, ц/га		
		ме- тел- ки	1-го по- чат- ка	2-го по- чат- ка		верх- ний	ниж- ний	верх- ний	ниж- ний	верх- ний	ниж- ний	все- го
48	73	71	74	77	164	54,1	48,9	79	75	30,6	9,7	40,3
54	60	71	74	77	156	49,0		84		33,5		33,5
55	84	72	74	75	171	54,7		80		49,4		49,4
70	67	72	75	78	181	53,7		81		39,9		39,9
81	73	72	76	77	189	47,0	45,3	81	83	34,0	4,5	38,5
82	59	71	74	79	152	49,1	43,1	81	79	32,4	3,7	36,1
83	75	72	75	79	163	53,5		83		36,3		36,3

По высоте растений линии имеют заметные различия. Меньшим ростом обладали ЛЖ 82 и 54 (152–156 см), а наибольшим – ЛЖ 70 и 81 (181–189 см). Анализ наследования высоты растений показывает, что он с высокой вероятностью сохраняется в гибридах

Это хорошо заметно по линиям ЛЖ 82 и 81. В гибридных комбинациях с первой средняя высота растений составила 190 см, со второй – 215 см.

Но есть и удачное сочетание, когда две среднерослые линии ЛЖ 48 и 55 при скрещивании между собой обеспечивали сильный прирост растений в высоту. Наибольший выход зерна с початка (83–84 %) имели две однопочатковые линии – ЛЖ 83 и 54, а наименьший (79 % с верхнего и 75 % с нижнего) – линия ЛЖ 48, обеспечившая самую высокую урожайность зерна в нижнем ярусе – 9,7 ц/га и суммарный сбор у нее составил 40,3 ц/га. Только однопочатковая линия ЛЖ 55 показала более высокую зерновую продуктивность – 49,4 ц/га. Самый низкий показатель (33,5 ц/га) получен также у однопочатковой линии – ЛЖ 54. Можно заметить, что генетический признак высокой зерновой продуктивности линий ЛЖ 48 и 55 наследуется в создаваемых простых гибридах. Так, более 100 ц/га сухого вещества початков показали гибридные комбинации с участием линий ЛЖ 48\*55, 48\*81,

Таблица 2. Результаты контрольного испытания простых межли-нейных гибридов кукурузы в 2023 г.

Гибридная комбинация в скрещиваниях линий ЛЖ	Полевая всхожесть семян, %	Дней от всходов до цветения		Высота растений, см	Процент растений с двумя початками	Сбор сухого вещества, ц/га	В т.ч. початков
		ме-телок	по-чатков				
48*54	79	65	66	208	14	154	100,3
48*55	73	67	68	<b>228</b>	7	<b>175</b>	<b>103,1</b>
48*70	85	67	68	213	12	149	93,9
48*81	85	65	66	<b>222</b>	34	<b>171</b>	<b>104,4</b>
48*82	78	65	66	184	3	132	85,0
48*83	74	63	64	191	16	116	74,3
54*48	60	65	66	207	10	<b>176</b>	<b>113,3</b>
54*55	65	68	70	211	0	155	97,2
55*48	78	69	70	<b>219</b>	10	166	<b>101,2</b>
55*54	88	68	68	209	0	150	95,0
55*81	<b>90</b>	67	67	<b>226</b>	0	160	<b>101,1</b>
55*82	82	67	68	205	0	140	91,1
55*83	82	66	67	207	0	151	97,9
70*48	83	68	69	199	23	146	92,7
70*54	85	67	68	187	0	110	73,2
70*55	73	68	71	214	0	145	93,2
70*81	56	72	73	216	0	125	76,6
81*48	79	67	68	210	20	136	80,6
81*54	85	67	68	209	0	133	85,2
81*55	<b>93</b>	67	68	<b>229</b>	0	<b>172</b>	<b>106,0</b>
81*70	89	71	72	215	0	131	82,7
82*48	87	65	66	175	0	126	82,6
82*70	57	67	68	190	0	126	86,4
82*81	81	65	66	196	0	164	<b>102,7</b>
83*48	89	65	66	188	0	139	85,1
83*54	66	67	68	204	0	128	80,6
83*55	77	68	68	211	0	<b>172</b>	<b>107,7</b>
83*70	82	66	67	191	0	124	84,5
83*81	85	67	68	214	0	141	87,0
<b>Дарьян</b>	<b>92</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>203</b>	<b>4</b>	<b>168</b>	<b>101,1</b>

Сев 24 апреля, всходы 13 мая.

54\*48, 55\*48, 55\*81, 81\*55, 83\*55, а также контрольный гибрид Дарьян, отцовской формой у которого служит линия ЛЖ 48. Что касается наследования двухпочатковости, то только линия ЛЖ 48 в 83 %

случаев сохраняла этот признак в гибридах. Вместе с тем, данная линия является закрепителем стерильности, что делает более сложным семеноводство гибридов. Поэтому следующим этапом селекционной работы будет скрещивание линии ЛЖ 48 с линиями–восстановителями фертильности для использования в качестве отцовских форм при создании двойных межлинейных гибридов. Таким свойством обладают линии ЛЖ 54, 81 и 83.

### Заключение

1. Полевая всхожесть семян – генетически закрепленный признак устойчивости к холоду линий кукурузы, поскольку он наследуется и в гибридах: коэффициент корреляции между полевой всхожестью семян линий и гибридов, где в качестве материнской формы выступали эти же линии, составляет 0,77.

2. На рост гибридных растений линии оказывают довольно сильное влияние, что свидетельствует о важном значении данного показателя при создании исходного материала.

3. Высокая зерновая продуктивность двухпочатковой линии ЛЖ 48 и однопочатковой ЛЖ 55 с высокой вероятностью наследуется в создаваемых простых гибридах.

4. Признак двухпочатковости у линий кукурузы не всегда наследуется в гибридах. Из трех линий только одна ЛЖ 48 в 83 % случаев передавала его.

### Литература

1. Орлянский, Н. А. Корреляционные связи урожая зерна у кукурузы / Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская // Кукуруза и сорго. – 2019. – №3. – С. 3–12.
2. Козубенко, В. Е. Селекция кукурузы / В. Е. Козубенко. – Москва : Колос, 1965. – 206 с.
3. Хатефов, Э. Б. Селекционная ценность многопочатковой кукурузы с синхронным цветением початков / Э. Б. Хатефов, Р. А. Кудяев, Р. С. Кушхова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Вып. 179 (3). – С. 213–223.
4. Фесенко, И. В. Создание и изучение исходного материала для селекции кукурузы на двухпочатковость в условиях юга УССР: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / И. В. Фесенко. – Одесса, 1984. – 18 с.

## EVALUAREA DIVERSITĂȚII LINIILOR CONSANGVINIZTE DE PORUMB PROVENITE DIN DIFERITE SURSE DE GERMOPLASMĂ

*Gribincea Vladimir, doctor în științe agricole, CNCPS*

**Rezumat.** Cercetările s-au axat pe estimarea diversității a 12 linii consangvinizate din diferite grupe de germoplasmă, în scopul aprecierii similitudinilor/ diferențelor la nivel fenotipic și genetic, identificării unor modele heterotice performante și concretizării grupei de germoplasmă pentru unele dintre ele. Deosebirile fenotipice între linii au fost evidențiate prin calcularea indicelui de diferențiere fenotipică (*idf*), iar diversitatea genetică a fost estimată prin indicele de heterozis ( $H, \%$ ) și constantele CSC ( $\hat{s}_{ij}$ ) la producția de boabe.

Între liniile consangvinizate s-a observat un grad înalt sau mediu de diversitate fenotipică. Distanța minimală a fost atestată între liniile A654 și Co125 ( $idf=5,2$ ), iar cele mai accentuate diferențieri fenotipice au fost remarcate între linia timpurie indurată CM 7 și linia tardivă dentiformis B73 ( $idf=10,7$ ). Nivelul heterozisului în încrucișările neînrudite a atins valori considerabile (57,6 - 182,6%), fiind confirmată originea genealogică deosebită a liniilor studiate. Cea mai accentuată asemănare la nivel genotipic a fost remarcată între liniile A632 și MK390 ( $H=57,6 \%$ ). Un înalt grad de înrudire la nivelul interacțiunilor genice neaditive a fost atestat între liniile Co125 și P502 ( $\hat{s}_{ij} = -0,34$ ), și între liniile A632 și MK390 ( $\hat{s}_{ij} = -0,31$ ). În baza constantelor CSC au fost identificate un șir de modele heterotice utile la crearea hibridilor performanți de porumb.

Datele obținute au permis delimitarea, în setul de linii analizat, a următoarelor grupe de germoplasmă – Lacaune (linia F2), Lancaster (Mo17), Iodent (MK01), Reid (A632, A654, BC27D4, Co125, P502, MK390) și grupa Ottawa Flint (linia CM7). Datorită valorilor înalte ale indicilor de diversitate, liniile consangvinizate din grupa Reid, pot fi utilizate în calitate de indicatoare ale subgrupelor corespunzătoare de germoplasmă în clasificarea materialului inițial de ameliorare.

**Cuvinte cheie:** Diversitate genetică, Grupe de germoplasmă, Heterozis, Linii consangvinizate, Porumb

### Introducere

Diversitatea surselor de germoplasmă constituie materia primă a ameliorării care favorizează îmbunătățirea permanentă a performanțelor agronomice și diminuarea vulnerabilității plantelor la diferiți patogeni și dăunători [1].



Importanța germoplasmei a crescut esențial la începutul secolului XX datorită elaborării conceptului despre heterozis și utilizarea în practică a hibridilor dubli, obținuți prin încrucișarea liniilor consangvinizate, fiind stabilit că nivelul heterozisului depinde direct de diversitatea genetică a părinților [2].

La primele etape ale ameliorării contemporane a porumbului unica sursă de germoplasmă pentru crearea liniilor consangvinizate au fost soiurile cu polenizare liberă și populațiile locale [3]. O contribuție importantă în acest sens au manifestat soiurile Wilson Farm Reid, Reid Yellow Dent, Lancaster Sure Crops, Leaming, Golden King, Golden Glow, Hays Golden, Krug, Minnesota 13, Midland, Pride of Saline, Early Butler, Fulton Yellow Dent din care au fost selectate un șir de linii consangvinizate de primul ciclu de selecție [4]. Dintre soiurile europene s-au remarcat cele de tip indurata, inclusiv Lacaune, Bareilles, Estarvielle și Lizargarate [5]. În baza acestor soiuri, ulterior, au fost delimitate și constituite grupele de germoplasmă (grupe heterotice), care includ liniile consangvinizate cu originea comună. Recombinarea grupelor de germoplasmă în procesul creării sau îmbunătățirii liniilor consangvinizate, rezultă cu îngustarea germoplasmei porumbului [6], fapt ce conduce la realizarea unor performanțe modeste. Astfel, necesitatea evaluării ample a diversității germoplasmelor utile pentru ameliorare este de mare importanță, iar clasificarea corectă a liniilor consangvinizate în grupe heterotice este o condiție esențială pentru utilizarea eficientă a germoplasmei [7] și realizarea unor succese considerabile în ameliorarea porumbului.

În lucrarea de față, ne-am propus să estimăm diversitatea unor linii din grupele de germoplasmă actuale în ameliorarea porumbului, în scopul aprecierii similitudinilor, evidențierii nivelului maximal de distanțare fenotipică și genetică, identificării unor modele heterotice performante și concretizării grupei de germoplasmă pentru unele dintre ele.

Cercetările au fost orientate spre: i). estimarea distanței fenotipice dintre liniile neînrudite, ii). evaluarea indicelui de heterozis în încrucișări neînrudite, iii). evaluarea diversității liniilor la nivelul interacțiunilor genice neaditive.

### **Materiale și metode**

În studiu au fost incluse 12 linii consangvinizate de porumb de diferită origine, utilizate în lucrările de clasificare a materialului inițial ca indicatoare ale grupelor de germoplasmă corespunzătoare. Astfel, linia F2 din cultivarea indurata este creată din soiul francez Lacaune, iar linia indurata CM7 este de origine canadiană și reprezintă grupa de germoplasmă Ottawa flint/Mixed dent. Linia A654, realizată din hibridul A116 x WF9, reprezintă

germoplasma soiului Reid Yellow Dent, fiind asociată cu grupa WF 9 – Wilson Farm Reid. Din soiul Minnesota 13, extins în zonele de nord ale SUA, a fost creată linia W153R cu o pondere semnificativă în ameliorarea porumbului. Linia MK01 se încadrează în grupa heterotică Iodent, iar linia MK390 – în grupa BSSS-B37. Liniile A632 și B73 reprezintă grupa de germoplasmă BSSS, iar linia Mo17 este clasată în grupa Lancaster. Pedigreul liniilor timpurii CO125 și BC 27D4 nu este cunoscut, dar după unele date ele reprezintă germoplasma Dent Canadian. Originea liniei consangvinizate P502, utilizată în formula hibridului popular Pioneer 3978, nu este pe deplin elucidată. Liniile vizate se deosebesc și după precocitate, fiind clasate în grupele timpurie, mijlocie și tardivă. În vederea aprecierii diversității genetice, liniile au fost incluse în scheme de încrucișări dialele, fiind obținute 45 combinații hibride. Liniile consangvinizate și hibridii s-au cultivat pe parcele cu suprafețe de 10 metri pătrați, așezate după metoda blocurilor randomizate în trei repetiții, la densitatea de 50 mii plante la hectar. Producția de boabe a fost recalculată la 14 % umiditate. Liniile au fost evaluate din punct de vedere a 28 de caractere cantitative și calitative ale plantei și știuletelui. Măsurările biometrice s-au efectuat la 20 de plante din fiecare mostră. Evaluarea caracterelor descriptive a fost realizată conform ghidului TG/2/7 al UPOV [8], care cuprinde valori de la 1 până la 9, prin 1 fiind notată valoarea minimală a manifestării caracterului, iar cu 9 - cea maximală. Rezultatele experimentale au fost analizate prin analiza dublă a varianței cu calcularea diferenței limite după Dospiehov B.A. [9].

Diversitatea fenotipică (morfologică) a fost exprimată prin indicele de diferențiere fenotipică (*idf*), calculat în baza totalității caracterelor cantitative și calitative conform formulei propuse de Herbert Y. și Vincourt P. [10]. Diversitatea genetică a fost apreciată prin gradul de exprimare a heterozisului față de media părinților, conform formulei propuse de Hallauer și Miranda [11] și prin calcularea constantelor CSC în schemă dialelă conform metodei 2 ( $p(p+1)/2$ ) propusă de Griffing [12]. Heterozisul mai mare de 25% a fost considerat semnificativ și a servit drept criteriu de distanțare genotipică între linii, iar heterozisul mai mic de 25% - criteriu de afinitate genotipică.

Toate calculele, inclusiv determinarea distanței fenotipice pe baza caracterelor cantitative, a efectelor CCS, s-au efectuat computerizat, folosind programe de calcul speciale.

### **Rezultatele obținute**

Gradul de deosebire dintre liniile consangvinizate la nivel fenotipic a fost apreciat prin utilizarea indicelui de diferențiere fenotipică, calculat în

baza valorilor medii a 28 de caractere cantitative și calitative. Rezultatele se prezintă în tabelul 1. Acest parametru a variat între 5,2 și 10,7, valoarea medie fiind egală cu 7,4. Distanța minimală a fost atestată între liniile A654 și Co125, iar cele mai accentuate diferențieri fenotipice au fost remarcate între linia timpurie CM 7 și linia tardivă B73. Un indice de diferențiere mai redus, ce indică la prezența unor relații fenotipice mai apropiate, a fost remarcat între linia W153R și liniile MK390 ( $idf=5,3$ ) și MK01 ( $idf=5,4$ ); între linia Co125 și liniile F2 ( $idf=5,7$ ), P502 ( $idf=5,6$ ), și BC27D4 ( $idf=5,7$ ); între linia MK01 și linia A632 ( $idf=5,9$ ).

Deosebiri accentuate, exprimate prin valori ridicate ale indicilor de diferențiere fenotipică ( $idf=7,1-9,3$ ), au fost scoase în evidență la linia W153R față de liniile Mo17, CM7 și B73; la linia A654 față de liniile CM7, Mo17, MK390, A632 și B73; la linia Co125 compartiv cu liniile CM7, MK390, Mo17 și B73; la linia BC27D4 în raport cu liniile P502, CM7, A632, Mo17 și B73; la linia F2 în raport cu MK390, Mo17, A632 și B73; la linia Mo17 față de linia CM7 și P502; la linia MK01 comparativ cu CM7, P502 și B73 .

Tabelul 1.Indicii de diferențiere fenotipică ( $idf$ ) dintre liniile din diferite grupe de germoplasmă.

Cifrul liniilor	Linii timpurii				Linii mijlocii				Linii tardive			
	CM7	F2	BC27 D4	CO 125	W 153	A654	P502	MK 01	MK 390	A 632	MO 17	B73
CM7	0,0	7,9	7,2	7,5	8,4	7,5	8,3	7,7	9,2	9,8	9,2	10,7
F2		0,0	6,0	5,7	6,9	6,0	6,7	7,4	8,1	8,9	8,7	9,3
BC27D			0,0	5,7	7,4	6,3	7,3	6,8	7,2	8,0	8,1	9,1
CO125				0,0	6,9	5,2	5,6	7,1	7,9	7,4	8,0	7,9
W153R					0,0	6,6	7,7	5,4	5,3	6,9	8,1	8,9
A654						0,0	5,6	6,8	7,0	7,9	7,5	8,6
P502							0,0	7,2	8,8	7,7	8,3	9,1
MK01								0,0	6,0	5,9	6,9	7,6
MK390									0,0	6,2	5,8	7,4
A632										0,0	6,0	6,9
MO17											0,0	6,8

Din datele prezentate mai sus mai proeminente par a fi distanțele fenotipice stabilite între liniile deosebite sub aspectul precocității. Cele mai ridicate valori ale indicelui de diferențiere fenotipică au fost atestate între liniile timpurii și cele tardive, indicele de diferențiere fenotipică purtând valori de la 7,2 până la 10,7, media fiind egală cu 8,6. Particularități fenotipice mai apro-

piate au fost sesizate între liniile de precocitate medie și cele tardive, indicele de diferențiere fenotipică variînd de la 5,3 până la 9,2, cu media de 7,4, cât și între liniile medii și cele timpurii cu valori ale indicelui de diferențiere fenotipică de la 5,2 până la 8,5, valoarea medie fiind egală cu 7,0. O diversitate fenotipică mai redusă a fost evidențiată pentru liniile din aceeași grupă de precocitate. Astfel, în grupa liniilor timpurii indicele de diferențiere a variat de la 5,6 până la 7,8, media fiind egală cu 6,6, în grupa tardivă – de la 5,9 până la 7,9, cu valoarea medie 6,9, iar în grupa de linii mijlocii - între 5,4 și 6,7, media fiind de 6,2. Amplitudinea mare de variabilitate a indicelui de diferențiere fenotipică în grupele timpurie și tardivă denotă, că în cadrul acestor grupe sunt prezente mostre fenotipic distincte. În acest sens, se remarcă linia timpurie indurata CM7 și linia tardivă dentiformis B73, caracterizate cu fenotipuri deosebite de celelalte mostre din grupele respective de precocitate.

Diversitatea genetică a liniilor consangvinizate indicatoare de germoplasma distinctă a fost exprimată prin indicele heterozisului reproductiv obținut la încrucișarea dialelă a liniilor vizate și prin constantele capacității specifice de combinare în formule hibride concrete, care au permis aprecierea gradului de deosebire dintre linii la nivelul interacțiunilor genice neaditive. Pentru atingerea acestui scop a fost determinată producția de boabe la 45 de hibrizi dialeli și la formele parentale ale acestora, rezultatele fiind prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Producția de boabe (t/ha) și indicele de heterozis (H, %) la hibridii dialeli creați cu linii de diferită origine, media 3 ani

Cifra liniilor	Linii timpurii				Linii mijlocii			Linii tardive			Indicele heterozis, %, media
	F2	CM7	BC27D4	CO125	A654	P502	MK01	MK390	A632	MO17	
F2	<b>1,67</b>	182,6	118,8	116,2	178,6	149,1	144,3	165,1	106,1	135,3	144,0
CM7	4,38	<b>1,43</b>	136,9	90,4	151,0	162,0	117,8	138,4	105,6	148,1	137,0
BC27D4	4,77	4,80	<b>2,69</b>	80,1	121,8	119,9	108,0	123,7	86,5	131,3	114,1
CO125	4,95	4,15	5,06	<b>2,92</b>	115,3	62,0	90,0	78,2	79,8	99,0	90,1
A654	5,74	4,87	5,70	5,77	<b>2,44</b>	139,2	143,5	114,6	92,6	146,9	133,7
P502	5,58	5,58	6,07	4,65	6,29	<b>2,82</b>	101,0	114,7	79,5	113,7	115,7
MK01	5,79	4,90	5,99	5,68	6,72	5,93	<b>3,07</b>	112,4	74,9	106,6	110,9
MK390	6,23	5,34	6,42	5,31	5,88	6,29	6,50	<b>3,05</b>	57,6	105,0	112,2
A632	5,05	4,79	5,52	5,52	5,45	5,42	5,51	4,95	<b>3,22</b>	89,7	85,8
MO17	5,86	5,88	6,94	6,19	7,11	6,56	6,59	6,52	6,21	<b>3,31</b>	<b>119,5</b>
Media, q/ha	5,37	4,98	5,71	5,25	5,95	5,82	5,96	5,94	5,38	6,43	<b>5,38/116,3</b>

Nota : \* – deasupra diagonalei se prezintă indicele de heterozis, sub diagonal – producția de boabe a hibridilor și pe diagonal - producția de boabe pentru liniile consangvinizate .

În setul de hibridi dialeli producția de boabe a variat de la 4,15 (Co125 x CM7) până la 7,11 t/ha (A654 x Mo17), cu o valoare medie de 5,38 t/ha. Cei mai productivi au fost hibridii realizați după formulele *linie tardivă x linie tardivă* și *linie mijlocie x linie mijlocie*, respectiv, cu valori medii de 6,42 t/ha și 6,35 t/ha, fiind urmați de combinațiile hibride dintre liniile mijlocii și tardive cu o medie de 6,07 t/ha. Cel mai redus nivel de productivitate a fost atestat la hibridii creați numai în baza liniilor din grupa maturitate timpurie, pentru ei producția medie fiind de 4,70 t/ha. Putem menționa, că cele mai productive au fost combinațiile hibride, create cu participarea liniei tardive Mo17, media acestora fiind de 6,43 t/ha, iar cele mai reduse producții de boabe au fost atestate la hibridii în formulele cărora se regăsește linia timpurie CM7, cu media de 4,98 t/ha pentru 9 combinații hibride.

Analiza datelor, privind manifestarea heterozisului la hibridarea liniilor consangvinizate de diferită origine, a scos în evidență valoarea pozitivă a acestui indice pentru toți hibridii studiați, fiind atestată o variabilitate cuprinsă între 57,6 și 182,6%, media fiind de 116,3% (tab.2). Menționăm, că exprimarea diversității genetice în baza indicelui de heterozis se bazează pe relațiile corelative pozitive dintre gradul de distanțare a liniilor consangvinizate și capacitatea de producție / nivelul heterozisului în hibridi. Indicele de heterozis ( $H, \%$ ) a atins valori considerabile, atât la hibridii obținuți în baza liniilor din cadrul fiecărei grupe de precocitate, cât și la cei realizați cu linii consangvinizate distincte sub aspectul precocității. Aceste date demonstrează, că liniile consangvinizate, studiate în această experiență, sunt genotipic foarte diversificate, fiind confirmată originea lor genealogică deosebită. Valorile mai reduse ale gradului de heterozis, manifestat la unele încrucișări, indică la prezența unor relații de înrudire între liniile consangvinizate ca forme parentale ale acestor hibridi. Astfel, cea mai accentuată asemănare la nivel genotipic a fost remarcată între liniile A632 și MK390, la hibridarea lor fiind atestat un heterozis redus egal cu 57,6%. Prin urmare, putem conchide, că linia MK390 face parte din grupa de germoplasmă BSSS. De asemenea, față de linia A632 par a fi mai apropiate genotipic și liniile MK01 ( $h=74,9\%$ ), P502 ( $h=79,5\%$ ), Co125 ( $h=79,8\%$ ) și BC27D4 ( $h=86,5\%$ ). La fel, o similaritate pronunțată la nivel genotipic a fost sesizată între linia Co125 și liniile P502 ( $h=62,0\%$ ), MK390 ( $h=78,2\%$ ) și BC27D4 ( $h=80,1\%$ ). Un nivel înalt al heterozisului reproductiv atestat în toate încrucișările obținute cu liniile F2, CM7 și Mo17 relevă un înalt grad de deosebire a acestora de restul genotipurilor utilizate în studiu, fapt ce confirmă apartenența lor la surse distincte de germoplasmă. Gradul de manifestare a heterozisului a fost influențat și de

producția de boabe a liniilor consangvinizate constituente, considerată de Duvick D.N. [13] ca câștig la capacitatea de producție a hibridilor, care a variat de la 1,43 până la 3,31 t/ha.

În continuarea cercetărilor a fost evaluată diversitatea genetică la nivelul interacțiunilor genice neaditive, determinată de efectele capacității specifice de combinare a liniilor într-un sistem dialel de încrucișări, rezultatele fiind prezentate în tabelul 3. Semnul și mărimea valorilor efectelor  $\hat{s}_{ij}$  constituie măsura distanțării genetice sau gradul de înrudire dintre liniile analizate. Constantele CSC care depășesc valoarea diferenței limite ( $DL_{05}$ ) sunt considerate semnificative și indică o deosebire genetică accentuată între liniile consangvinizate, iar valorile mai reduse decât DL sunt dovadă înrudirii între genotipuri. Rezultatele obținute atestă un înalt grad de înrudire la nivelul interacțiunilor genice neaditive, confirmat de valorile negative ale constantelor  $\hat{s}_{ij}$ , între liniile Co125 și P502 ( $\hat{s}_{ij} = -0,34$ ), și între liniile A632 și MK390 ( $\hat{s}_{ij} = -0,31$ ). Un anumit grad de rudenie, demonstrat de efectele  $\hat{s}_{ij}$  pozitive, dar nesemnificative (0,01-0,31t/ha), a fost sesizat între linia A632 și liniile P502 și A654; între liniile MK390 și Co125; între linia Co125 și liniile CM7 și BC27D4; între liniile A654 și CM7, dar și între liniile F2 și BC27D4.

Tabelul 3. Evaluarea diversității genetice a liniilor consangvinizate de diferită origine în baza efectelor capacității specifice de combinare ( $\hat{s}_{ij}$ ) în încrucișări dialele, media 3 ani

Linile	Efectele $\hat{s}_{ij}$ , t/ha								
	CM7	BC27 D4	A654	CO 125	P502	MK 01	MK 390	A632	MO17
F2	0,38	0,01	0,84	0,49	0,71	0,78	1,24	0,45	0,45
CM7		0,46	0,31	0,03	1,05	0,23	0,68	0,52	0,81
BC27D 4			0,38	0,18	0,78	0,56	1,01	0,50	1,11
A654				0,75	0,86	1,15	0,33	0,29	1,14
CO125					-0,34	0,55	0,20	0,80	0,66
P502						0,39	0,77	0,29	0,63
MK01							0,83	0,23	0,51
MK390								-0,31	0,46
A632									0,54

Valori semnificative și distinct semnificative ale constantelor  $\hat{s}_{ij}$ , la  $DL_{05} = 0,33$  t/ha, au fost remarcate la toți hibridii care au avut ca părinte comun linia Mo17, fiind confirmată, o dată în plus, distanțarea considerabilă a acestei linii de celelalte genotipuri și apartenența ei la o grupă de germo-

plasmă aparte. Față de linia Mo 17, cele mai distanțate la nivelul interacțiunilor genice neaditive, s-au dovedit a fi liniile A654 ( $\hat{s}_{ij}= 1,14$ ), BC27D4 ( $\hat{s}_{ij}= 1,11$ ), CM7 ( $\hat{s}_{ij}= 0,81$ ), urmate de Co125 ( $\hat{s}_{ij}= 0,66$ ), P502 ( $\hat{s}_{ij}= 0,63$ ), A632 ( $\hat{s}_{ij}=0,54$ ), MK01 ( $\hat{s}_{ij}= 0,51$ ), MK390 ( $\hat{s}_{ij}= 0,46$ ) și F2 cu  $\hat{s}_{ij}= 0,45$ . Din cele nouă combinații hibride realizate cu aportul liniei consangvinizate F2, 8 variante (88,9%) au demonstrat efecte genice neaditive semnificative, fiind scoasă în evidență natura genetică dosebită a acestei linii față de celelalte genotipuri, în special vizavi de liniile din convarietatea dentiformis MK390 ( $\hat{s}_{ij}=1,24$ ), A654 ( $\hat{s}_{ij}=0,84$ ), MK01 ( $\hat{s}_{ij}=0,78$ ) și P502 ( $\hat{s}_{ij}=0,71$ ). Prin urmare, linia F2, la fel, reprezintă o grupă distinctă de germoplasmă.

O diversitate genetică pronunțată, caracterizată de valorile ridicate ale efectelor genice neaditive, a mai fost evidențiată între următoarele linii consangvinizate:

- față de A632 apar diferențiate liniile Co125 ( $\hat{s}_{ij}=0,80$ ), CM7 ( $\hat{s}_{ij}=0,52$ ) și BC27D4 ( $\hat{s}_{ij}=0,50$ );
- față de MK390 sunt divergente liniile BC27D4 ( $\hat{s}_{ij}=1,01$ ), MK01 ( $\hat{s}_{ij}=0,83$ ) și P502 ( $\hat{s}_{ij}=0,77$ );
- față de MK01 cele mai deosebite sunt liniile A654 ( $\hat{s}_{ij}=1,15$ ) și Co125 ( $\hat{s}_{ij}=0,55$ );
- față de linia P502 sunt distanțate liniile CM7 ( $\hat{s}_{ij}=1,05$ ), A654 ( $\hat{s}_{ij}=0,86$ ) și BC27D4 ( $\hat{s}_{ij}=0,78$ );
- față de Co125 pare diferențiată linia A654 ( $\hat{s}_{ij}=0,75$ ). Prin urmare, combinațiile hibride, menționate mai sus, pot servi drept modele heterotice în lucrările de creare a hibridilor performanți de porumb.

Generalizarea datelor prezentate mai sus, ne-a permis să facem o analiză mai complexă a diversității liniilor consangvinizate evaluate în acest studiu. Pentru cele 3 metode de estimare și fiecare linie în parte a fost calculată cota genotipurilor cu deosebiri proeminente, rezultatele fiind prezentate în tabelul 4.

Informația cumulată a metodelor de evaluare a diversității, relevă, că cele mai distincte sub aspect fenotipic și genetic sunt liniile consangvinizate Mo17, F2 și CM7, care se deosebesc esențial de celelalte genotipuri prin gradul mediu de diversitate mai mare de 85,2 %. Prin urmare, aceste linii reprezintă grupe distincte de germoplasmă, fiind delimitate de celelalte. Gradul mediu mai redus de diversitate (55,6-81,5%) atestat pentru 7 linii, indică un anumit grad de afinitate cu alte genotipuri, determinat de originea lor complexă, ca efect al procesului de recombinare a factorilor ereditari din diferite germoplasme.

Tabelul 4. Rezultate generalizate privind evaluarea diversității fenotipice și genetice a liniilor consangvinizate de diferită origine

Linii evaluate	Metode de evaluare							
	CSC		H,%		idf		Media	
	nr. linii deosebite	în %	nr. linii deosebite	în %	nr. linii deosebite	în %	nr. linii deosebite	în %
F2	8	88,9	9	100,0	8	88,9	8	92,6
CM7	6	66,7	9	100,0	8	88,9	8	85,2
BC27D4	7	77,8	7	77,8	6	66,7	7	74,1
A654	6	66,7	6	66,7	5	55,6	6	63,0
Co125	5	55,6	5	55,6	5	55,6	5	55,6
P502	7	77,8	7	77,8	7	77,8	7	77,8
MK01	7	77,8	8	88,9	7	77,8	7	81,5
MK390	6	66,7	7	77,8	7	77,8	7	74,1
A632	5	55,6	4	44,4	6	66,7	5	55,6
Mo17	9	100,0	9	100,0	9	100,0	9	100,0

Rezultatele obținute în setul evaluat de linii consangvinizate, după părerea noastră, permit delimitarea următoarelor grupe de germoplasmă – Lacaune (linia F2), Lancaster (Mo17), Iodent (MK01), Reid (A632, A654, BC27D4, Co125, P502, MK390) și grupa Ottawa Flint (linia CM7). Datorită valorilor preponderent înalte ale indicilor de diversitate, liniile consangvinizate din grupa Reid, pot fi utilizate în calitate de indicatoare ale subgrupelor corespunzătoare de germoplasmă în clasificarea materialului inițial de ameliorare.

### Concluzii

1. Variabilitatea largă a indicilor de diversitate fenotipică și genetică, atestată între liniile consangvinizate studiate, confirmă originea lor diferită. S-a constatat, că cele mai deosebite fenotipic și genetic sunt liniile consangvinizate Mo17, F2 și CM 7, care aparțin unor grupe distincte de germoplasmă.

2. În urma rezultatelor obținute în setul evaluat de linii s-au delimitat următoarele grupe de germoplasmă: Lacaune cu linia F2, Lancaster cu linia Mo17, Iodent cu MK01, Ottawa Flint cu linia CM7 și grupa Reid în care au fost incluse liniile A632, A654, BC27D4, Co125, P502, MK390. Datorită valorilor înalte ale indicilor de diversitate, liniile consangvinizate din grupa Reid pot fi utilizate în calitate de linii indicatoare ale subgrupelor corespunzătoare de germoplasmă.



## Bibliografie

1. ORMAN, B.A. Use of biochemical gene markers for measuring maize genetic diversity. In: SYMMIT. *Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceeding of the global maize germplasm workshop*. Mexico, D.F, 1988 , pp.118-125. ISBN: 968-6127-4-5.
2. HALLAUER, A.R., RUSSELL, W.A., LAMKEY, K.R. Corn Breeding. În: SPRAGUE, G. F., DUDLEY, J.W. eds. a. Third edition. Madison, Wisconsin, USA. 1988, pp.463-564. ISBN: 0-89118-099-0.
3. HALLAUER, A.R., CARENA, M.J. Maize breeding. În: CARENA, M.J. (ed) *Handbook of plant breeding. Cereals*. Springer Science, LLC, 2009, pp. 3-99. ISBN: 978-0-387-72294-8.
4. HENDERSON, C.B. Inbreds, breeding stocks, maize investigations and academic research personnel. Illinois Foundation Seeds Inc, Champaign/IL, 1984.
5. ДОМАШНЕВ, П.П., ДЗЮБЕЦКИЙ, Б.В., КОСТЮЧЕНКО, В.И. *Селекция кукурузы*. Москва: Агропромиздат, 1992, 204 с. ISBN:56-10-002674.
6. SMITH, J.S.C, DUVIK, D.N., SMITH, O.S., GNUST, A., WALL, S.J., Effect of hybrid breeding on genetic diversity in maize. În: COORS, J.G., PANDEY, S (eds), *The genetics and exploitation of heterosis in crops*. Madison, Wisconsin, 1999, pp.119-126. ISBN:0-89118-549-6.
7. EJIGU, Y.G., TONGOONA, P.B., IFIE, B.E. Classification of selected white tropical maize inbred lines into heterotic groups using yield combining ability effects. In: *African Journal of Agricultural Research*. 2017, vol. 12, no. 19, pp. 1674-1677. ISSN 1991-637X
8. UPOV (2009). *Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: maize, TG/2/7*, Geneva, Switzerland
9. ДОСПЕХОВ Б.А. (1985). *Методика полевого опыта*. Москва, 351с
10. GRIFFING, B.(1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. In: *Australian Journal of Biological Science*, vol.9, p.463-493.
11. HALLUER, A.R., MIRANDA, J. B. (1981). *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State Univ. Press, Ames, 486 pp.
12. HERBERT Y., VINCOURT P. (1985). *Mesures de la divergence genetique. Distance calcules sur des criteres biometriques. Estimation et applications INRA. Station d'Amelioration des Plantes Fourrageres Lusignan*
13. DUVICK, D.N. Heterosis: Feeding people and protecting natural resources. In: COORS, J.G., PANDEY, S. (eds). *Genetics and exploitation of heterosis in crops*. Madison, Wisconsin, USA, 1999, pp.19-29.

**UTILIZAREA GERMOPLASMEI DENTIFORMIS A GRUPELOR  
HETEROTICE IODENT;BSSS-B37 și LANCASTER ÎN AMELIORA-  
REA PORUMBULUI TIMPURIU**

*Musteața Simion, doctor habilitat, profesor cercetător, Alexei Spînu, Valentina Spînu, Ruslana Donici, cercetători științifici, CNCPS*

**Abstract.** The improvement of Northern American Dent maize from germplasm groups Iodent, BSSS-B37 and Lancaster is presented in this article. Selfing in recombinant populations of two-parent hybrids A x B – 24.2%, related crosses A x A<sub>1</sub> – 56.4% and backcrosses BC<sub>1</sub> – 19.4% are the main types of start breeding material at present. For the last 4 years inbred lines from operational collection involved 48,5 % of Iodent germplasm, 14.5% of BSSS-B37 heterotic group and 7.9% of Lancaster germplasm. The heterotic patterns Iodent x Euroflint and Iodent x BSSS-B37 are the most use full crossing variants for development of hybrids FAO160-220 for northern areas.

**Key words.** Early maize, Germplasm , Hybrids, Heterotic patterns, Initial material, Inbred lines.

### **Introducere**

Eficiența procesului de creare a liniilor consangvinizate de porumb în mare măsură este determinată de valoarea ameliorativă a genitorilor incluși în materialul inițial. Practica selecției cumulative a constatat că liniile noi cu performanțe superioare pot fi obținute în baza celor mai bune linii, evidențiate în literatura de specialitate ca „linii elită” [1,2,3]. Cercetătorii din SUA chiar la începutul ameliorării moderne a porumbului au sesizat importanța menținerii diversității genetice a liniilor extrase din diferite soiuri, care asigură în încrucișări performanțe agronomice [2,4]. Ulterior liniile consangvinizate s-au sistematizat în baza pedigreului în grupe de germoplasmă și au fost identificate formulele de încrucișări heterotice ale acestora, definite ca modele heterotice. Practica ameliorării porumbului a înregistrat 32 variante a modelelor heterotice exploatate în programele de creare a hibridilor, inclusiv 9 pentru grupa de maturitate timpurie [1]. O sinteză mai amplă a evoluției germoplasmei porumbului timpuriu cultivat în Europa de Vest a fost publicată de către Barriere Y. și colaboratorii [5]. Autorii constată importanța liniilor Iodent care au fost precocizate și constituie o sursă de bază în ameliorarea porumbului timpuriu și semitimpuriu. Analiza pedigreului a 685 linii consangvinizate de porumb brevetate în SUA a

stabilit predominarea grupelor heterotice BSSS, Lancaster și Iodent la crearea acestora [6]. Menționăm că clasificarea genofondului de linii consangvinizate în grupe de germoplasmă sau heterotice a facilitat sintetizarea dirijată a materialului inițial, excluzând amestecarea germoplasmei. Prezentul articol are ca scop analiza rezultatelor obținute la crearea liniilor consangvinizate cu germoplasma porumbului dentat din grupele heterotice alternative Iodent, BSSS-B37 și Lancaster incluse în clusterul Northern American Dent.

### **Material și metode**

La crearea liniilor consangvinizate s-a folosit metoda pedigreeului, asociată cu selecția fenotipică în cadrul descendențelor  $S_1$ - $S_2$  și între descendențele următoarelor generații de inbrding până la atingerea unui grad ridicat de uniformitate, stabilitate și distinctivitate. În calitate de material inițial au fost utilizate încrucișările între liniile elită tardive ca donatori de gene favorabile și linii timpurii cu origine din grupele de germoplasmă respective. Din cadrul populațiilor segregante  $F_2$  ( $S_0$ ) pentru autopolenizări s-au selectat plantele cu caractere fenotipice specifice genitorului tardiv și apariția stigmatelor mai timpurie. În dependență de tipul materialului inițial populațiile recombinante au fost semănate cu 250-1250 plante pentru asigurarea frecvenței sporite a genotipurilor timpurii. Testarea preliminară a capacității generale de combinare (CGC) s-a efectuat la familiile generațiilor  $S_5$ - $S_6$  în încrucișări sistemice de tip topcross, folosindu-se 4-8 testeri din grupele heterotice alternative. Liniile experimentale evidențiate după valorile efectelor CGC s-au transferat în colecția operațională pentru definitivarea omogenizării, aprecierii reacției la androsterilitate citoplasmatică, multiplicare și folosire la sintetizarea combinațiilor hibride. Aprecierile anuale ale capacității de producție în combinații hibride s-au folosit la excluderea sau menținerea liniilor noi în colecția operațională. La crearea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului se folosește metoda încrucișărilor regresive (backcross), urmată de încrucișări de control și selectarea descendențelor corespunzătoare.

### **Rezultate și discuții.**

În procesul de creare a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu au fost utilizate 8 tipuri de material inițial, care pe parcursul anilor 1981-2024 au înregistrat schimbări esențiale pe măsura acumulării informației referitoare la eficiența acestora. La prima etapă de ameliorare predominau hibridii comerciali ai firmelor străine cu pedigree necunoscut – 32,2%, hibridii

cu 3-4 linii – 30,5% și hibridii simpli – 25,6%, iar soiurile locale, populațiile sintetice au totalizat 11,7% (tabelul 1).

Tabelul 1. Tipurile populațiilor recombinante ca material inițial la crearea liniilor consangvinizate (în %).

Nr. d/o.	Tipurile	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2020	2021 - 2024
1.	Hibridi comerciali ai firmelor străine	32,2	9,6	2,8	0,9	-
2.	Hibridi cu 3-4 linii	30,5	18,4	-	-	-
3.	Hibridi simpli A x B	25,6	47,0	45,7	27,4	24,2
4.	Populații sintetice cu baza genetică largă	3,6	0,6	-	-	-
5.	Populații sintetice cu linii înrudite	2,9	1,6	-	-	-
6.	Încrucișări înrudite A x A <sub>1</sub>	-	18,8	39,0	57,5	56,4
7.	Încrucișări backcrossate BC <sub>1</sub>	-	4,0	12,5	14,2	19,4
8.	Soiuri locale	5,2	-	-	-	-

Testarea capacității generale de combinare a descendențelor cu origine din hibridii comerciali, în special a celor de tip dent x flint a firmelor din Europa de Vest, a constatat anumite limitări la folosirea acestora în combinații hibride. Cu performanțe agronomice superioare s-au evidențiat liniile cu bob dentat MKP33, MKP35 și MKP42 extrase respectiv din hibridii P3968, P3995 și X4758 ai firmei Pioneer. Menționăm că aceste linii au fost folosite ca forme materne în componența primilor hibridi omologați Bemo 181 și Bemo 182, iar MKP42 se menține până în prezent în hibridul comercial Porumbeni 176MRf. Mai puțin valoroase s-au dovedit a fi liniile cu origine din soiurile locale și hibridi cu 3-4 linii din colecția mondială de circulație liberă în perioada respectivă. Populațiile sintetice cu bază genetică largă, caracterizate cu plante heterogene, au fost îmbunătățite în 2-3 cicluri de selecție fenotipică recurentă după precocitate, rezistență la frângere a tulpinei, productivitate și umiditate scăzută a boabelor. Din cadrul acestui tip de material inițial o anumită valoare ameliorativă au avut liniile experimentale din populația sintetică MKP33, incluse ulterior în componența primelor linii comerciale cu germoplasmă Iodent. Populația sintetică 573/90 cu linii înrudite din Dent Canadian a generat liniile MKP57 și MKP58 cu utilizare restrânsă în hibridi omologați. Anumite rezultate practice au fost înregistrate cu sursele de material inițial sub formă de hibridi simpli A x B a grupei de germoplasmă Dent Canadian, fiind create liniile MKP36, MKP38, 1866/82 și MKP41. În ultimul deceniu al secolului trecut esențial s-a majorat ponderea hibridilor simpli ca material inițial cu o medie de 47% și o variație pe ani în intervalul 41,7-52,8 %, realizați în încrucișări cu forme parentale din diferite grupe de maturitate. Începând cu

anul 2001 la sintetizarea materialului inițial preferințe s-au acordat hibrizilor simpli, încrucișărilor înrudite  $A \times A_1$  și backcrossate  $BC_1$  cu o uniformitate, omogenitate fenotipică mai ridicată și o cotă redusă a hibrizilor comerciali a firmei Pioneer cu caractere distincte. Menționăm că încrucișările înrudite și backcrossate sunt mai frecvent folosite ca material inițial în grupele de germoplasmă Iodent, BSSS-B37 și Lancaster iar hibrizii simpli în grupa heterotică Euroflint. Cercetările au sesizat faptul că sursele respective oferă posibilități de uniformizare fenotipică a descendențelor cu 1-2 generații de consangvinizare mai devreme comparativ cu hibrizii compuși și populațiile sintetice ca materialul inițial.

Analiza retrospectivă a pedigreului liniilor consangvinizate din colecția operațională a laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice în perioada 1981-2020 a constatat utilizarea a 21 grupe și subgrupe de germoplasmă [7]. La etapa actuală performanțe agronomice la crearea hibrizilor prezintă grupele heterotice alternative Euroflint mixt, Iodent, BSSS-B37 și Lancaster (tabelul 2). În anii 2011-2020 în pedigreul liniilor consangvinizate noi practic nu s-a inclus germoplasma Dent American Nord, reprezentată de grupele heterotice Minnesota 13, Northwestern Dent, Reid Wilson, BSSS-B14 și subgrupele Co72-75, Co125, CG12 din Dent Canadian, nominalizate în tabel ca alte grupe.

Tabelul 2. Cota germoplasmei (%) de porumb în pedigreul liniilor consangvinizate timpurii din colecția operațională.

Grupele de germoplasmă	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2020	2021	2022	2023	2024
Euroflint mixt	23,8	29,0	30,3	28,6	28,9	31,4	22,2	18,6
Iodent	2,8	6,1	20,5	33,3	41,2	44,3	54,2	54,3
BSSS-B37	1,9	4,0	8,2	9,5	15,5	12,9	12,5	16,9
Lancaster	5,7	10,3	11,5	18,3	9,3	7,1	8,3	6,8
Alte grupe	40,9	28,1	11,5	2,4	3,0	1,4	-	-
Hibrizi comerciali (Dent mixt)	24,9	22,5	18,0	7,9	2,1	2,9	2,8	3,4

Un progres genetic semnificativ s-a realizat în cadrul grupei heterotice Iodent cu o pondere de circa 54% a liniilor din ultimii doi ani. La ameliorarea germoplasmei respective un rol important au avut liniile firmei Pioneer P101 și P343, recombinate inițial în populația sintetică MKP33. Rezultate practice la crearea descendențelor timpurii cu capacitate înaltă de combinare au înregistrat liniile elită MK01, AS587/02, DK 437 și DK207 din grupa de maturitate semitardivă. Donatorii semitimpurii D29 și KOS434 cu 50% a genotipului în material inițial au generat diferite deriva-

te înzestrate cu capacitatea pierderii rapide a apei din boabe după maturitatea fiziologică. Baza genetică a grupei BSSS-B37 la etapa inițială a constituit-o liniile semitardive MK390, P374, DK507 și ulterior donatorii semitimpurii MK271, D29 cu concursul cărora s-au creat descendențe cu capacitate generală de combinare înaltă după producția de boabe și umiditate scăzută în boabe la recoltare. Un neajuns al materialului de selecție din grupa respectivă constă în frecvența înaltă a plantelor cu carențe a conținutului de clorofilă în frunze, exprimată prin colorația verde-deschisă. Plantele etiolate cu dereglări fiziologice posedă ritm slab de creștere și dezvoltare, formând știuleți nedezvoltați chiar și în condiții de mediu favorabile. Rebutarea descendențelor cu plante etiolate până la polenizări au redus semnificativ cota selectărilor, evidențiându-se familii normale preponderent din încrucișări backcrossate BC<sub>1</sub>. Includerea donatorului SB 016/12 cu un grad de rudenie mai îndepărtat a rezultat cu o majorare a cotei liniilor BSSS-B37 în colecția operațională de la 9,5% în 2011-2020 până la 12,5-16,9 % în ultimii 4 ani. Germoplasma BSSS-B37 manifestă o toleranță mai înaltă la pătarea cenușie a frunzelor – *Helminthosporium turcicum* dar manifestă sensibilitate la atacul de tăciune comun – *Ustilago maydis*. Grupa de germoplasmă Lancaster are ca progenitori liniile elită tardive Mo17, AS3070MRf, MK267MRf și OH43. Menționăm că linia OH43 se deosebește de subgrupa C103 prin absența colorației antocianice la antere, stigmate și rahis. În calitate de donatori de precocitate s-au folosit liniile autohtone cu origine din progenitorul CG12 din grupa Dent Canadian. Ulterior la precocizarea germoplasmei Lancaster au fost introduse liniile timpurii MKP55 și MKP56, utilizate în forma maternă a hibridului trilinear Porumbeni 270CRf omologat în R. Belarus. Ameliorarea grupei de germoplasmă Lancaster prezintă un proces mai dificil ca urmare a sensibilității relativ pronunțate la stresurile termice și hidrice, a capacității de menținere a apei în boabe după maturitatea fiziologică și frecvenței sporite a plantelor atacate de tăciunele prăfos – *Sorosporium reilianum*. Condițiile climaterice nefavorabile ale anilor 2020 și 2022 au influențat negativ la promovarea descendențelor constante în colecția operațională, înregistrându-se 6,8 – 9,3% a germoplasmei Lancaster în ultimii 4 ani. O reducere semnificativă de la 24,9% s-a constatat și la liniile dezvoltate din hibridi comerciali cu pedigree necunoscut incluse în grupa Dent mixt. În procesul de creare a materialului inițial în prezent se folosesc liniile create din hibridii firmei Pioneer P9175, P9241 și P0023 cu capacitate specifică de combinare înaltă.

În anul curent colecția operațională include 57 linii consangvinizate folosite anterior la crearea hibridilor din primul an de testare la valoarea agronomică și 2 linii create din hibridi străini. Grupa de germoplasmă Iodent cu subgrupele MKP601, MKP61, MKP63 și MKP65 totalizează 32 linii consangvinizate, inclusiv 9 ca forme parentale ale hibridilor omologați și de perspectivă transferate la androsterilitatea citoplasmatică de tip M. Liniile experimentale cu performanțe agronomice în combinații hibride se află în diferite generații de backcrossare pentru crearea analogilor androsterili cmsM, ținând cont că grupa Iodent este preponderent utilizată în calitate de formă maternă. Germoplasma BSSS-B37 include subgrupele MKP71 și SB 016/12 cu 10 linii consangvinizate, dintre care MKP70MRf, MKP71MRf și MKP711MRf sunt forme paterne în 8 hibridi comerciali. Liniile noi evidențiate în testări a CGC frecvent se utilizează la sintetizarea formelor maternelor modificate  $A \times A_1$ , în special cele din subgrupa SB016/12. Menționăm că linia comercială MKP70MRf, cu caractere fenotipice similare subgrupeii OH43, a fost inclusă în recombinații cu germoplasmă Lancaster, reprezentată în colecția operațională de 4 linii. Liniile AN1085/19 și AN946/21 extrase din hibridii comerciali P0023 și P9241 cu germoplasmă distinctă și performanțe agronomice în încrucișări de identificare cu testerii Iodent reprezintă surse de gene favorabile cu 25% în genomul încrucișărilor backcrossate a germoplasmei BSSS-B37.

Anual liniile consangvinizate sunt evaluate după principalele caractere agronomice în cultură comparativă de orientare la compartimentul formelor parentale, care includ și încrucișările înrudite  $A \times A_1$ . Rezultatele redacte în tabelul 3 atestă diferențierea mostrelor studiate după precocitate, exprimată prin durata perioadelor de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor și maturitatea fiziologică. Grupa Euroflint încadrează linii mai timpurii cu o medie de 57,6 zile până la mătăsit și 99,5 zile până la maturitatea fiziologică comparativ cu 64,4 zile și 113,5 zile la liniile cu germoplasmă Lancaster. Ambele grupe de germoplasmă posedă capacitate de producție inferioară, fapt confirmat de valorile medii și intervalul de variație, distanțându-se după umiditatea boabelor la recoltare.

Tabelul 3. Indicii agronomici a liniilor consangvinizate *per se* (media 2021-2023).

Grupa de germoplasmă	Zile până la		Producția de boabe, t/ha.		Umiditatea boabelor, %	
	mătăsit	maturitate	media	variația	media	variația
Iodent	62,4	111,0	3,34	2,11-4,49	14,8	12,0-18,0
BSSS-B37	61,7	110,2	2,68	2,07-3,68	14,7	12,1-17,4
Lancaster	64,4	113,5	2,40	1,80-3,12	15,9	14,2-17,6
Euroflint	57,6	99,5	2,37	1,19-3,18	13,6	12,1-16,1

Liniile grupelor heterotice Iodent și BSSS-B37 după indicii precocității corespund grupei de maturitate timpurie cu valori apropiate a umidității boabelor. Producțiile de boabe superioare, respectiv media de 3,34 t/ha și maximă de 4,49 t/ha, în cadrul germoplasmei Iodent atestă adaptabilitate ecologică mai pronunțată la condițiile climaterice locale.

Tabelul 4. Valoarea agronomică a hibrizilor din 4 modele heterotice (media 2021-2023)

Grupa de germoplasma	Nr.de hibridi	Zile până la		Producția de boabe, t/ha		Umiditatea boabelor. %	
		mătășit	maturitate	media	maximă	media	minimă
Iodent x Euroflint	126	54,4	103,3	6,29	7,07	16,4	14,4
Iodent x BSSS-B37	138	57,3	108,2	6,83	7,54	16,5	14,1
BSSS-B37 x Euroflint	45	54,4	104,0	6,06	6,74	17,0	15,1
BSSS-B37 x Iodent	34	55,2	105,0	6,37	6,77	15,4	14,7

Liniile consangvinizate din grupele de germoplasma cu bob dentat prezintă baza genetică a hibrizilor simpli A x B și simpli modificați (A x A<sub>1</sub>) x B realizați în diferite formule de încrucișări heterotice. Analiza a 343 hibridi testați în cultura comparativă de preconcurs în 2021-2023 (tabelul 4) indică performanțe agronomice la formula Iodent x BSSS-B37 în grupa de maturitate timpurie cu 57,3 zile până la apariția stigmatelor și 108,2 zile până la maturitatea fiziologică. Media producției de boabe pe 138 hibridi a constituit 6,83 t/ha și 7,54 t/ha în combinații specifice. Varianta reciprocă s-a dovedit a fi cu 2 zile mai timpurie după înflorit, realizând producții de boabe inferioare. În grupa ultratimpurie s-au evidențiat combinațiile hibride sintetizate în baza modelului heterotic Iodent x Euroflint cu o medie pe 126 mostre de 103,3 zile a perioadei „răsărit-maturitate” și producții de boabe respectiv de 6,29 t/ha și 7,07 t/ha. Formele maternelle BSSS-B37 în încrucișări cu linii Euroflint au manifestat potențial de producție inferior cu conținut de apă în boabe mai ridicat. Prin urmare liniile consangvinizate create pot fi eficient realizate în hibridi, folosind preponderent formulele de încrucișări heterotice Iodent x Euroflint în grupa de maturitate ultratimpurie cu destinație pentru R. Belarus și Iodent x BSSS-B37 în grupele de maturitate timpurie și semitimpurie pentru R. Moldova și export în regiunile nordice cu regim termic deficitar.

### Concluzii.

1. În procesul de creare a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu pentru zonele nordice la etapa actuală ca material inițial se folosesc încruci-



- șările înrudite A x A<sub>1</sub> - 56,4 %, hibridii simpli A x B – 24,2% și încrucișările backcrossate BC<sub>1</sub> cu o pondere de 19,4%.
2. Precocizarea grupelor de germoplasmă cu bob dentat Iodent, BSSS-B37 și Lancaster constituie baza genetică utilă cu o cotă sumară de 70,8% în pedigreul liniilor consangvinizate a colecției operaționale din ultimii 4 ani.
  3. Performanțe agronomice superioare au înregistrat combinațiile hibride realizate în formule de încrucișări heterotice Iodent x Euroflint a grupei ultratimpurii de maturitate și Iodent x BSSS-B37 la grupa timpurie cu destinație la export în zonele nordice.

### Bibliografie

1. Troyer A.F. *Temperate corn: background, behavior and breeding*. In „Specialty corns. Second edition” , CRC Press, USA, 2000, p.393-466.
2. Haș Ioan . *Heterozisul la porumb*. În „Porumbul. Studiu monografic”, Editura Academiei Române, București, 2004, p.311-362, ISBN 973-27-1055-1
3. Sarca Traian. *Ameliorarea porumbului*. În „Porumbul. Studiu monografic”, Editura Academiei Române, București, 2004, p.363-462, ISBN 973-27-1055-1
4. Hallauer A.R et al. *Corn breeding*. In „Corn and corn improvement. Third edition”, USA, 1988, p.463-564, ISBN 0-89118-099-0
5. Barriere Y. et al. *Past and prospects of forage maize in Europe: history, germplasm, evolution and correlative agronomic changes*. Maydica, 2006,v.51, p. 435-449
6. Mikel M.A., Dudley J.W. *Evolution of North American Dent corn from public to proprietary germplasm*. Crop Science, v.46, 2006, p. 1193-1205.
7. Musteața S. și col. *Rezultatele privind crearea și utilizarea liniilor consangvinizate de porumb timpuriu*. În „Genetica, ameliorarea, producerea de semințe și tehnologia de cultivare a porumbului” , Chișinău, 2021,p. 21-33, ISBN978-9975-56-892-0

CZU:633.15:631.52

### INFLUENȚA FORMELOR MATERNE ȘI PATERNE ASUPRA UMIDITĂȚII HIBRIZILOR SIMPLI DE PORUMB

**Valentin Ciobanu, șef de laborator, dr. în științe agricole**  
**Alexandru Micu, cercetător științific, Nicolae Bucor, cer. științific stagiar**  
*Centru Național de Certare și Producere a Semințelor*

#### Summary

The creation of corn hybrids with a high moisture yield rate at ripening is a primary goal for the Republic of Moldova, since harvesting corn with a high moisture content requires additional expenses for drying. It is known that the rapid release of moisture during ripening is heritable and controlled by both additive and non-additive genetic effects. In the 2022-

2023 breeding process, simple hybrids were obtained by crossing three androsterile forms and six male forms with different humidity. 18 simple hybrid combinations were obtained by cyclic crosses. As a result, the determinism of the water yield capacity in grains at harvest was established depending on the use of different female and male forms. The humidity of the female and male forms is a determining factor and the humidity of the grains of the obtained hybrids is a result factor. Based on the results of the correlations, the dependence between the studied factors was established. The correlation between the obtained simple hybrids and each female form ranged from high (0.62; 0.60) for the female forms MKG1M, MKP63M to negative (-0.105) for the form AG5291M. The correlation between the obtained simple hybrids and each male form was high (0.94; 0.86; 0.93) for the male forms AG16-5919, AG16-5877, AG18-6627; medium (0.77, 0.81) – AG16-5924, MKP70 and very weak (-0.33) for the male form AG16-5934. The use of female and male forms with lower moisture to obtain new hybrids with a higher moisture yield rate is a primary goal in maize breeding for that trait.

**Key words:** hybrids, moisture, female and male forms.

### Introducere

Crearea și utilizarea în producere a hibridilor de porumb cu o rată de cedare a umidității înaltă la coacere, permite reducerea considerabilă a cheltuielilor suplimentare pentru uscare, ajungând aproximativ 30% din toate cheltuielile pentru producere ( 1 ). După rezultatele G. Gheorghiev, uscarea boabelor cu o umiditate de 30% la recoltare până la 13% necesită mai multe cheltuieli decât complexul total pentru producere ( 2 ).

Nivelul mic sau mare a umidității la recoltare este cauzat genotipic și este rezultatul proceselor fiziobiochimice, care se petrec în faza de după polenizare. Caracterile morfologice, numărul și grosimea pănușilor, diametrul știuletelui ș.a. influențează într-un grad oarecare, însă nu au o importanță considerabilă în comparație cu legătura dintre structura substanțelor de rezervă și a apei libere din bob ( 3 ).

Este cunoscut faptul că cedarea rapidă a umidității la coacere este ereditară și controlată de efectele genice aditive cât și cele neaditive. Coeficientul ereditar de cedare a umidității ajunge până la 95%, care arată eficacitatea selecției pentru caracterul dat ( 4,5 ).

Umiditatea la recoltare este procesul a două valori – nivelul umidității la atingerea coacerii fiziologice și rata de cedare a apei după aceasta.

Scopul cercetărilor este crearea formelor parentale și a hibridilor noi cu cedarea rapidă a umidității din boabe la recoltare.

### **Material și metode**

În procesul de ameliorare au fost obținuți hibridi simpli prin încrucișarea a trei forme maternelor androsterile și a șase forme paternale cu diferită umiditate. Prin încrucișări ciclice au fost obținuți 18 combinații hibride simple. În calitate de forme maternelor au servit trei analogi androsterili de tip M (MKP63M, MKG1M, AG5291M) iar în calitate de forme paternale 6 linii (AG16-5919, AG16-5924, AG16-5934, AG16-5877, AG18-6627, MKP70).

Combinațiile hibride și formele parentale au fost semănate în câmpul de experimentare pe parcele de 2 rânduri, cu aria de 10M<sup>2</sup> în trei repetiții. Aprecierea umidității hibridilor, formelor maternelor și paternale a fost efectuată în faza coacerii cu umidometru în aceeași zi. Experiența a durat doi ani 2022-2023, condițiile naturale au fost diferite.

Datele au fost pregătite pentru prelucrare statistică în programa Excel Office. Calculul regresiei (graficul) și ecuația regresiei s-au efectuat utilizând ecuația regresiei polinomiale de gradul 2 pentru 2 seturi de date interdependente nelinier, programul fiind scris de inteligența artificială ([www.chatgpt.com](http://www.chatgpt.com)) și executat în limbajul de programare Python (Python 3.12, x-64bit), instalat cu unelte necesare pentru prelucrarea statistică a datelor experimentale.

Coeficientul de determinare și calculul corelației a fost executat în programa Excel Office, utilizând funcțiile "RSQ" (returnează Pătratul Coeficientului de Corelare produs-moment Pearson între două matrice de date, una fiind dependentă de cealaltă), și respectiv "Carrel".

Conform scalei Chaddock, valorile coeficientului de corelare 0÷3 înseamnă puterea conexiunii foarte slabă; 0,3÷0,5 – slabă; 0,5÷0,7 – medie; 0,7÷0,9 – înaltă; 0,9÷1 – foarte înaltă (variabilele sunt complet interdependente). Corelația negativă înseamnă că puterea relației dintre variabile este inversată. Valoarea 0 a coeficientului de corelație înseamnă că variabilele nu sunt legate între ele.

### **Rezultate și discuții**

În baza analizei umidității boabelor la recoltare a hibridilor F1 a fost stabilită rata eredității a caracterului dat la utilizarea formelor maternelor și paternale. Rezultatele umidității boabelor la recoltare a formelor parentale și a hibridilor simpli de porumb sunt afișate în tabelul 1. Umiditatea boabelor la momentul coacerii a formelor maternelor a avut următoarele valori: MKP63M – 10,6%; MKG1M – 12,2%; AG5291M - 14,5%.

Tabelul 1. Umiditatea formelor parentale și a hibridilor simpli de porumb

Forma maternă		Forma paternă		Hibrid F1		+ - la forma maternă	+ - la forma paternă
Analog ASC	Umiditate, %	Linia	Umiditate, %	Origine hibrid	Umiditate, %		
MKP63M	10,6	AG16-5919	12,6	MKP63M*AG16-5919	11,2	0,6	-1,4
		AG16-5924	12,6	MKP63M*AG16-5924	10,0	-0,6	-2,6
		AG16-5934	13,2	MKP63M*AG16-5934	12,4	1,8	-0,8
		AG16-5877	10,9	MKP63M*AG16-5877	10,6	0,0	-0,3
		AG18-6627	12,3	MKP63M*AG18-6627	11,6	1,0	-0,7
		MKP70	12,6	MKP63M*MKP70	9,6	-1,0	-3,0
MKG1M	12,2	AG16-5919	12,6	MKG1M*AG16-5919	11,3	-0,9	-1,3
		AG16-5924	12,6	MKG1M*AG16-5924	11,6	-0,6	-1,0
		AG16-5934	13,2	MKG1M*AG16-5934	13,0	0,8	-0,2
		AG16-5877	10,9	MKG1M*AG16-5877	10,4	-1,8	-0,5
		AG18-6627	12,3	MKG1M*AG18-6627	<b>12,7</b>	0,5	0,4
		MKP70	12,6	MKG1M*MKP70	11,3	-0,9	-1,3
AG5291M	14,5	AG16-5919	12,6	AG5291M*AG16-5919	12,3	-2,2	-0,3
		AG16-5924	12,6	AG5291M*AG16-5924	11,5	-3,0	-1,1
		AG16-5934	13,2	AG5291M*AG16-5934	12,2	-2,3	-1,0
		AG16-5877	10,9	AG5291M*AG16-5877	<b>12,1</b>	-2,4	1,2
		AG18-6627	12,3	AG5291M*AG18-6627	<b>13,1</b>	-1,4	0,8
		MKP70	12,6	AG5291M*MKP70	11,3	-3,2	-1,3

La formele paterne umiditatea boabelor a avut valori de la 10,9% până la 13,2%, având valori mai mari ca la forma maternă MKP63M și mai mici ca la forma maternă AG5291M. În rezultatul încrucișărilor ciclice au fost obținuți câte 6 combinații hibride simple în fiecare grupă de testări, în total 18 hibridi simpli. Hibridii simpli obținuți cu formele materne MKP63M, MKG1M și AG5291M au avut umiditatea boabelor mai mică ca la formele paterne cu excepția combinațiilor hibride MKG1M \* AG18-6627(+0,4%), AG5291M \* AG16-5877(+1,2%) și AG5291M \* AG18-6627(+0,8%).

Calcululele corelațiilor și regresiiilor sunt importante întrucât acestea ilustrează legăturile dintre umiditatea formelor materne, paterne și hibridilor simpli obținuți și pot indica pentru anumite genotipuri posibilitatea ameliorării concomitente pentru acest caracter. Analiza corelației și regresiei sa efectuat după rezultatele medii a umidității boabelor a formelor materne, formelor paterne și hibridilor simpli obținuți pentru doi ani diferiți după condițiile climaterice, ceea ce a permis nivelarea acțiunii condițiilor climaterice la rezultatele analizei statistice și a accentua legătura dintre umiditatea boabelor la recoltare a formelor materne, paterne și a hibridilor ob-

ținuți. Umiditatea formelor materne și paterne este factor determinant iar umiditatea boabelor a hibrizilor obținuți este factor rezultativ.

Corelația pe forme materne aparte (dintre hibrizii F1 obținuți și media părinților) este semnificativă pentru forma maternă MKG1M (0,62), MKP63M (0,60) și nesemnificativă pentru formele materne AG5291M (-0,10), ce ne permite a caracteriza puterea conexiunii conform scalei Chaddock ca înaltă pentru grupa de hibridi obținuți cu mama MKP63M, MKG1M și foarte slabă pentru hibrizii obținuți cu mamele AG5291M (tab. 2).

Tabelul 2. Corelația dintre hibrizii simpli obținuți cu fiecare formă maternă (media părinților)

Hibrizii	Coeficientul de corelare pe mame aparte (media părinților și F1) - aceeași mamă, tații diferiți	Coeficientul de determinare ( $R^2$ )	Puterea conexiunii, conform scalei Chaddock
MKP63M*AG16-5919 MKP63M*AG16-5924 MKP63M*AG16-5934 MKP63M*AG16-5877 MKP63M*AG18-6627 MKP63M*MKP70	0.596932692	0.488169	Înaltă
MKG1M*AG16-5919 MKG1M *AG16-5924 MKG1M *AG16-5934 MKG1M *AG16-5877 MKG1M *AG18-6627 MKG1M *MKP70	0.620353982	0.51891	Înaltă
AG5291M*AG16-5919 AG5291M *AG16-5924 AG5291M *AG16-5934 AG5291M *AG16-5877 AG5291M *AG18-6627 AG5291M *MKP70	-0.105994159	0.011235	Foarte slabă

Este important coeficientului de determinare, deoarece valoarea lui indică ponderea variației atribuite modificărilor conținutului de umiditate în boabe. În cazul nostru gradul de influență a umidității boabelor a formelor materne la umiditatea hibrizilor simpli este 48,8% pentru MKP63M, 51,8% pentru MKG1M și 1% pentru AG5291M

Corelația dintre hibrizii simpli obținuți cu fiecare formă paternă (media părinților) este semnificativă pentru formele paterne AG16-5919 (0,94), AG18-6627 (0,93) și AG16-5877 (0,86); semnificație medie pentru forme-

le paterne MKP70 ((0,81), AG16-5924 (0,77) și negativă pentru forma paternă AG16-5934 (-0,33) (tab. 3).

Coeficientul de determinare sau gradul de influență a umidității boabelor a formelor paterne AG16-5919, AG18-6627, AG16-5877, MKP70, AG16-5924 la umiditatea hibrizilor F1 este destul de mare 89%, 87%, 75%, 65%, 60% corespunzător și foarte mic pentru forma paternă AG16-5934 -11%, ce ne permite a caracteriza puterea conexiunii conform scalei Chaddock ca înaltă pentru grupa de hibrizi obținuți cu formele paterne AG16-5919, AG18-6627, AG16-5877; medie - MKP70, AG16-5924 și foarte slabă pentru hibrizii obținuți cu mamele AG5291M. Aceste rezultate pot fi apreciate ca foarte înalte și pot fi folosite mai departe în cercetările formelor paterne ca perspective pentru selectarea hibrizilor noi.

Tabelul 3. Corelația dintre hibrizii simpli obținuți cu fiecare formă paternă (media părinților)

Hibrizii	Coeficientul de corelare pe forme paterne aparte (media părinților și F1) - aceeași formă paternă, forme materne diferite	Coeficientul de determinare ( $R^2$ )	Puterea conexiunii, conform scalei Chaddock
MKP63M*AG16-5919 MKG1M*AG16-5919 AG5291M*AG16-5919	0.943404	0.890011	Înaltă
MKP63M*AG16-5924 MKG1M*AG16-5924 AG5291M*AG16-5924	0.77589	0.602005	Medie
MKP63M*AG16-5934 MKG1M*AG16-5934 AG5291M*AG16-5934	-0.33897	0.114901	Foarte slabă
MKP63M*AG16-5877 MKG1M*AG16-5877 AG5291M*AG16-5877	0.863729	0.746028	Înaltă
MKP63M*AG18-6627 MKG1M*AG18-6627 AG5291M*AG18-6627	0.933609	0.871626	Înaltă
MKP63M*MKP70 MKG1M*MKP70 AG5291M*MKP70	0.809875	0.655898	Medie

La analiza regresiei a fost utilizată curba parabolică și ecuația regresiei polinomiale  $ax^2+bx+c$ . În rezultat au fost obținute trei dependente care sunt redată în tabelul 4 și în figura grafică.

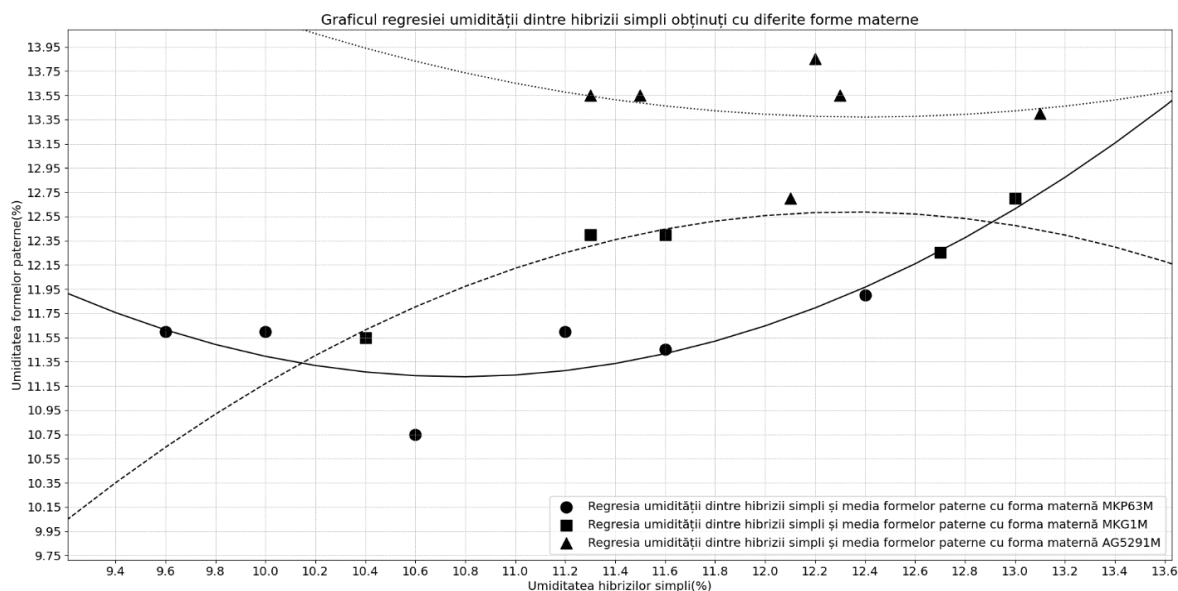
Tabelul 4. Rezultatele analizei regresiei hibrizilor simpli și formelor sale paterne

Hibrizii	Coeficientul regresiei			Ecuția regresiei	Coeficientul de determinare ( $R^2$ )
	a	b	c		
MKP63M*AG16-5919 MKP63M*AG16-5924 MKP63M*AG16-5934 MKP63M*AG16-5877 MKP63M*AG18-6627 MKP63M*MKP70	3.56	-79.56	454.07	$y = 3.56x^2 + -79.56x + 454.07$	0.30
MKG1M*AG16-5919 MKG1M *AG16-5924 MKG1M *AG16-5934 MKG1M *AG16-5877 MKG1M *AG18-6627 MKG1M *MKP70	0.81	-17.78	107.63	$y = 0.81x^2 + -17.78x + 107.63$	0.53
AG5291M*AG16-5919 AG5291M *AG16-5924 AG5291M *AG16-5934 AG5291M *AG16-5877 AG5291M *AG18-6627 AG5291M *MKP70	0.44	11.59	-63.24	$y = -0.44x^2 + 11.59x + -63.24$	0.02

Secțiunile de interpolare ale curbelor empirice variază în intervalul de la 9,6% până la 13,2% pentru formele paterne cât și pentru hibrizii simpli obținuți. Umiditatea boabelor hibrizilor obținuți cu formele materne MKP63M și MKG1M se micșorează odată cu creșterea umidității boabelor a formelor paterne. Relația dintre umiditatea boabelor hibrizilor și forma maternă AG5291M este diferită; odată cu creșterea umidității la formele paterne crește și umiditatea hibrizilor.

Calculul regresiei (graficul) și ecuația regresiei s-au efectuat utilizând ecuația regresiei polinomiale de gradul 2 pentru 2 seturi de date interdependente nelinear.

Graficul 1. Graficul regresiei umidității dintre hibrizii simpli obținuți cu forme materne diferite (media formelor parentale)



## Concluzii

Sa stabilit că la crearea hibridilor simpli de porumb cu umiditatea redusă la recoltare este necesar de a lua în considerație influența formelor materne și păterne la umiditatea hibridilor obținuți. Influența poate fi directă cât și inversă, datorită însușirilor genotipice a formelor materne, păterne și hibridilor obținuți.

Utilizarea liniilor consagvinizate cu o umiditate redusă în calitate de forme parentale permite crearea hibridilor de porumb cu umiditatea boabelor la recoltare mai mică, ce confirmă rezultatele cercetărilor noastre.

## Referințe bibliografice

1. Мороз В.В. Зависимость между уборочной влажностью и признаками зерна, початка и растения кукурузы // Бюлл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1986. Вып. 1 (66). – с. 13-20.
2. Георгиев Т. Селекция кукурузы и энергетическая проблема // Международный с-х журнал. – 1980. -№3. –с. 25-28.
3. Мустьяца С.И. Динамика влажности зерна // Кукуруза и сорго.-1993.-№5.- с.15-17
4. Hallauer A.R. Methods used in developing maize inbreds // Maydica. -1990. – Vol. 35, № 1. p. 1-16.
5. Smith J.S.C. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: the utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. // Maydica. – 1989. – vol. 34, № 2. – p. 151-161.



## NEW SOURCE MATERIAL FOR CORN BREEDING

*Vanicovici Nicolai, Doctor of Agricultural Science, Associated Professor  
Spinu Angela, Postgraduate, Ciobanu Valentin, Doctor of Agricultural  
Science, National Center of Research and Seed Production*

**Abstract:** The article explores the significance of maize (*Zea mays* L.) cultivation in the Republic of Moldova, highlighting its status as a crucial cereal and fodder crop occupying approximately 400,000 hectares annually. It emphasizes the predominant use of domestic hybrids, renowned for their resistance to root and stalk lodging, diseases, pests, heat, and drought. The breeding program discussed involves selecting new genetic material within germplasm pools, developing inbred lines, evaluating combinational abilities through topcross and diallel crosses, and testing new hybrid combinations. Heterotic groups play a main role in optimizing hybrid performance, with specific focus on Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS), Reid Yellow Dent, Lancaster, and other heterotic groups. The integration of diverse germplasm from various breeding programs is detailed, highlighting advancements in maize breeding efforts aimed at enhancing yield and genetic diversity in elite maize germplasm.

**Key words:** corn breeding, inbred lines, ex-PVP, germplasm, heterotic groups, heterotic pattern.

In the Republic of Moldova corn is considered to be one of the most important cereal and fodder crops, which occupies about 400 000 ha per year and 90-95% of this area is sown with domestic hybrids, which have such precious qualities as the increased resistance to root and stalk lodging, diseases and pests, heat and drought (Vanicovici N., Maticiu V., Mirza V., 2020).

Our breeding program have following components:

- select of new material within available germplasm pools distributed into heterotic groups;
- developing new inbred lines within the populations;
- use as a source material of lines with ex-PVP;
- evaluation of the general and specific combinational ability by conducting topcross and diallel crosses;
- developing and testing of new hybrid combinations crossing improved inbred lines from the complementary heterotic groups;
- recycling of the superior new inbred lines.

Germplasm sources are an important component of the germplasm included in breeding programs, ranging from F2 populations derived from crosses of elite inbred lines to genetically broad-based composites. The types of germplasm included depend on the major objectives of the breeding programs. Inbreds are selected for desired phenotypic traits during selfing generations. In field crop breeding they also are evaluated in test crosses (crosses to proven inbred lines) in order to select those with the best combining ability for yield and other important traits. The best lines from those small-plot trials are then crossed to other superior inbred lines to produce experimental hybrids that will themselves undergo several rounds of testing and elimination. Finally, a favored few of the experimental hybrids will be chosen for introduction as new commercial hybrids.

The concept of heterotic groups for breeding purposes was first recognized by the 9th Corn Improvement Conference of the North Central Region of the United States (Hallauer, Carena, 2009). The North American dent maize germplasm is composed of multiple heterotic groups, that when crossed to each other, can optimize hybrid performance (Mikel, Dubley, 2006). Searching out the best combination among heterotic groups, heterotic pattern, is crucial to the development of successful maize (*Zea mays* L.) hybrids (Barata, Carena, 2006). Heterotic groups in dent maize have been subdivided into Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS) and non-BSSS (Lu, Bernardo, 2001). A similar grouping consists of Reid Yellow Dent (includes BSSS), Lancaster, and miscellaneous heterotic groups (Gethi et al., 2002).

Troyer (1999) divided maize into five genetic backgrounds: Reid Yellow Dent (Iodent Reid and BSSS), Minnesota 13 (W153R and SD105), Northwestern Dent (A48, A509, and A78), Lancaster Sure Crop (Mo17 and Oh43), and Leaming Corn (Oh07).

A Pioneer Hi-Bred pool (Maiz Amargo, Stiff Stalk, Iodent, and Oh07Midland) and a non-Pioneer Hi-Bred pool (Stiff Stalk, Lancaster-Mo17, and progeny of PHI3535, 3558, and 3737 hybrids); and the groups B73, Mo17, PH207, A632, Oh43, B37, and mixed (Nelson et al., 2008). Furthermore, one study identified seven key ancestral inbred lines from which most of contemporary elite maize germplasm originated: B73, Mo17, PH207, PHG39 (from B37), LH123Ht, LH82, and PH595 (Mikel, Dudley, 2006).

Mergers and acquisitions have resulted in the integration of germplasm from multiple legacy programs into three main companies: DowDuPont, Monsanto and Syngenta. The DowDuPont ex-PVPs are almost exclusively of Pioneer Hi-Bred origin. Holden's Foundation Seeds and Dekalb con-

tribute large proportions to the Monsanto ex-PVPs, and nearly all Syngenta ex-PVPs are of Novartis origin. (Coffman et al., 2020).

Basic potential heterotic groups in Moldova were: Corn Belt Dents and Northern Flints with at least several sub-groups: Canadian Dent with inbred line CG12 and derivatives, Iodent with line PH207 and derivatives, Lacaune with F2, F7 and derivatives, Lancaster with Mo17, Oh43 and derivatives, Mindszenpuszta with 0156 and derivatives, Minnesota13 with W153R and derivatives, Nostrano dell'Isola with Lo3 and derivatives, Reid with B14, B37, B73 and derivatives (Vanicovici N., 2018).

Dent lines used in modern type hybrids are bred in crosses of Iodent with Reid, BSSS or Lancaster germplasms (Vanicovici N., Maticiu V., Cernei M. 2020).

Corn breeding efforts have focused on improving inbred lines that combine well to produce high-yielding hybrids, resulting in the creation of distinct germplasm pools. Yield increases continue at a steady pace, indicating that extensive genetic variation remains in the elite maize germplasm. Heterotic pools in corn consist primarily of the Stiff Stalk heterotic pool, from which the B73 type lines are derived, and non-Stiff Stalk germplasm. In the last 40 years, Iodent germplasm has been the main source of the non-Stiff Stalk heterotic pool.

In Moldova, the ancestors of the original lines from the Reid Yellow Dent group were lines A654, P346, and through BSSS there were lines B14, B14A, B37, B64, B68, B73, B84, MK390, MK271 (Грибинча В., Партаc Е., 1999, Vanicovici N., 2018, Ванькович Н., Спыну А., 2021а, Ванькович Н., Спыну А., 2021b).

BSSS germplasm is widely used in breeding programs "Porumbeni". Based on this heterotic group, they were created high-yielding inbred lines such as MK390, MK271, MV636, AG4992, which are the parental forms of the hybrids released in different countries.

The ancestors of the original lines from the Iodent group in Moldova there were private lines P101 and P343 from Pioneer Hi-Bred, purchased by the Soviet government as the mother forms of a number of hybrids (Мустьяца С.И., 2019, Ванькович Н. и др. 2020).

Lancaster germplasm is widely used in breeding programs "Porumbeni". Based on this heterotic group, they were created high-yielding inbred lines such as MK255A, AS3070, MV917, MV922, AS7199, AG7460, AG5845, which are the parent forms of the hybrids released in different countries.

The ancestors of the original lines from the Lancaster group in Moldova there were lines C103, C123, Oh40B, Oh43, Mo17, A619 (Мустьяца С. и др. 2001, Gribincea V. 2011, Vanicovici N. 2018, Ванькович Н., Спыну А., Чобану В. 2021).

Several years ago, the Institute of Crop Science “Porumbeni” received the lines of the heterotic group Reid Yellow Dent and BSSS (W8304, PHAA0, PHP38, PHB47, etc.) from the U.S. National Plant Germplasm System (Kurtz B. et al., 2016).

Currently, the Institute of Crop Science “Porumbeni” received the 312 lines from the U.S. National Plant Germplasm System. Lines were established in 14 US states and 5 countries. There were 99 lines from Iowa, 55 from Illinois, 48 from Minnesota, 35 from Indiana, 12 from North Dakota, 9 from Nebraska, 9 from Wisconsin, 5 from Michigan, 5 from South Dakota, 3 from Kansas, 2 from Georgia, 2 from Pennsylvania, 1 from Delaware, 1 from Tennessee. 13 lines from Canada, 4 from Austria, 4 from Germany, 4 from France, 1 from Brazil.

The resulting lines were created in 7 commercial companies and at a North Dakota University. 184 lines were created in Pioneer, 86 in Holden, 33 in DeKalb, 5 in Northrup King, 1 in Great Lakes Hybrid, 1 in Wilson Hybrids, 1 in Cargill, 1 in North Dakota University.

These lines were created by the following authors from Pioneer Hi-Bred company: Luedtke Jr., Roy (North Dakota) 13 lines, Chapman Michael Allen (Minnesota) 7, Hoffbeck Loren John (Indiana) 7, Carrigan Lori Lisa (Minnesota) 6, Puskaric Vladimir (Canada) 6, Hoffbeck Mark David (Illinois) 4, Noble Jr., Stephen William (Iowa) 4, Piper Todd Elliott (Minnesota) 4, Segebart Robert lee (Illinois) 4, Ambrose William B. (Iowa) 3, Gogerty Joseph Kevin (Iowa) 3, Jensen Stanley (Nebraska) 3, Kramer Joachim Ernst (Austria) 3, Livesey James Milton (Canada) 3, Martin Philip Richard (Iowa) 3, Roundy Theron Eugene (Nebraska) 3, Weber Gerhart Peter (Minnesota) 3, Wehrmann Hartwig Josef J. Bernhard (Germany) 3, Fullerton Samuel Gegg (South Dakota) 2, Keaschall Joseph William (Indiana) 2, Morrow Donald Lee (Kansas) 2, Strohbahn Robert D. (South Dakota) 2, Stucker David Scott (Iowa) 2, Vandeventer Walter E. (Indiana) 2, Williams Terrill E. (Pennsylvania) 2, Troyer Alvah Forrest 3.

The authors from the Holden: Foley Terry J. 14 lines, Arthur Gary D. 11, Eggerling Donald G. 10, Miller R.J. 8, Bergemann Scott A. 7, Harper II David C. 7, Johnson Arthur L. 6, Armstrong Mark F. 3, Griffith William D. 3, Geadelmann Jon L. 2.

The authors from the DeKalb: Cummings D.P. 5 lines, Larkins J.R. 4, Hall M.A. 3, Pfund J.H. 3, Troyer Alvah Forrest 3, Lindsey M.F. 2, Stangland G.R. 2.

Using ex-PVP lines courtesy of U.S. National Plant Germplasm System we have divided our lines into 12 heterotic groups: Flint; PHK05; Iodent; Iodent-Lancaster; Oh43-Lancaster; Mo17-Lancaster; PHM81-Reid-BSSS; PHJ40-BSSS; G39-BSSS; B14; B37; B73.

### **Acknowledgment**

We are sincerely grateful to U.S. National Plant Germplasm System for kindly providing the source material.

### **Reference**

1. Barata C., Carena M.J. Classification of North Dakota maize inbred lines into heterotic groups based on molecular and testcross data. *Euphytica*, 2006, V.151, 339-349.
2. Coffman S.M., Hufford M.B., Andorf C.M., Lubberstedt T. Haplotype structure in commercial maize breeding programs in relation to key founder lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 2020, V.133(2), 547-561.
3. Gethi J.G., Labate J.A., Lamkey K.R., Smith M.E., Kresovich S. SSR variation in important US maize inbred lines. *Crop Science*, 2002, V.42, 951–957.
4. Gribincea V. Crearea și evaluarea liniilor consangvinizate de porumb din germoplasma Lancaster. Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmice în producerea de semințe: Materiale Conferințe Internaționale, Pașcani, 7-8 Septembrie, 2011, 45-63.
5. Hallauer A.R., Carena M.J. Maize Breeding. 2009, pp. 3-98. In Carena M.J. (ed.). *Handbook of plant breeding: Cereals*. Springer, New York.
6. Kurtz B., Gardner C.A.C., Millard M.J., Nickson T., Smith J.S.C. Global access to maize germplasm provided by the US National Plant Germplasm System and by US plant breeders. *Crop Science*, 2016, V.56, N3, 931-941.
7. Lu H., Bernardo R. Molecular marker diversity among current and historical maize inbreds. *Theoretical and Applied Genetics*. 2001, V.103, 613-617.
8. Mikel M.A., Dubley J.W. Evolution of North American dent corn from public to proprietary germplasm. *Crop Science*, 2006, V.46, 1193-1205.
9. Nelson P.T., Coles N.D., Holland J.B., Bubeck D.M., Smith S., Goodman M.M. Molecular characterization of maize inbreds with expired US Plant Variety Protection. *Crop Science*, 2008, V.48, 673 –1685.
10. Troyer A.F. Background of US hybrid corn. *Crop Science*, 1999, V.39, 601-626.
11. Vanicovici N. A handbook of maize breeding germplasm. Lambert Academic Publishing. 2018, 356 p.
12. Vanicovici N., Maticiuc V., Cernei M. Evolution of maize germplasm in the Republic of Moldova: diversity and utilization. *Perspectives of World Science and Education. Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference*, Osaka, Japan, 22-24 April 2020, p.201-206.

13. Vanicovici N., Maticiuc V., Mirza V. Breeding corn for drought tolerance in the Republic of Moldova. Dynamics of the development of world science. Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference, Vancouver, March 18-20, 2020, p. 203-205.
14. Ванькович Н., Матичук В., Спыну А., Черней М. Значение зародышевой плазмы Iodent в селекции кукурузы. The 4th International Scientific and Practical Conference Eurasian Scientific Congress (April 19-21, 2020) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2020, p. 10-18.
15. Ванькович Н., Спыну А. а Значение зародышевой плазмы BSSS в селекции кукурузы. Science and Education: Problems, Prospects and Innovations. Abstracts of X International Scientific and Practical Conference, Kyoto, Japan, 23-25 June 2021, p. 147-153.
16. Ванькович Н., Спыну А. б Значение зародышевой плазмы Reid Yellow Dent в селекции кукурузы. The 2nd International Scientific and Practical Conference "Modern directions of scientific research development" (August 4-6, 2021) BoScience Publisher, Chicago, USA. 2021, p. 199-206.
17. Ванькович Н., Спыну А., Чобану В. Значение зародышевой плазмы Lancaster в селекции кукурузы. The 10th International Scientific and Practical Conference "World science: problems, prospects and innovations" (June 16-18, 2021) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2021, p. 228-233.
18. Грибинча В., Партас Е. Изучение генетического разнообразия самоопыленных линий кукурузы. Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Майкоп, 1999, 156-162.
19. Мустяца С.И. Адаптивная селекция скороспелой кукурузы на основе гетерозисных групп Рейд Айодент и БССС-Б37. Эколого-генетические аспекты в селекции полевых культур в условиях изменений климата. Полтава, 2019, 36-37.
20. Мустяца С., Мистрец С., Нужная Л. Использование зародышевой плазмы гетерозисной группы Ланкастер в селекции раннеспелой кукурузы. Кукуруза и сорго, 2001, №1, 6-11.

CZU:633.15:631.523:575

## **STUDIUL PARTICULARITĂȚILOR MANIFESTĂRII FECTULUI HETEROZIS DE DIFERITE TIPURI LA COMBINAȚIILE HIBRIDE ALE LINIILOR SOMACLONALE DE PORUMB.**

<sup>1</sup>*Rotari E., doctor în șt. biologice, conferențiar cercetător*

<sup>2</sup>*Comarova G., doctor în șt. biologice, conferențiar universitar*

*1.CNCPS;2.UTM, Facultatea de Științe agricole, Silvice și ale Mediului*

**Summary.** The aim of this article: the peculiarities study of the different types heterosis effect manifestation based on the use of hybrid combinations of somaclonal maize lines. The greatest contrast effect was established for

reproductive heterosis in two groups of crosses (sibling and test- crosses). The contrast effect of the hypothetical heterosis was found for 7 biometric and physiological parameters, which determine the generative heterosis (the number of the panicles branches), the vegetative heterosis (plant height, cob insertion height, leaf length and width) and adaptive heterosis (water retention capacity). The contrast effect of real heterosis was revealed by 5 biometric indicators. The peculiarities of the overall manifestation of hypothetical and real heterosis in hybrid combinations with somaclonal lines allow to give a recommendation of 5 biometric indices (two types of panicle length and all three studied characteristics of the leaves) as an optimal set of indicators of the maize generative and vegetative heterosis expression.

**Keywords:** maize, somaclonal lines, biometric indices, water regime indices, hypothetical heterosis, real heterosis.

## Introducere

Problema heterozisului este foarte importantă pentru cercetările fundamentale și practice în domeniile de genetică, ameliorare și producerea semințelor a culturilor agricole [5,8]. Actualmente studierea comparativă a fenomenului heterozis se efectuează la diferite niveluri (de la nivelul organismului întreg până la nivelul molecular) și după diferite tipuri de interpretare a efectului heterozis [10].

Din surse bibliografice poate fi constatată următoarea lista de interpretare a diferitelor tipuri de heterozis. După A. Gustafson (citată din [6]) sunt distincte următoarele tipuri de heterozis din punct de vedere fenotipic: tipuri de heterozis: heterozis reproductiv (se manifestă printr-o dezvoltare mai intensivă a organelor reproductivă, fertilitate sporită și o producție mai mare de semințe, fructe etc.); heterozisul vegetativ sau somatic (asigură un habitus mărit, deci o creștere intensivă a părților vegetative.); heterozis adaptiv (se manifestă prin sporirea unor însușiri ca: vitalitate, rezistență la condițiile nefavorabile ale mediului etc.). După Malinovsky (citată din [7]) efectul heterozei este clasificat în funcție de proprietatea hibridilor din prima generație de a depăși anumitor indici fie cele mai bune dintre formele parentale (heterosis real -  $H_{real}$ ), fie valoarea medie a indicelui analizat de la ambii părinți (heterosis ipotetic -  $H_{ipot}$ ).

Studierea aprofundată a fenomenului de heterozis necesită folosirea materialului genetic cu potențialul de manifestare a efectului heterozis în diapazon larg cu grad contrast. Ca material genetic inițial pentru crearea așa tipuri de combinații hibride cu gradul contrast a efectului heterozis pot fi propuse

folosirea liniilor somaclonale de porumb [4]. Fiecare linie somaclonală este creată pe baza liniei originale în cultura *in vitro*, ceea ce face posibilă efectuarea în mod intenționat și încrucișările înrudite pe baza încrucișării liniei somaclonale cu linia originală), și test încrucișări (test încrucișarea, prin folosirea principiul analizei capacității combinative generale).

Din anul 2016, în Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor al USM (laboratorul Resurse Genetice Vegetale) a fost înregistrată și acceptată la depozitare o colecție genetică de linii somaclonale de porumb, creată ca urmare a unei cooperări eficiente între Departamentul de Ameliorare, Genetică și Biotehnologie a Culturilor Agricole UASM și Laboratorul de Biochimie și Fiziologie al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni” [1].

Pentru realizarea studiului prezentat, din această colecție genetică de linii somaclonale a fost selectat un grup de linii somaclonale de porumb, obținute din linia originală BC27D4 (prin embriocultură) pentru a modela combinații hibride pe baza încrucișărilor înrudite și test încrucișări cu următorul scop a lucrării: pe baza utilizării combinațiilor hibride a liniilor somaclonale de porumb cu gradul de contrast a heterozisului reproductiv de studiat particularitățile manifestării efectului a diferitelor tipuri de heterozis (generativ, vegetativ, adaptiv) a acestor modele hibride.

### **Materiale și metode de cercetare**

În calitate de obiect al cercetării au fost folosite trei linii somaclonale (LS) de porumb obținute din linia originală BC27D4. Aceste linii sunt următoarele: C 54, C 55, C 57. În calitate de tester a fost folosit testerul 3929 deoarece este mai apropiat după FAO de linia originală. Liniile somaclonale au fost obținute prin metoda de cultură „in vitro” [2]. Au fost înfăptuite trei încrucișări între liniile somaclonale corespunzătoare și linia originală BC27D4 (încrucișările înrudite): C 54 X BC27D ; C55 X BC27D4; C57 X BC27D4, și trei încrucișări între liniile somaclonale corespunzătoare cu testerul 3929 (test-încrucișări): C 54 x 3929; C 55 x 3929; C 57 x 3929. În calitate de standard a fost utilizată încrucișarea BC27D4 x 3929.

Cercetările au fost efectuate după metodica standard pentru experiențele în câmp (indicii biometrici) și după metodele fiziologice (indicii regimului hidric a frunzelor) [9] . *La aprecierea heterozisului reproductiv* s-a folosit unul din componentii productivității - recolta boabelor. *La aprecierea heterozisului generativ* au fost utilizate date biometriei indicilor paniculelor (numărul ramurilor a paniculului, lungimea paniculului de la prima frunza și lungimea paniculului de la prima ramură). *La aprecierea heterozisului vegetativ* a fost efectuată biometria a următorilor indici: talia plantei, înălțimea



de inserție a ștulețului, numărul frunzelor la plantă, lungimea și lățimea frunzei. *La aprecierea heterozisului adaptiv* au fost utilizate metode fiziologice de determinare a capacității de reținere a apei în frunze (CRA) și coeficientul stabilității grosimii frunzei (CSGF), care sunt utilizate în programele de ameliorare a porumbului ca indicii rezistenței la secetă.

Rezultatele obținute au fost folosite pentru determinarea heterozisului ipotetic și real [3].

### **Rezultate și discuții**

Aprecierea *efectului heterozisului reproductiv* a evidențiat că ambele grupe de combinații hibride a liniilor somaclonale (sibsuri și test-încrucișări) după parametrul „recolta boabelor” manifestă gradul de contrast a efectului heterozisului ipotetic (21% - 91%) și a efectului heterozisului real (14% - 144%) cu evidențierea rolului formei parentale. S-a demonstrat experimental posibilitatea de a folosi aceste două grupuri de încrucișări ca un model pentru studierea efectului de manifestare și altor tipuri de heterozis în corespundere cu obiectivul lucrării.

Studierea a 12 parametri biometrici și fiziologici (enumărați în partea metodică) cu scopul folosirii lor pentru evaluarea heterozisului generativ, vegetativ și adaptiv a relevat:

a) majorarea diapazonului de variabilitate al 7 caracteristici morfofiziologice (talia plantelor, înălțimea de inserție a ștulețului, două tipuri de lungimea panicului, lungimea și lățimea frunzei, capacitatea de reținere apei a țesutului foliar în faza de coacere lapte-țeară) ale masei vegetative a liniilor somaclonale și combinațiilor hibride de la grupa încrucișărilor înrudite până la grupa test-încrucișării;

b) superioritatea combinațiilor hibride înrudite asupra formei parentale (liniei-originale BC27D4) în grupa încrucișărilor înrudite a liniilor somaclonale de porumb - pentru 5 caracteristici biometrice: două tipuri de lungimea panicului și toate trei caracteristici morfologice studiate a frunzelor (numărul frunzelor pe planta, lungimea și lățimea de frunze;

c) superioritatea combinațiilor hibride asupra formelor parentale maternelor (liniile somaclonale C54, C55 și C57) în grupa de test-încrucișări cu linii somaclonale - pentru 9 parametri morfofiziologici: talia plantelor, două tipuri de lungime a panicului, numărul frunzelor, lungimea și lățimea frunzei, capacitatea de reținere apei a țesutului foliar în două faze de cercetare și coeficientul stabilității grosimii frunzei în faza de coacere lapte-țeară).

Pe baza a acestor date experimentale obținute au fost calculate valorile heterozisului ipotetic și real pentru evaluarea în mod comparativ a diferitelor tipuri de heterozis studiat.

S-a stabilit, că valorile de *heterozis generativ* manifestă efectul de contrast a heterozisul ipotetic  $H_{ip}$  printre încrucișările înrudite și test-încrucișări la indiciului “numărul de ramuri pe panicul” (de la -10% până la 57%), dar efectul de contrast a heterozisul generativ real  $H_{real} \text{♀}$  - după două tipuri de “lungime a paniculului” (de la -13% până la 46%).

Studierea *heterozisului vegetativ* s-a evidențiat, efectul de contrast a heterozisului ipotetic  $H_{ip}$  printre încrucișările înrudite și test-încrucișări la parametrii: „talie plantei” (10% - 46%), „înălțimea de inserție a știuletelui” (5% - 40%), “lungimea frunzei” (3% - 27%), “lățimea frunzei” (0% - 25%). În același timp, efectul de contrast a heterozisul vegetativ real  $H_{real} \text{♀}$  se observă după toți trei indici morfologici a frunzelor studiate: “numărul frunzelor la planta” (10% - 33%), “lungimea frunzei” (2% - 35%) și “lățimea frunzei” (-11% - 43%).

Analiza datelor al heterozisului adaptiv pe baza folosirii caracteristicilor a regimului hidric (“capacitatea de retenție a apei a țesutului foliar” și “coeficientul stabilității grosimei frunzei”) s-a constatat manifestarea efectului de heterozis foarte modest: efectul de contrast a heterozisul ipotetic  $H_{ip}$  printre încrucișările înrudite și test-încrucișări o fost relevat numai la parametrul “capacitatea reținerii apei a țesutului foliar” în ambele faze critice pentru exprimarea rezistenței la secetă pentru cultura porumbului: în faza înfloririi (-20% - 43%) și în faza de coacere lapte-ceară (-33% - 23%).

### Concluzii

1. S-a demonstrat experimental posibilitatea de a folosi două grupuri de încrucișare a liniilor somaclonale (înrudite și test-crosuri) ca un model pentru studierea efectului de manifestare a diferitelor tipuri de heterozis.
2. Cel mai mare efectul de contrast s-a stabilit la heterozisul reproductiv (după recolta boabelor) în aceste două grupe de încrucișări a liniilor somaclonale (înrudite și test-crosuri).
3. S-a constatat efectul de contrast a heterozisul ipotetic printre încrucișările înrudite și test-încrucișăr cu liniile somaclonale la 7 parametri biometrici și fiziologici, care determină heterozisul generativ (după numărul de ramuri la panicul), heterozisul vegetativ (talie plantelor, înălțimea de inserție a știuletelui, lungimea și lățimea frunzei) și heterozisul adaptiv (capacitatea de retenție apei a țesutului foliar în faza de înflorire și în faza de coacere lapte-ceară).
4. Efectul de contrast a heterozisul real (depășirea de forma maternă) a fost relevat după 5 indicatori biometrici ale paniculului și frunzei (două

tipuri de lungime a panicului și toate trei caracteristici morfologice studiate a frunzelor) între grupa încrucișărilor înrudite și grupa de test-încrucișări.

5. Particularitățile manifestării în ansamblu heterozisul ipotetic și real la combinațiile hibride cu liniile somaclonale permit să fie dată recomandare a 5 indici biometrici (două tipuri de lungime a panicului și toate trei caracteristici morfologice studiate a frunzelor) ca un set optim de indicatori a exprimării efectului de heterozis generativ și vegetativ la porumb.

### Bibliografie

1. ACT de transmitere a materialului semincer pentru conservare în Laboratorului Resurse Genetice Vegetale al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor A.Ș.M. de la 8 iulie 2016. 2.COMAROVA G . Cursul “Biotehnologii vegetale”(în limba română și limba rusă). Platforma MOODLE. 2019. Disponibil: <https://moodle.uasm.md/>
- 3.COMAROVA G., PALII A., ROTARI A. Protein polymorphism and heterosis of maize // științe agricole. Nr 2, Chișinău. Ed.: UASM. 2005.-P.3-7. ISSN 1857-0003.
- 4.FERREIRA, M.D.S., ROCHA, A.D.J., NASCIMENTO, F.D.S., OLIVEIRA, W.D.D.S., SOARES, J.M.D.S., REBOUÇAS, T.A. et al. The role of somaclonal variation in plant genetic improvement: A Systematic Review. In: Agronomy. 2023, vol. 13(3), pp. 730. ISSN 2073-4395. Disponibil: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/730>.
5. HAȘ I. Heterozisul la porumb. În: Porumbul – studiu monografic. Vol. 1. Biologia porumbului, Editura Academiei Române, București, 2004, pp. 311--362. ISBN 973-2710-55-1.
6. PALII A. Ameliorarea plantelor. Chișinău, 2014. 216 p. ISBN M 978-9975-120-46-3.
7. RIEGER R., MICHAELIS A., Genetisches und Cytogenetisches Wörterbuch. Генетический и цитогенетический словарь. Перевод с немецкого. Москва, 1967, 607 стр.
8. SCHNABLE, PATRICK S.; SPRINGER, NATHAN M. "Progress Toward Understanding Heterosis in Crop Plants". In: Annual Review of Plant Biology. 64 (1), 2013, p.71–88. Doi:10.1146/annurev-arplant-042110-103827. ISSN 1543-5008. PMID 23394499.
9. ȘTEFÎRȚĂ A., BRÎNZĂ L., BUCEACEAIAN S. et.al., Metode de diagnosticare a rezistenței ecologice a plantelor / Anastasia Ștefîrță et al. Acad. de Șt.a Moldovei. Chișinău. Centrul Ed. al UASM, 2005. 75p. ISBN 9975-64-050-8.
10. КОМАРОВА Г., ДОРОХОВ Д., МИХАЛАКИ А., ПАЛИЙ А., РОТАРЬ А. Сравнительное изучение проявления гетерозиса на репродуктивном, соматическом, адаптивном и молекулярном уровнях у простых гибридов кукурузы. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. Ediție Specială (Raportele prezentate la Congresul al IX-lea al Geneticienilor și Amelioratorilor), vol.311, Nr. 2, Chișinău. 2010, p.116-122. ISSN 1857-064X.

CZU: 633.15:631.523:577.

## STUDIUL UNOR INDICI DE PRODUCTIVITATE LA LINII DE PORUMB DIPLOID ȘI TETRAPLOID

*Dumitru Cojocari\**, doctorand, *Grigorii Batîru*, dr. conf. univ.,

*Galina Comarova*, dr. conf. univ.,

*Departamentul Agronomie și Mediu, Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova;*

**Rezumat.** Ameliorarea plantelor nu poate fi concepută fără o variabilitate genetică mare. Un instrumentar de sporire a variabilității genetice, este modificarea numărului de cromozomi, adică – poliploidia, care poate intensifica manifestarea caracterelor de valoare agronomică. Înțelegerea acestor manifestări constituie o sarcină importantă pentru genetică și ameliorare. Scopul lucrării a fost de a aprecia indicii de productivitate a 6 linii consangvinizate de porumb diploid și analogii lor tetraploizi și aprecierea interacțiunii genotipului cu nivelul de ploidie. Analiza varianței a arătat că genotipul afectează semnificativ toți indicii studiați, ploidia influențează nesemnificativ grosimea știuletelui și masa rahisului, iar interacțiunea genotipului cu ploidia afectează nesemnificativ doar grosimii știuletelui. Rezultatele obținute pot fi utilizate în studiile de genetică și programele de ameliorare a porumbului.

**Cuvinte cheie:** porumb, caracter morfometric, productivitate, analiza varianței, tetraploid,

### Introducere

Marea problemă a sec. 21 este creșterea excesivă a populației, care din ce în ce mai mult simte lipsa în alimente de calitate mai ales în contextul schimbărilor climatice ce sunt tot mai dificile pentru producerea agricolă [Starodub, 2015]. În rezolvarea acestei probleme cu mare succes s-a încadrat porumbul, care este una din culturile principale în agricultura mondială. Datorită plasticității ridicate, rezistenței și stabilității recoltei de calitate superioară, pe bună dreptate ocupă locul trei în lume după suprafețele însămânțate, fiind devansat doar de grâu și orez. După recoltă este net superioară față de orice altă cultură cerealieră, ceea ce o determină a fi foarte valoroasă în securitatea alimentară mondială [Мику, 1983; Палий, 1989]. În prezent porumbul ocupă peste 240 mil. ha anual, iar recolta medie de boabe fiind de circa 5,0 t/ha, ceea ce este foarte semnificativ față de alte culturi cerealiere [FAO, 2022]. Datorită conținutului biochimic superior al boabelor (hidrați de carbon: 65-70%; proteine: 9-12%; grăsimi: 3-5% și vitamine) [Ротарь, 1985].

Din producția mondială de boabe aproximativ 72 % se folosesc în hrana animalelor, 28% se folosesc în hrana omului și în măsură mai mică în scopuri industriale. Astfel, valoarea universală a porumbului se determină prin folosirea lui ca cultură furajeră, alimentară și tehnică [Палий, 1989].

Porumbul are o mare utilizare în alimentația omului, folosit ca crupe, făină, fiert, fulgi. Boabele de porumb reprezintă un aliment concentrat valoros pentru animalele domestice, valoarea nutritivă fiind de 1,34u.n./kg, și cu conținut redus de celuloză, ceea ce mărește asimilarea în organismul animal. Tot odată datorită calității bobului are mare utilitate în industrie folosit în producerea de amidon, alcool, glucoză și ulei [Palii, 2008].

Utilizarea atât de variată a porumbului de către om a fost posibilă numai datorită variabilității genetice enorme, care a permis obținerea de soiuri și mai ales hibridi înalt productivi, cu calități biochimice planificate și stabile.

Mărirea recoltei porumbului a fost posibilă prin obținerea hibridilor care manifestă efect heterozis (vigoare de creștere, spor de producție) față de formele parentale utilizate. Iar îmbunătățirea calității biochimice a bobului este posibilă prin utilizarea genelor mutante, modificatoare a calității endospermului: *opaque2 (o2)* care determină structura intransparentă a bobului, și *floury2 (fl2)* care determină structura făinoasă a bobului, iar folosite împreună în diferite doze contribuie la modificarea structurii endospermului, raportului de aminoacizi, mărindu-se conținutul de lizină triptofan și micșorând conținutul de zeină, factor important pentru zootehnie [Мику, 1985].

Unul din instrumentarul de sporire a variabilității genetice, este modificarea numărului de cromozomi, adică – poliploidia, care poate intensifica manifestarea caracterelor de valoare agronomică.

Poliploidia se manifestă deseori prin modificări morfologice, biochimice și fiziologice. Unele dintre acestea manifestând interes practic prin utilizare în programele de ameliorare și cercetările genetice. Morfologic nivelul de ploidie afectează întreaga plantă (tală, lungimea frunzelor, panicul), schimbările morfologice fiind determinate de factorii fiziologici (celule mărite) [Udall and Wendel 2006, Batîru 2024].

Pe umerii amelioratorilor trece problema creării de forme superioare care să întrunească în sine un spectru variat de calități biochimice și fiziologice speciale, în dependență de direcția de utilizare a producției, fie pentru industrie (un conținut ridicat de amidon sau ulei), fie pentru alimentație animală (conținut sporit al fracțiilor proteice valoroase), etc., cu transmiterea ulterioară verigilor specializate de producere a semințelor.

Scopul cercetării a fost de a evalua statistic influența diferitor nivele de ploidie a șase linii consangvinizate de porumb asupra unor indici de produc-

tivitate ale plantelor de porumb în condițiile anului agricol 2023. Ca obiective au servit: (1) Aprecieri morfometrice ale știuleților de porumb la linii diploide și tetraploide; (2) Analiza statistică a datelor morfometrice; (3) Aprecierea influenței genotipului și a ploidiei la manifestarea caracterelor cercetate

### **Materiale și metode.**

Cercetările au fost efectuate în cadrul sectorului didactice al Departamentului Agronomie și Mediu al Universității Tehnice a Moldovei în anul agricol 2023, caracterizat printru sol cernoziom carbonatic, cu conținut mediu de humus 3,1% și reacție neutră (pH = 6,7- 7,2), și asigurat cu elemente nutritive în formă accesibilă.

Temperatura medie anuală a aerului a constituit +11,0..+13,3°C, depășind norma cu 2,2-2,9°C, cantitatea anuală de precipitații a fost 435-515 mm (80-95% din normă), dar repartizarea neuniformă a influențat dezvoltarea culturii.

În calitate de material biologic au servit 6 linii consangvinizate de porumb *C81*, *C81o2*, *MK131*, *P346*, *P346o2*, *SL343* și formele tetraploide ale acestora obținute anterior prin injectarea soluției de colchicină de 0,2% în nodul de creștere al plantelor tinere (în faza de 1-3 frunze).

Parametrii morfometrici studiați au fost: lungimea știuletelui (Lst), grosimea știuletelui (Gst), masa știuletelui (Mst), masa rahisului (Mrah), Recolta de boabe (R). Măsurările au fost efectuate după recoltare, iar recolta fost calculată la umiditatea standard de 14%.

Pentru aprecierea influenței genotipului și ploidiei asupra parametrilor de productivitate, datele primare acumulate au fost supuse unor prelucrări statistice prin analiza varianței ajutorul programului Statgraphics.

### **Rezultate și discuții**

Dat fiind faptul că trăsăturile morfometrice sunt determinate poligenic, iar numărul de gene implicate este diferit, pentru aprecierea acestor parametri se utilizează metode de genetică cantitativă. În tabelul 1 sunt prezentate valorile medii pentru indicatorii studiați precum și eroarea standard a fiecărei medii.

Din datele tabelului 1 se poate constata că mediile celor 5 indici ale genotipurilor studiate variază și sunt influențate diferit de factorii experimentali studiați. Ceea ce este indicat și de eroarea standard a fiecărei medii, care asociată valorilor medii ne permite să estimăm nivelul de încredere a acestor date.

Tabelul 1. Mediile celor mai mici pătrate și erorile mediilor pentru indicii de productivitate a liniilor de porumb

Genotipul	Ploidia	Lst.		Gst.		Mst.		Mrah.		R	
		$\bar{X}^*$ , cm	$S\bar{x}^{**}$	$\bar{X}$ , cm	$S\bar{x}$	$\bar{X}$ , g	$S\bar{x}$	$\bar{X}$ , g	$S\bar{x}$	$\bar{X}$ , kg	$S\bar{x}$
C81	2x	13,27	0,99	4,11	2,95	102,40	6,59	18,79	2,09	4124,0	327,3
	4x	7,46	0,88	3,06	3,10	9,99	5,84	5,34	1,85	240,3	327,3
C81 o2	2x	13,98	0,55	3,48	1,67	55,67	3,64	18,09	1,15	1867,0	327,3
	4x	11,31	0,61	3,57	1,92	40,03	4,06	16,16	1,29	1232,0	327,3
MK 131	2x	9,69	0,56	3,33	1,68	32,65	3,75	14,26	1,19	889,8	327,3
	4x	8,83	0,58	3,34	1,73	29,24	3,86	14,16	1,22	1464,0	327,3
P346	2x	12,32	0,59	3,43	1,76	60,55	3,92	11,41	1,24	2460,0	327,3
	4x	10,66	0,63	3,47	1,92	34,59	4,20	16,88	1,33	878,7	327,3
P346o 2	2x	7,08	0,57	27,48	1,71	26,11	3,80	6,53	1,21	1015,0	327,3
	4x	6,08	0,78	25,43	2,31	20,56	5,15	6,88	1,63	699,5	327,3
SL 343	2x	12,92	0,66	3,23	2,00	47,72	4,37	10,94	1,41	1757,0	327,3
	4x	13,84	0,61	3,62	1,85	40,20	4,06	20,00	1,29	897,6	327,3
<b>Media</b>	<b>2x</b>	<b>11,54</b>	<b>0,27</b>	<b>7,51</b>	<b>0,82</b>	<b>54,19</b>	<b>1,82</b>	<b>13,34</b>	<b>0,56</b>	<b>2019,0</b>	<b>133,6</b>
	<b>4x</b>	<b>9,70</b>	<b>0,28</b>	<b>7,08</b>	<b>0,89</b>	<b>29,10</b>	<b>1,87</b>	<b>13,24</b>	<b>0,59</b>	<b>902,0</b>	<b>133,6</b>

Notă: \* - media; \*\* - eroarea standard

Aceste informații sunt semnificative pentru evaluarea performanței genotipurilor și pentru interpretarea modului în care aceștia răspund la factorii experimentali în cadrul studiului nostru.

Pentru a oferi o interpretare mai detaliată a influenței diferiților factori asupra acestor indici, este important să studiem rezultatele din prisma analizei varianței (ANOVA) prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 2. Valorile probabilității în testul pentru analiza varianței indicilor de productivitate a liniilor de porumb

Sursa de variație	Lst.	Gst.	Mst.	Mrah.	R
	Valorile probabilității				
A: Genotipul	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
B: Ploidia	<0,05	0,73	<0,05	0,90	<0,05
A × B: Genotipul și Ploidia	<0,05	0,99	<0,05	<0,05	<0,05

Datele prezentate în tabelul 2 cuprind valorile probabilității din testul ANOVA pentru fiecare caracter. Valorile mai mici de 0,05 arată un efect statistic semnificativ asupra caracterului la nivelul de semnificație de 95,0 %, iar valorile mai mari ca 0,05 nu au un efect semnificativ, la același nivel de semnificație statistică.

Analiza detaliată a rezultatelor din Tabelul 2 relevă informații importante despre influența diferiților factori asupra caracterelor morfologice studiate.

Lungimea știuletelui (Lst) este influențată semnificativ de genotip, ploidie și interacțiunea dintre aceștia. Acest rezultat sugerează că atât genotipurile utilizate, cât și ploidia au un impact semnificativ asupra lungimii știuletelui.

Masă știuletelului (Mst) și Recolta de boabe (R) sunt, de asemenea, influențate semnificativ de genotip, ploidie și interacțiunea dintre aceștia. Corelația semnificativă între lungimea, masa știuletelului și recolta de boabe ne determină să le poziționăm ca primordiale în programele de ameliorare a porumbului, dat fiind faptul că acestea ne determina randamentul de boabe.

Grosimea știuletelului (Gst) este influențată semnificativ de genotip, ceea ce indică că diferite genotipuri pot prezenta variații în grosimea știuletelui. Însă ploidia și interacțiunea acesteia cu genotipul nu au un efect semnificativ asupra acestui caracter morfologic.

Masă rahisului (Mrah) nu este influențată semnificativ de ploidie, însă genotipul și interacțiunea acestuia cu ploidia manifestă un efect semnificativ asupra acestui caracter.

Aceste constatări sunt esențiale pentru înțelegerea modului în care genotipul și nivelul de ploidie contribuie la variația caracterelor morfologice studiate în programele de ameliorare a culturii de porumb. Utilizarea acestor date în studiile de ameliorare a porumbului poate sprijini selecția genotipurilor pentru a maximiza producția, adaptabilitatea și plasticitatea liniilor de porumb în diverse condiții de producere specifice zonei de cultivare a acestuia.

### **Concluzii**

1. Analiza varianței a arătat o cotă de acțiune semnificativă a liniilor cercetate asupra tuturor caracterelor morfometrice cercetate.

2. Nivelul de ploidie a avut o influență semnificativă pentru lungimea știuletelui, masa știuletelui și recolta; și nesemnificativă pentru grosimea știuletelui și masa rahisului.

3. S-a remarcat un nivel semnificativ de interacțiune dintre genotip și nivelul de ploidie pentru majoritatea caracterelor cu excepția grosimii știuletelui.

4. Rezultatele obținute permit înțelegerea mai aprofundată a fenomenului de poliploidie la porumb și interacțiunile genetice.



## Lista bibliografică:

1. STARODUB V. Fitotehnie. Chișinău: Tipografia „Print-Caro”, 2015, 574 p
2. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
3. Ротарь А. И. Химический состав и питательная ценность кукурузы// Кукуруза в Молдавии. Кишинев, Картеа молдовеняскэ, 1985, с 23-29.
4. Мику В. Е. Генетические коллекции кукурузы // В кн.: Итоги науки и техники, т.2, Москва, 1983.
5. Мику В. Е. Генетические исследования кукурузы// Кукуруза в Молдавии. Кишинев, Картеа молдовеняскэ, 1985, с 23-29.
6. PALII A. Studiul și utilizarea variabilității genetice în ameliorarea calității bobului la specia Zea mays L. In: Academos, 2008, nr. 4(11), pp.66-71.
7. Udall JA, Wendel JF, Polyploidy and Crop improvement. Plant Genome, Suppl Crop, 2006
8. Palii A., Genetica. Chisinau: Museum 1998
9. Палий А. Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы. Кишинев, Штиинца, 1989
10. Batîru G., Lübberstedt T., Polyploidy in maize: from evolution to breeding, Theoretical and Applied Genetics, 2024.

CZU:633.15:631.527:577.112 (478)

### FOLOSIREA STUDIILOR BIOCHIMICE MOLECULARE ÎN AMELIORAREA PORUMBULUI ȘI PRODUCȚIA DE SEMINȚE: IMPACTUL CERCETĂRII ÎN PERIOADA 1988-2023

<sup>1</sup>Comarova G., Dr, conf. univ.,<sup>1</sup>Rotari A., Dr. Hab.

<sup>1</sup>Batiru G., Dr, conf. univ.,<sup>2</sup>Rotari E., Dr, conf. cercet.,

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Chisinau, Republica Moldova

<sup>2</sup>Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor

**Rezumat.** Articolul de sinteză descrie dinamica dezvoltării lucrărilor științifice privind studiile biochimice moleculare ale polimorfismului proteinelor de rezervă a porumbului, efectuate în ultimele decenii în Republica Moldova. Dovezile privind eficacitatea introducerii metodelor de genetică biochimică și tehnologiilor informatice în practica agronomică sunt prezentate pe exemplul creării pașapoartelor electroforetice ale hibrizilor de porumb omologați pentru utilizarea lor la nivel național și internațional în scopuri comerciale și extinde posibilitățile de pregătire a studenților de profil agronomic în concordanță cu cerințele moderne ale învățământului superior agricol.

**Cuvinte cheie:** porumb, hibrizi, liniile parentale, producerea semințelor, electroforeza proteinelor, pașapoarte electroforetice.

## Abstract

The review describes the dynamics of the scientific research development on molecular biochemical studies of the storage protein polymorphism of maize, carried out in the last decades in the Moldova Republic. Evidence regarding the effectiveness of the biochemical genetics methods and computer technologies introduction into agronomic practice is present on the example of the maize hybrids electrophoretic passports creation for their use at the national and international levels for commercial purposes and expands the possibilities for students training in accordance with the modern requirements of higher agricultural education.

**Key words:** maize, hybrids, parental lines, seed production, protein electrophoresis, electrophoretic passports.

## Introducere

Republica Moldova produce anual între 1500 și 4000 tone de semințe de porumb pentru export. Începând cu anul 2018, producția acestei culturi s-a stabilizat, prezentând anual în medie 3000 tone de semințe exportate [8]. Cerința principală pentru loturile de semințe primite spre realizare constă în garantarea unui nivel înalt de hibriditate pentru a realiza un potențial optim de producție. Achiziționarea semințelor de porumb este condiționată de eliberarea certificatelor pentru determinarea nivelului de hibriditate a acestora. Dreptul eliberării certificatelor corepunzătoare le aparține doar laboratoarelor analitice acreditate. La rândul său, conform cerințelor actuale, acreditarea laboratoarelor din Republica Moldova se realizează pe baza standardelor moldovenești înregistrate de stat.

La momentul actual în Republica Moldova baza fundamentală pentru certificarea materialului semincer de porumb destinat atât pieței externe, cât și pieței interne este utilizarea standardului național de identificare a hibridității semințelor prin electroforeza proteinelor de rezervă (zeine) de porumb, elaborat și aprobat în anul 2003 – „Standard Moldovean SM 233:2003” [7].

Acest standard este primul standard național al țării noastre, care a fost elaborat pe baza rezultatelor de studii biochimice moleculare ale complexului proteic al semințelor de porumb efectuate în scopuri aplicative a producției de semințe ale acestei culturi în decurs de ultimele decenii în Republica Moldova.

Această lucrare este dedicată unei scurte analize a istoriei creării acestui standard, posibilităților de utilizare practică a acestuia la nivel național și internațional, precum și noilor abordări metodologice care fac posibilă

extinderea eficienței metodei de electroforeză, datorită aprobării elementelor de tehnologii informaționale în procesul de compunere a pașapoartelor electroforetice (EF) ale hibrizilor de porumb omologați de generație nouă.

### **1. Istoricul creării unui standard național pentru determinarea hibridității semințelor de porumb prin metoda EF a proteinelor zeinice (1988 – 2003).**

Autorii standardului destinat pentru determinarea gradului hibridității semințelor folosind metoda de electroforeză a proteinelor de rezervă a porumbului sunt: doctor-habilitat în științe biologice Alexandr Rotari (Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – succesor de drepturi al Institutului pentru Porumb și Sorg din Republica Moldova) și doctor în științe biologice Galina Comarova (Universitatea Tehnică din Moldova, Facultatea de Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului - succesor de drepturi al Universității Agrare de Stat din Moldova, Facultatea de Agronomie). Sub conducerea și participarea nemijlocită a acestora, în anul 1988, la Institutul pentru Porumb și Sorg a fost aprobată metoda de electroforeză a zeinei, propusă de savanți din Ucraina [14] ca metodă unică pentru mai multe republici uniunale ale fostei URSS. Timp de 15 ani (1988-2003), Institutul pentru Porumb și Sorg din Republica Moldova și Universitatea Agrară de Stat din Moldova au efectuat ample teste științifice și de producție, care au demonstrat eficacitatea metodei de electroforeză a zeinei, ca alternativă de succes la metoda de control în câmp – post-control [12]. O descriere detaliată a principalelor etape de testare a metodei electroforezei zeinei, precum și toate perfecționările metodologice (în scopul creării unui standard național) este prezentată într-o serie de publicații științifice ale autorilor vizați și colegilor lor între anii 1990-2004 [15, 6, 9, 13].

În anul 2003, a fost publicat standardul național SM 223-2003, în care, pentru prima dată în condițiile Republicii Moldova, în scopul evaluării purității genetice a materialului semincer de porumb, s-au folosit criterii la nivel molecular - markeri proteici. Datorită faptului că acest standard permite certificarea obiectivă a calității semințelor hibrizilor comerciali de porumb cu o economie semnificativă de timp, standardul SM 223:2003 a fost utilizat cu succes în producerea de semințe primare și industriale de porumb în țara noastră, precum și pentru certificarea semințelor de hibridi de selecție moldovenească exportate în străinătate [7].

Un exemplu reușit al realizării acestei direcții este faptul că de peste două decenii țara noastră este lider în exportul semințelor de porumb în Republica Belarus. Istoria de succes a unei cooperări bilaterale atât de eficiente și de lungă durată constă în faptul că soluția problemei exportului se-

mințelor de porumb de înaltă calitate asigură îndeplinirea promptă a tuturor cerințelor din partea țării-importator.

## **2. Rolul metodei EF și principiilor modelării computerizate în rezolvarea problemei exportului de semințe a hibrizilor omologați de porumb.**

Pentru a consolida relația reciprocă cu țara importatoare, metoda electroforezei zeinei care se află la baza standardului național SM 233:2003, începând cu anul 2000, a fost introdusă în Laboratorul Central de Calitate a Semințelor al Academiei Agricole de Stat din Belarus. De menționat, că această metodologie a stat la baza dezvoltării standardului național al Belarusului, conform căruia toate semințele de hibrizi de porumb achiziționate de această republică și exportate de producătorii de semințe din Moldova sunt retestate pentru gradul de hibriditate [16].

În anul 2002, Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare, precum și Inspectoratul de Stat pentru Testarea și Protecția Soiurilor de Plante din Republica Belarus, au scos în evidență problema necesității de a furniza matrice de spectre electroforetice ale semințelor de hibrizi de porumb exportati sub formă de pașapoarte electroforetice ale acestor hibrizi și formelor lor parentale (având un certificat care confirmă gradul de hibriditate a lotului de semințe respectiv) . Aceste cerințe au servit drept bază pentru elaborarea în 2003 a unei metodologii vizând stimularea computerizată a spectrelor electroforetice ale hibrizilor și formelor lor parentale [10]. Datorită aplicării metodei de calculare a formulelor spectrelor de zeină ale semințelor de porumb conform standardului intern, a fost creată o bază de date cu matrice de spectre electroforetice ale zeinei din formele parentale ale tuturor hibrizilor comerciali de selecție autohtonă din perioada 1994-1996.

Astfel, loturile de semințe exportate în Belarus puteau fi acceptate spre vânzare doar după depunerea de către producătorii de semințe din Moldova a următoarelor documente:

a) certificat care confirmă gradul de hibriditate a lotului de semințe respectiv, eliberat în baza standardului SM-2003;

b) pașapoarte electroforetice ale semințelor hibrizilor exportati și formelor parentale ale acestora sub formă de matrice digitale.

## **3. Centre de certificare electroforetică și pașaportizare a hibrizilor omologați de porumb din 2003 până în 2019.**

De la elaborarea și testarea standardului național SM 233:2003 în anul 2003, a fost inițiată procedura de acreditare pentru Laboratorul de Biochimie, Fiziologie și Biotehnologie al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”: din

2004 până în 2012. Acest laborator a devenit primul centru juridic pentru eliberarea certificatelor de analiză a nivelului de hibriditate a semințelor de porumb, precum și pentru crearea matricelor de pașapoarte electroforetice (EP) ale semințelor formelor parentale ale hibrizilor destinați pentru export. În paralel cu această lucrare autorii standardului național SM 233:2003 au îndeplinit la Catedra de Ameliorare, Genetica și Biotehnologia culturilor agricole a Universității Agrare din Moldova o instruire anumitor persoane pentru a testa acest standard în Laboratorul Central Fitosanitar” (LCF IP) al Republicii Moldova și efectua certificarea necesară (în conformitate cu standardul specificat) a loturilor de semințe hibride de porumb prezentate pentru analiză (Alexandr Rândunica, Andrei Mihalachi, Nicolae Schițco, Dumitru Cojocari, Grigorii Batîru, Serghei Bounegru, Irina Erhan).

În prezent, Instituția Publică „Laboratorul Central Fitosanitar” al Republicii Moldova este singura instituție care, începând cu anul 2009, are dreptul de a elibera oficial certificate pentru evaluarea gradului de hibriditate a semințelor hibrizilor de porumb moldovenesc, destinate pentru comercializare atât în țara noastră, cât și în străinătate.

În același timp elaborarea inițială și crearea matricelor de pașapoarte electroforetice ale semințelor hibride de porumb și formelor lor parentale în perioada 2002-2019 au fost efectuate în laboratorul acreditat de la sfârșitul anului 2002 - Laboratorul de Biochimie și Fiziologie (Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" și succesorul său legal - sectorul de biochimie al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”) în colaborare cu Catedra de ameliorare, genetică și biotehnologie a culturilor agricole (2002-2012) și succesorul acesteia - Catedra de biologie vegetală a Universității Agrare de Stat din Moldova (2012-2019). Anume aceste matrice, aprobate de administrația Institutului de Fitotehnie “Porumbeni”, au garantat promovarea cu succes a loturilor de semințe ale hibrizilor comerciali de porumb omologați, exportate pentru reverificarea lor prin electroforeză în Republica Belarus [16]. De subliniat faptul, că prioritatea creării matricelor de pașapoarte EF și furnizarea acestora către țara importatoare aparține exclusiv părții moldovenești [5]. Spre regret, pentru perioada 2002-2019, această procedură a avut un caracter spontan, crearea matricelor EF fiind realizată doar la solicitare.

În anul 2012, Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală din Moldova (AGEPI) a publicat un catalog de pașapoarte electroforetice ale formelor parentale și hibrizilor de porumb omologați [11], care a fost compilat pe baza materialului de ameliorare inițial, utilizat pentru crearea hibrizilor omologați

de porumb în perioada 1994-2009. Pe parcursul anilor 1995-2010 materialele acestui catalog au fost destinate exclusiv pentru uz administrativ.

#### **4. Dezvoltarea Proiectului de creare a unui catalog de pașapoarte EF pentru hibridi de generație nouă - etapa actuală al utilizării efective a cercetărilor biochimice moleculare și modelării computerizate în ameliorarea porumbului și producția de semințe (2020-2023).**

În perioada 2010-2019, este pusă pe cântar eficiența documentației oficiale și specificul interacțiunii dintre Academia Agricolă de Stat din Belarus, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” și Laboratorul Central Fitosanitar din Moldova. Între timp, au apărut hibridi de porumb de o nouă generație - atât de selecție autohtonă, cât și străină. Iată de ce, în anul 2019, Universitatea Agrară de Stat din Moldova și Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” au considerat drept necesară crearea unei baze de date sub forma unui catalog de pașapoarte electroforetice de material semincer de porumb destinat pentru export. Se avea în vedere o publicație în format digital, pe baza standardului național SM-2003, pentru utilizare la nivel internațional. Originalitatea studiului propus a constat în faptul că cercetările biochimice moleculare privind complexul proteic al semințelor hibridilor de porumb omologați și al formelor lor parentale au determinat baza științifică pentru crearea și eliberarea într-un timp scurt a documentației tehnice, cu garanția protecției drepturilor de autor ale beneficiarilor-originatori ai hibridilor de porumb din Republica Moldova [8].

Ideea propusă și argumentele în favoarea acesteia fiind evaluate pozitiv, în ianuarie 2020 a fost aprobat Proiectul “Crearea catalogului de pașapoarte electroforetice ale formelor parentale și hibridilor de porumb omologați în Republica Moldova și destinați pentru export” cu cifrul 20.80009.5107.21, denumit în continuare „Catalog”.

În ultimii patru ani (2020-2023), s-a desfășurat o lucrare intensă asupra metodologiei de creare a elementelor de bază al acestui „Catalog” - pașapoartele electroforetice. Au fost elaborate principiile și metodele de obținere directă a rezultatelor de studiu proteinelor de rezervă a endospermului de porumb, prelucrarea acestora, digitizarea, modelarea pașapoartelor EF corespunzătoare, precum și interpretarea acestora [1,2].

O abordare sistematică a creării unui algoritm pentru obținerea pașapoartelor EF în format digital, elaborarea recomandărilor pentru interpretarea acestora, a permis autorilor să introducă un set de parametri cantitativi noi, care extind gama de posibilități de interpretare a datelor obținute, nu doar pentru procesul de certificare a loturilor de semințe evaluate, dar și

pentru efectuarea discuțiilor mai detaliate a rezultatelor obținute în vederea aprofundării analizei științifice a materialului studiat [4].

Crearea „Catalogului”, ca un produs final al activității intelectuale a Proiectului, a prevăzut publicarea în acesta a 65 de pașapoarte EF a hibrizilor de porumb de nouă generație, zonați în Republica Moldova, România, Belarus, Kazahstan și exportate în străinătate. Pașapoartele acestor hibridi au fost sintetizate pe baza a 108 matrici electroforetice ale liniilor parentale conform principiului codominanței. Publicarea „Catalogului” în decembrie 2023 a fost realizată cu scopul de a oferi documentație oficială sistematizată a materialului semințelor hibrizilor de porumb de nouă generație pentru utilizarea legală și comercială a acestuia pentru export. [3].

Gama de utilizări acestui catalog este cele mai diverse și este intenționat:

- a) pentru beneficiarii-originatori ai hibrizilor exportati din Republica Moldova - posibilitatea obținerii unei garanții stabile de protecție a drepturilor de autor pentru acești hibridi;

- b) pentru întreprinderile producătoare de semințe ale hibrizilor de porumb omologați - posibilitatea de a reduce timpul și de a îmbunătăți calitatea certificării în LCF IP a materialului semincer destinat exportului;

- c) pentru centrele de certificare ale țărilor importatoare (cu transferul oficial a catalogului înregistrat din Republica Moldova) - posibilitatea de a accelera semnificativ reverificarea gradului de hibriditate a loturilor de semințe de porumb exportate din țara noastră, ceea ce simplifică procesul de vânzare a acestora;

- d) pentru cadrele didactice din instituțiile de învățământ superior, studenților, masteranzilor, doctoranzilor, specialiștilor de profil agronomic.

Potrivit autorilor, crearea, pe baza unui studiu biochimic molecular al complexului proteic al semințelor de porumb, a unui document legal oficial (în format digital) - un Catalog de pașapoarte EF ale hibrizilor de porumb autohtoni și formele lor parentale - este de natură economică. Valoarea în rezolvarea problemelor de creștere a competitivității materialului sămânță de porumb selecția moldovenească.

Fără îndoială, editarea catalogului ar fi fost posibilă limitându-se doar cu prezentarea unui set de pașapoarte EF de linii parentale și hibridi de porumb omologați de generație nouă. Avându-se însă în vedere gama largă de specialiști cărora le este adresată lucrarea, autorii au considerat necesară și reflectarea procesului de pregătire a acestor pașapoarte în mai multe etape, pentru a înlesni interpretarea lor atât în procesul aplicativ, cât și în cel de cercetare. De aceea, catalogul conține două compartimente.

Prima parte prezintă informații cu privire la:

- 1) principiile de selectare a hibrizilor omologați și a formelor lor parentale de porumb pentru pașaportizarea electroforetică;
- 2) metodica pregătirii unei probe medii de "șrot" pentru analiza electroforetică;
- 3) utilizarea metodei de electroforeză pentru realizarea unui studiu biochimic molecular al complexului de zeină a endospermului de porumb la nivelul actual;
- 4) principiile creării formulelor pentru spectrele EF ale zeinei în format digital;
- 5) programa FOREZ-2 și utilizarea algoritmului pentru crearea pașapoartelor EF ale hibrizilor de porumb;
- 6) noi abordări în modelarea EF a pașapoartelor hibrizilor de porumb, a liniilor parentale ale acestora și specificul interpretării pașapoartelor EF elaborate.

Cea de a doua parte a lucrării prezintă 65 de pașapoarte EF, întocmite pe baza a 108 matrice electroforetice de linii parentale sintetizate pe baza acestora, conform principiului codominanței, și hibridi de porumb autohoni de diferite grupe de maturitate (FAO 100-499).

În perspectivă, după opinia autorilor, un complex a pașapoartelor electroforetice de 108 linii de porumb create în procesul de pregătire a Catalogului pot fi considerat ca o bază de informații importantă pentru continuarea logică a Proiectului 20.80009.5107.21 în noile programe instituționale de modelare digitală a unei colecții de linii parentale de porumb la nivel de molecule proteice, ceea ce presupune continuarea cooperării științifice a Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor (succesor al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”) și a Facultății de Științe Agricole, Silvicultură și Mediul Universității Tehnice din Moldova (succesor al Universității Agrare de Stat din Moldova).

### **Concluzii**

Astfel, dinamica prezentată a dezvoltării lucrărilor științifice privind studiile biochimice moleculare ale polimorfismului proteinelor de rezervă a porumbului, efectuate în ultimele decenii în țara noastră, mărturisește eficiența utilizării rezultatelor acestora în realizarea scopurilor practice ale ameliorării moderne a porumbului și producției de semințe a acestei culturii. Crearea unui catalog de pașapoarte EF a hibrizilor de porumb omologați de generație nouă (pentru utilizarea lor la nivel național și internațional) este o dovadă serioasă a eficacității introducerii în practica agronomică a metodelor moderne de genetică biochimică și tehnologii informatice, ce extinde posibilitățile de



pregătire a studenților de profil agronomic în conformitate cu cerințele moderne ale învățământului superior agricol din Republica Moldova.

### Referințe bibliografice

1. ADAMCIUC A., BATIRU GR., COMAROVA G., BOUNEGRU S., ROTARI E. Algorithm for creating electrophoretic passports of maize hybrids. In: Materials of Scientific International Symposium “Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospects”. Chisinau, Republic of Moldova, 2022, pp.7-9.
2. BATIRU G., COMAROVA G., ADAMCIUC A., BOUNEGRU S., ROTARI A. The model for creating electrophoretic passports of storage proteins in maize. In: Mater.of Intern.Scient.Conf. «125th birth anniversary of *BORIS P. SOKOLOV*». Dnipro, Ukraine, September 2022, pp. 65-67
3. BATÎRU G., COMAROVA G., BOUNEGRU S., ADAMCIUC A., COJOCARI D., ROTARI E. Specificul polimorfismului zeinei endospermului la hibridii autohtoni de porumb din diferite grupe de maturitate. In: Mater.ale confer. „Știința în nordul Republicii Moldova” (ed. 7), BĂLȚI, 2023, pp.250-256.
4. BATÎRU, G., COMAROVA, G., ADAMCIUC, A., BOUNEGRU, S., COJOCARI, D., ROTARI, E. Catalogul pașapoartelor electroforetice ale formelor parentale și hibridilor de porumb, omologați în Republica Moldova și destinați pentru export. Red.Șt.: Alexandr Rotari. Universitatea Tehnică din Moldova. Facultatea Științe Agricole, Silvice și ale Mediului, Chișinău: Centrul Ed. PRINT CARO, 2023. 132 p. ISBN 978-9975-175-96-8.
5. COMAROVA G., ROTARI A., ROTARI E. The new way of evaluating the protein polymorphism for Maize breeding and seed production. Conf. Intern.a UȘAMV din București „Agricultura pentru viață, viață pentru agricultură” .Sc.Papers. Ser.A. Agronomy, Vol. LIX, 2016, p.257-260.ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793.
6. MANOLII V.,COMAROV G.,PALII A.,TOKAYANAGI K. et al.. The comparative study of gene opaque-2 dose effect expression on crop productivity, quality and protein polymorphism at maize lines and hybrids. In: Fellowsh. Report. Matsumae - Japan, 1997, p.219-233.
7. ROTARI A., COMAROVA G., GUȚANU GH. Standard Moldovean (SM 233-2003). Semințe de porumb. Determinarea purității biologice a liniilor consangvinizate și a gradului de hibridare la semințele hibridilor de porumb de prima generație prin metoda de electroforeză a proteinelor. Depart. “Moldova-Standard”, 2003, 34p.
8. БАТЫРУ Г.К., КОМАРОВА Г.Е., РОТАРЬ А.И. Молекулярно-биохимический инструментарий как основа создания каталога ЭФ-матриц родительских форм и гибридов кукурузы молдавской селекции. В сборнике материалов IV Международной научной конференции «Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы» (к 55-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси). Минск. Ноябрь 2020. Стр.35.
9. КОМАРОВА Г.Е. Полиморфизм белков в селекционно-генетических исследованиях кукурузы. // *Lucrări Științ Vol.6 “Agronomia”*. UASM. Chișinău, 1998, p. 14-22.

10. КОМАРОВА ГАЛИНА, РОТАРЬ А., АДАМЧУК А. Возможности компьютерного моделирования для паспортизации гибридов кукурузы методом электрофореза // Simpozion Științific Internațional “70 ani ai Universității Agrare de Stat din Moldova”, Agronomie, Chișinău, 2003, p. 38-40.
11. КОМАРОВА Г.Е., РОТАРЬ А.И., РОТАРЬ Е.А. Каталог электрофоретических паспортов родительских форм и гибридов кукурузы. Registrat la Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală a R.Moldova (AGPI) CERTIFICAT de înregistrare a obiectelor dreptului de autor și drepturilor conexe. Seria OȘ Nr. 3370 din 08.05.2012., Chișinău, 47 pag.
12. МИКУ В.Е., КОМАРОВА Г.Е., РОТАРЬ А.И., ГАРБУР И.В. Апликаря методей електрофорезей зеиней пентру контролул калитэции семинцелор де порумб// Булетин информатив, N12. МолдНИИНТИ, Кишинев, 1990, 9 паж.
13. МИКУ В.Е., РОТАРЬ А.И., КОМАРОВА Г.Е. Возможности использования метода электрофореза зеина в селекции и семеноводстве кукурузы // Сб.научн.трудов – 90 лет КНИИСХ “Эволюция научных технологий в растениеводстве”. Том 2. Тритикале. Сортоизучение и семеноводство. Ячмень. Кукуруза. Краснодар 2004, с.288-295.
14. ПОПЕРЕЛЯ Ф.А., АСЫКА Ю.А. Методические указания по электрофорезу зеина кукурузы для определения процента гибридности семян F<sub>1</sub>. Москва.1988.12 стр.
15. РОТАРЬ А.И., КОМАРОВА Г.Е. Электрофорез контролирует качество семян // Ж.: " Кукуруза и сорго”, N 4. Москва, 1990, с. 25-26/
16. РОТАРЬ А., МИКУ В., ПЕТРОВА Н., КОМАРОВА Г. Сопоставимость и эффективность электрофоретических методов, используемых в Республике Молдова и Республике Беларусь для сертификации гибридных семян кукурузы. Probleme actuale ale geneticii, fiziologiei și ameliorării plantelor. Chișinău, Î.S.F.E.-P.2008, p.443 – 447.

УДК: 633.11:631:478

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СЕЛЕКЦИИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

*Постолати Алексей, Рудой Марина, научные сотрудники -  
Национальный Центр Исследования и Производства Семян*

**Adnotare:** Modificarea semnificativă a indicatorilor hidrotermici ai climatei, în condițiile ecologice din Republica Moldova impune o ajustare direcționată a modelului de soi pentru soiurile noi de grâu comun de toamnă, cu accent pe creșterea, în primul rând, a gradului de rezistență la secetă și arșiță.

Noile soiuri de grâu comun de toamnă selectate la institut și înregistrate în Republica Moldova - Meleag, Vestitor, Savant, Aport, Tiras etc., îndeplinesc, într-o oarecare măsură aceste cerințe.

**Cuvinte cheie:** grâu de toamnă, soi, productivitate, adaptabilitate, condiții stresante în perioada de vegetație.

Эколого-климатические условия Республики Молдова в целом благоприятные для возделывания озимой мягкой пшеницы, но в то же время очень контрастные. И это, главным образом, заключается в следующих факторах:

- Чередование снежных мягких зим с морозными и бесснежными;
- Влажные годы и периоды чередуются с воздушными и почвенными засухами и пыльными бурями, а также высокими температурами воздуха в фазу колошения и налива зерна;
- Нередки вспышки эпифитотий болезней и вредителей;
- Иногда посевы страдают от полегания растений и др.

В целом, Республика Молдова традиционно относится к зоне недостаточного увлажнения.

За последний период времени в связи с глобальным изменением климата существенно усиливается продолжительность и глубина засух в этом регионе, что зачастую негативно накладывается на критические фазы роста и развития растений практически всех полевых культур, в том числе и пшеницы (1,2). Такую негативную ситуацию в определенной мере можно смягчить и снизить при условии строгого соблюдения и выполнения требований современной технологии возделывания этой культуры.

Важную роль играет и второй компонент – Сорт и его семеноводство, как фактор наименее затратный и доступный в аграрном секторе.

В таких специфических экологических условиях Республики Молдова, несмотря на обилие разнообразных сортов озимой пшеницы (как местных так и зарубежных), используемых в с/х производстве, только в отдельные годы ее средняя урожайность по республике составляла 4,0-4,2 т/га, а в критические - по условиям их возделывания всего 1,0-1,2 т/га.

В институте традиционно проводилась и на данный период проводится селекционная работа по созданию адаптивных сортов озимой мягкой пшеницы с хорошими показателями их засухоустойчивости. Еще в 70-80 годы прошлого столетия была обоснована, разработана и включена в селекционную практику «модель сорта», на тот период

отвечающая требованиям производства аграрного сектора республики. Но эволюция сортового состава продолжалась все время, продолжается она и в настоящий период, особенно по ключевым признакам и свойствам, существенно влияющим на пластичность сорта и стабильность его продуктивности (3,4).

На базе такого пересмотра в стратегии селекции озимой пшеницы в настоящий период, согласно модели сорта в институте создаются сорта 2 экотипов:

- полукарликовые и короткостебельные сорта интенсивного экотипа с высотой растений 75-85 см, рекомендуемые для ранних влагообеспеченных предшественников, орошаемых земель и, в целом, для богатых агрофонов;
- среднерослые сорта полуинтенсивного экотипа с высотой стеблестоя 90-105 см и хорошей устойчивостью к полеганию, предназначенные для поздних предшественников, склоновых смытых почв и, в целом, для более бедных агрофонов.

В Госреестре Сортов Растений РМ на 2024 год находятся 16 сортов (17%) озимой мягкой пшеницы, селекции института – из них 8 сортов интенсивного экотипа и 8 полуинтенсивного.

Анализ эволюции сортового состава озимой пшеницы в республике особенно за более длительный период позволяет четко выделить проявившихся в аграрном секторе в разные годы группу сортов-лидеров. Это Безостая-1 (1966-1975 г.г.), Одесская 51 (1976-1985 г.г.), Куяльник (2005-данный период).

Из местных молдавских сортов за этот же период времени более широкое использование в производстве имели сорта Бельцкая 32, Днестровская 25, Питикул.

По мере усиления результативности селекции этой культуры и повышения конкурентоспособности сортов селекции института в республике расширились в разное время площади посева сортов Днестрянка, Бельчанка 7, Думбрэвица, Лэутар, Меляг, Талисман, Веститор и др. Из них сорт Меляг уже около 10 лет является одним из национальных стандартов в ГСИ Республики Молдова. Среди новых районированных за последние годы следует отметить такие высокопродуктивные сорта, обладающие также и хорошим уровнем адаптивности, как Апорт, Тирас и успешно проходящие Госсортоиспытание – Одор, Рындуника.

Глубокое изучение, анализ и знание основных агробиологических параметров сортов-доминаторов является крайне необходимой пред-

посылкой для правильной ориентации и корректировки модели сорта новых селективируемых сортов.

Для максимальной реализации в урожае пшеницы, имеющих в республике различающихся почвенных и гидротермических условий, а также существенные различия в уровне технологии возделывания этой культуры, необходимо иметь специализированные сорта разных экотипов с комплексом агробиологических признаков и свойств, порой заметно различающихся между собой.

Эти особенности как раз и должна предусматривать используемая селекционером конкретная модель сорта.

Очевидно, что и в обозримой перспективе, актуальной остается проблема создания и внедрения в производство новых сортов разных экотипов, биологически дополняющих друг друга при возделывании по разным типам почв и в разные по метеоусловиям годы.

Это одновременно будет одним из дополнительных сдерживающих факторов распространения эпифитотий грибных болезней растений в экологических условиях Республики Молдова.

Использование в практической работе по созданию исходного селекционного материала по озимой мягкой пшенице метода гибридизации отдаленных эколого-географически родительных форм из рабочей генетической коллекции и лучших местных сортов и линий позволяет в определенной мере получать и отбирать в гибридном потомстве полезные рекомбинанты согласно разработанной модели сорта для экологических условий республики (5).

Стабильную урожайность будут иметь сорта удачно сочетающие основные лимитирующие для данной зоны признаки и свойства, прежде всего достаточную для условий республики морозозимостойкость, засухоустойчивость и выносливость к повышенным температурам воздуха в фазы колошения и налива зерна.

Комплекс этих и других важных признаков и свойств существенно влияющих на параметры модели перспективных сортов озимой мягкой пшеницы для местных экологических условий (зоны недостаточного увлажнения) представлены в таб.1.

На данный период времени наиболее типичным и базовым сортом для экологических условий республики является сорт Меляг.

Таблица 1. Параметры модели перспективных сортов озимой мягкой пшеницы для зоны недостаточного увлажнения (экологические условия Республики Молдова)

Агробиологические признаки	Показатели стандарта (сорт Меляг) ср.2020-2023 г.г.	Уровень развития признака	
		Влагообеспеченные годы ср.2021, 2023 г.г.	Засушливые годы ср.2020, 2022 г.г.
Продуктивность, т/га	4,91	7,02	2,80
Индекс урожая, %	39	38	40
К-во продук. колосьев на 1 м <sup>2</sup>	434	544	324
Длина колоса, см	8,1	8,2	8,0
К-во зерен в колосе, шт.	36	42	30
Масса зерна с колоса, г.	1,40	1,60	1,20
Масса 1000 зерен, г.	40,8	41,1	40,5
Высота растений, см	81	101	60
Устойчивость к полеганию, бал	5,0	4,85	5,0
Длина вегетац. периода, дн.	258	256	25,9
Засухоустойчивость	средняя	средняя	средняя
Зимостойкость	средняя	средняя	средняя
Устойчивость к мучнистой росе, бал	6-7	6-7	8-9
Устойчивость к бурой ржавчине, бал	6-5	6-7	8-9
Устойчивость к фузариозу, бал	6-8	-	-
Содержание белка в зерне, %	11,2	11,0	12,2
Содержание клейковины, %	25,0	22,9	26,1
Натура зерна, г/л	806	815	801
Общая хлебопекарная оц., бал	4,00	3,39	4,30

Средняя урожайность его за последние 4 года составляет порядка 5 т/га. Амплитуда вариации уровня продуктивности составила от 7 т/га во влажные годы до 2,8 т/га в засушливые годы. Это высокий коэффициент вариации, но ниже чем у других аналогичных сортов и это, прежде всего, за счет нижнего уровня продуктивности, формирующиеся в неблагоприятные годы.

Достигнут определенный успех в селекции новых сортов за счет продуктивной кустистости растений и массы зерна с колоса и его крупности. Показатели качества зерна практически на одном уровне с сортом стандартом Меляг, который относится к группе хороших сортов – филлеров.

Параметры модели сорта озимой пшеницы подкорректированы в сравнении с показателями сорта Меляг. Новые сорта озимой пшеницы в экологических условиях Республики Молдова (зона недостаточного увлажнения) должны быть среднерослыми, среднеспелыми, с хорошей продуктивной кустистостью и хорошо развитой корневой системой. Иметь хорошую полевую устойчивость к наиболее вредоносным в зоне болезням. Потенциальная урожайность при оптимальной технологии возделывания с хорошей влагообеспеченностью растений в период вегетации должна быть на уровне 7-8 т/га, в засушливые годы 3,0-3,5 т/га (таб.2).

Предусматривается не только дальнейшее повышение потенциальной урожайности сорта в оптимальных условиях, но и повышение его нижнего порога продуктивности в стрессовых условиях (прежде всего засушливые периоды) по сравнению с фактической средней урожайностью культуры в данной экологической зоне. Это позволит более эффективно использовать факторы среды как дифференцированных фонов для объективной оценки и отбора перспективного селекционного материала.

При этом не следует упускать из вида и такой важный фактор для современных сортов озимой пшеницы, как повышение уровня адаптивности к стрессовым факторам среды.

В этом направлении в настоящий период в институте проводится селекция новых выводимых сортов. Среди них можно отметить такие сорта, как Апорт, Тирас, Одор и Рындуника, а также переданный в 2024 году в госсортоиспытание сорт Локал.

Таблица 2. Эволюция параметров модели сортов озимой пшеницы, созданных в НИИПК «Селекция» (ср. за 2020-2023 г.г.)

Агробиологические признаки	Сорт и его год районирования					
	Меляг 2013	Веститор 2015	Савант 2020	Апорт 2021	Симбол 2022	Тирас 2023
Средняя продук- тивность, т/га	4,91	4,54	4,29	4,97	4,67	4,85
Индекс урожая, %	39,2	39,8	35,6	36,2	35,5	40,0
Высота растений, см	81	77	78	76	63	79
К-во продукт. колосьев, 1 м <sup>2</sup>	434	398	464	448	518	423
Длина колоса, см	8,1	7,8	7,9	7,7	7,9	8,3
К-во зерен в колосе, шт	35,9	30,5	30,7	33,0	35,6	32,1
Масса зерна с колоса, г	1,40	1,41	1,17	1,43	1,30	1,39
Масса 1000 зерен, г	40,8	40,0	36,9	39,7	35,0	42,9
Устойчивость к полега- нию, бал	5	5	5	5	5	5
Бурая ржавчина, бал	6	5	7	5	5	6

Мучнистая роса, бал	6	7	8	8	8	6
Септориоз, бал	7	6	6	7	7	6
Содержание белка, %	12,20	11,87	12,35	12,67	11,67	12,19
Содержание клейковины, %	25,0	25,3	26,7	27,0	24,8	26,8
Натура зерна, г/л	806	809	808	814	789	803
Общая хлебопекарная оценка, бал	4,00	4,11	4,70	4,34	4,81	4,74
Длина вегетационного периода, дн.	258	258	258	259	256	259

Таким образом, коллективом отдела селекции зерновых колосовых культур, Национального Центра Исследований и Производства Семян (сектор «Селекция») подтверждена эффективность разработки и реализации модели сорта при создании адаптированных сортов озимой пшеницы в конкретных эколого-географических условиях Республики Молдова.

### Список литературы:

- 1) Коробова О.М., Ващенко В.В., Логвиненко Ю.В., Дудкина А.П. Селекция новых сортов ярового ячменя на базе эколого-генетической модели // Сб. материалов интернациональной научно-практической конференции «Инновационные аспекты улучшения с/х культур», Республика Молдова, Пашкань, 6 сентября 2018 года
- 2) Лукьяненко П.П. Избранные труды – М. Колос, 1973 – 448 с.
- 3) Новоселов С.Н. Философия идеотипа сельскохозяйственных культур. Методология и методика // Научный журнал КУБГАУ. – 2006. - №24 с.1-20
- 4) Унтила И.П., Гаина Л.В., Постолатий А.А. Основные параметры моделей сортов озимой пшеницы для зоны недостаточного увлажнения. // Тезисы докладов V съезда ВОТИС им. Н.И.Вавилова, том IV ч.2, Москва, 1987 г.
- 5) Унтила И., Постолатий А., Гаина Л. Некоторые аспекты совершенствования моделей сортов озимой пшеницы полуинтенсивного экотипа в условиях Республики Молдова. // Тезисы в сб. «Генетика и селекция растений и животных в Молдове», Кишинев, 1992 г.



## EFECTELE IRADIERII CU UNDE LASER LA LINII HOMOZIGOTE DE PORUMB

*MICU Alexandru A., cercetător științific, BUCOR Nicolae, cercetător științific stagiar, Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor  
Micu Alexandru V., cercetător științific, Institutul de Fizică Aplicată*

**Rezumat:**Semințele din linia homozigotă AG07-2008 din grupa de germoplasmă Lacaune au fost expuse la iradiere cu laser continuu cu lungimile de undă de 655 nanometri, 532nm și 447nm, toate sursele de laser având de puterea de 100mW. Timpul de expunere a semințelor a fost de la 2 la 8 secunde în primul caz, de la 1 la 9 secunde în al doilea caz, și de 2,4,6,8,10,12,14 secunde în al treilea caz. A fost măsurată talia plantei, diametrul și lungimea știuletelui. Rezultatele măsurărilor taliei plantei și diametrului știuleților arată un efect stimulator urmat de unul inhibitor, în cazul lungimii știuleților – este observat doar efectul de inhibare.

**Abstract:**Maize inbred line from Lacaune germplasm was exposed to semiconductor laser irradiation with wavelengths of 655nanometers, 532nm and 447nm, all the laser sources with the power of 100mW. The seed exposure time was from 2 to 8 seconds in the first case, from 1 to 9 seconds in the second case, and 2,4,6,8,10,12,14 seconds in the third case. The plant size, diameter and length of the cob was measured. The results of the measurements of the plant's waist and corn cob diameter show a stimulating effect followed by an inhibiting one, and in the case of the length of the maize cob – only the inhibitory effect is observed.

### Introducere

Multiplele însușiri ale luminii sunt folosite în multe domenii ale științei, inclusiv în biologie iar mai recent și în procesul de ameliorare a mai multor culturi agricole importante. Primele cercetări au fost efectuate în anii '80 ai secolului XX și studiau răspunsul fiziologic al semințelor tratate cu laser. Lucrările recente (din anii 2010) se bazează pe implementarea cunoștințelor în practica agricolă, cum ar fi rata și vigoarea de creștere, productivitatea hibridilor. În dependență de doze, tipul de unde laser și timpul de expunere au fost obținute următoarele rezultate: o talie a plantei mai înaltă (undă laser albastru), mai multe rânduri de boabe per știulete (unde laser albastru și verde) și o productivitate sporită (undă laser albastru), timpul de expunere variind între 65 și 105 de secunde (4,10,11,12); îmbunătățește germinația (undă laser roșie, timp de expunere 60 de secun-

de (5); îmbunătățește procesul de răsărire a plantelor (6,8,10); distruge agenții patogeni (7);

### **Material și metodă**

Scopul acestei lucrări a fost identificarea dozelor optime pentru obținerea unor efecte benefice și îmbunătățirii caracterelor agronomice importante. În 2023 a fost inițiată o experiență de studiere a influenței radiației undelor laser asupra liniilor homozigote de porumb. Ca material a fost folosită linia AG07-2008, ce aparține grupei de germoplasmă Lacaune (linia reprezentativă F2). Experiența a constat din 24 de variante de iradiere, fiind folosite 3 tipuri de unde laser (albastru, verde și roșu), cu timpul de expunere de la 1 secundă la 9 secunde (laser verde), de la 2 la 8 secunde (laser roșu) și de la 2 la 14 secunde (laser albastru). Semințele au fost iradiate la Institutul de Fizică Aplicată, Laboratorul Fizica Compușilor Semiconductori "*Sergiu Rădăuțan*". Semințele au fost semănate la Institutul de Fito-tehnie "Porumbeni", în cadrul Laboratorului de Genetică și Genofond. Fiecare variantă a fost semănată pe suprafața de 5m<sup>2</sup>, 30 boabe iradiate per variantă. În perioada de vegetație au fost efectuate observații fenologice, măsurată talia plantelor, lungimea, diametrul, numărul de rânduri și numărul de boabe pe rând ale știuletelui (s-a recoltat și al doilea știulete). Prelucrarea datelor experimentale a fost efectuată prin metoda ANOVA (ANOVA single test), cu ajutorul versiunii online a programei Excel ([www.office.com](http://www.office.com)), unealta XLMiner Analysis ToolPak.

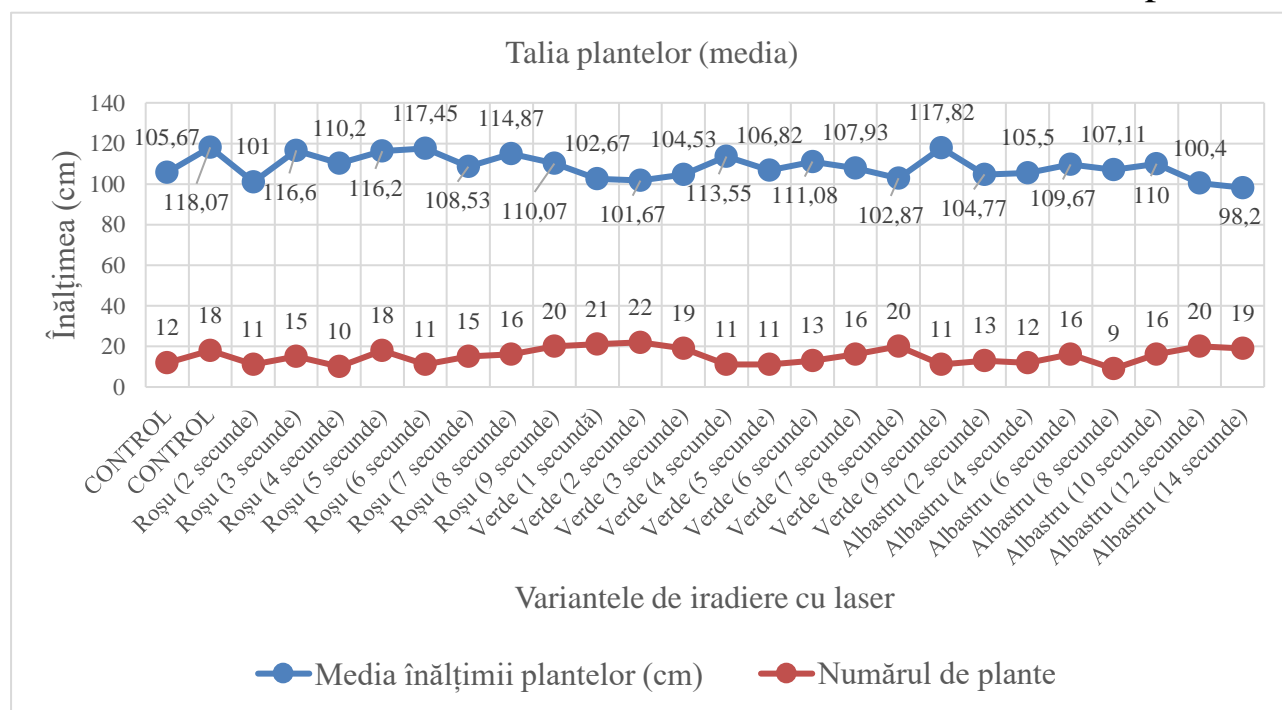
### **Rezultate și discuții**

În rezultatul măsurării taliei plantei s-a constatat o deviere statistic semnificativă între variantele studiate (F statistic = 1,7463; valoarea P = 0,01575; F critic = 1,5359). Cea mai mică medie a taliei plantei (98cm) a fost constatată în varianta de iradiere cu laser albastru, timp de expunere 14 secunde. Cea mai înaltă medie a plantelor a fost depistată în varianta de control – 118 cm, urmate îndeaproape (117cm) de mediile taliei plantelor în variantele de iradiere laser roșu (timp de expunere 6 secunde) și iradiere laser verde (timp de expunere 9 secunde). Cea mai înaltă plantă măsurată (138cm) a fost depistată în variantele de iradiere cu undă laser roșie (timp de expunere de 4 și 6 secunde), iar cea mai scundă plantă (34cm) a fost măsurată în varianta de iradiere cu undă laser albastru timp de 14 secunde.

În rezultatul măsurării lungimii știuleților în variantele studiate s-a constatat o deviere statistic semnificativă (F statistic = 6,5773; valoarea P = 1,1102e-16; F critic = 1,5466). Cea mai mare medie a lungimii știuletelui (105mm) a fost depistată în varianta de expunere la unda laser roșu timp

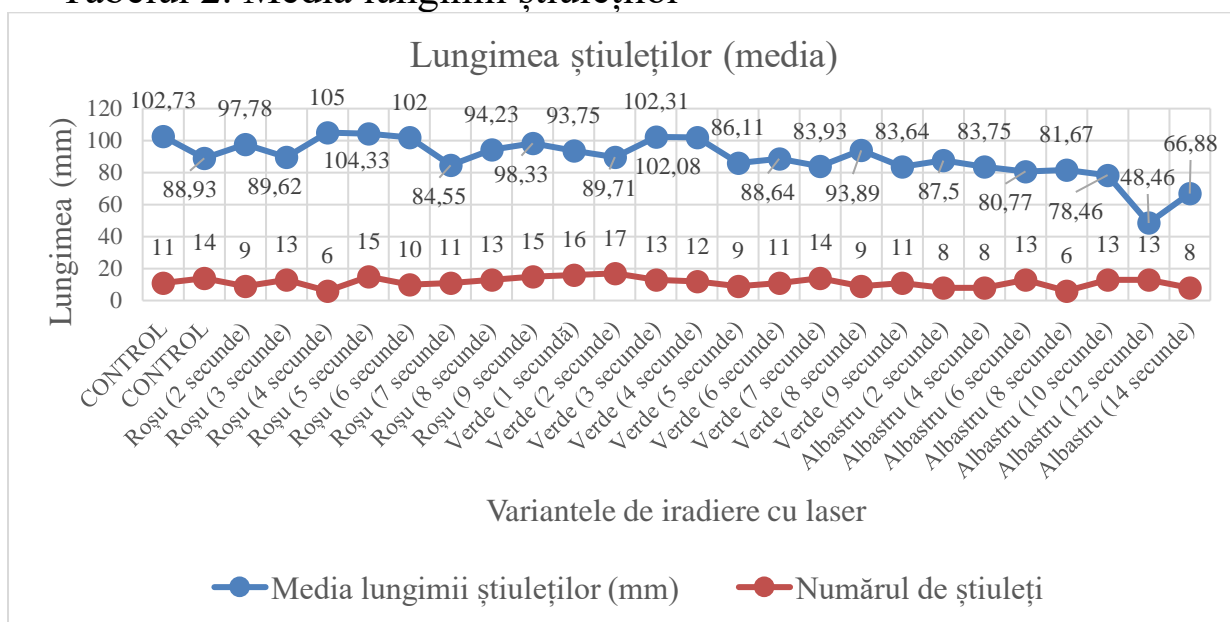
de 4 secunde. Cea mai mică medie a lungimii știuletelui(48mm) a fost calculată în varianta de expunere la laser albastru timp de 12 secunde. În tabelul 2 se poate vedea efectul stimulator al expunerii la unde laser roșu (variantele de expunere timp de 4, 5 și 6 secunde) și verde (variantele de expunere timp de 3 și 4 secunde), după care urmează o descreștere a mediei lungimii știuleților. Cel mai lung știulete (125mm) a fost măsurat în variantele de expundere la unde laser roșu(4secunde) și verde(3secunde). Cel mai scurt știulete (30mm) a fost depistat în varianta de expundere la unda laser albastru timp de 12 secunde. Cea mai mare diferență dintre lungimea maximă(120mm) și minimă(40mm) a știuleților a fost calculată în varianta control. Cea mai mică diferență dintre lungimea maximă(80mm) și minimă(60mm) a știuleților a fost calculată în varianta de iradiere cu undă laser albastru timp de 14 secunde. În rezultatul măsurării diametrului știuleților în variantele studiate s-a constatat o deviere statistic semnificativă (F statistic = 2,3807; valoarea P = 0,0003; F critic = 1,5466). Cea mai mare medie a diametrului știuletelui (125mm) a fost calculată în variantele de expundere la unde laser roșu(4secunde) și verde(3secunde).

Tabelul 1. Media taliei plantelor

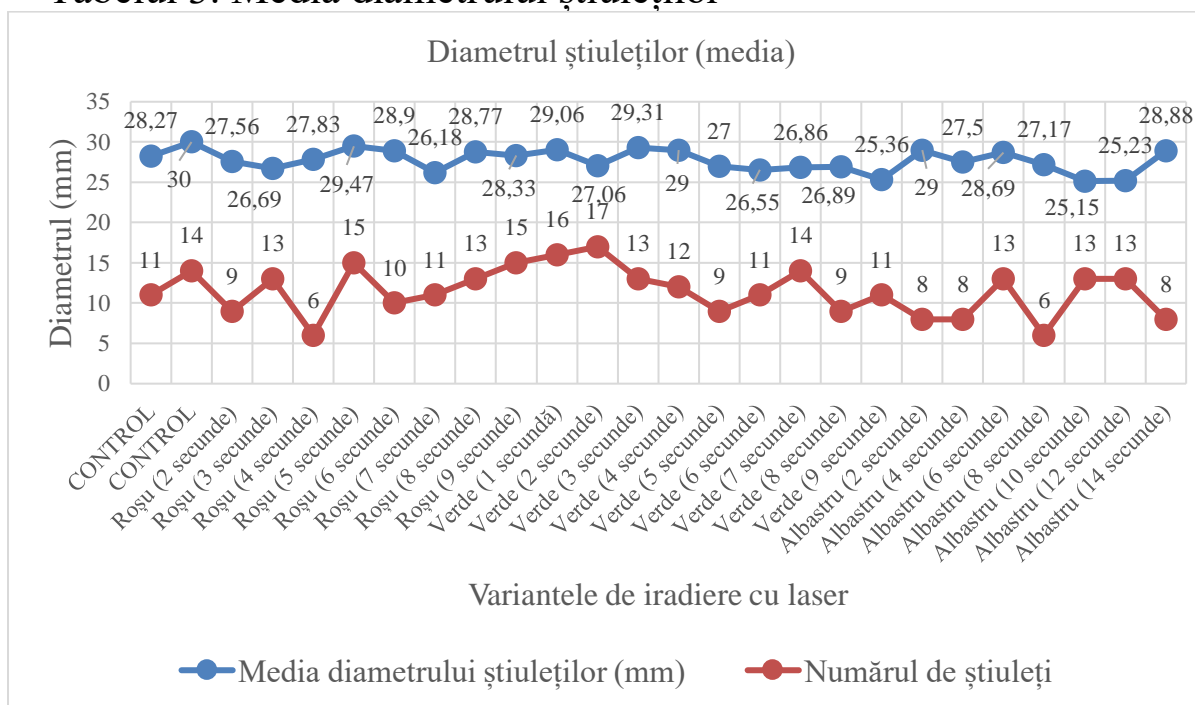


Cea mai mică diferență dintre planta cea mai înaltă(134cm) și cea mai scundă(104cm) a fost depistată în varianta de iradiere cu laser verde timp de 9 secunde. Cea mai mare diferență dintre planta cea mai înaltă(123cm) și cea mai scundă(34cm) a fost depistată în varianta de iradiere cu laser albastru timp de 14 secunde.

Tabelul 2. Media lungimii știuleților



Tabelul 3. Media diametrului știuleților



Cea mai mică medie a lungimii știuletelui (30mm) a fost calculată în varianta de expundere la unda laser albastru timp de 12 secunde. Cea mai mare diferență dintre lungimea maximă(120mm) și minimă(40mm) a știuleților a fost calculată în varianta control. Cea mai mică diferență dintre lungimea maximă(80mm) și minimă(60mm) a știuleților a fost calculată în varianta de iradiere cu undă laser albastru timp de 14 secunde.

## Concluzii

1. În limita dozelor de iradiere cu 3 lungimi de undă laser studiate se poate distinge un mic efect stimulator, urmat de un efect de inhibare, slab perceptibil și nu întotdeauna corelat cu sporirea graduală a timpului de iradiere (tabelele 1, 2, 3). Efectul stimulator urmat de cel inhibitor se observă la toți parametrii mășurați, cu excepția mediei lungimii știuleților în varianta de iradiere cu laser albastru, care arată o diminuare a mediei, odată cu creșterea timpului de iradiere (tabelul 3).

2. Pentru obținerea unor rezultate mai clare acest experiment va fi modificat și repetat în 2024.

## Bibliografie

1. <https://www.farmersweekly.co.za/crops/field-crops/understanding-the-value-of-maize/>;
2. <https://www.cgiar.org/news-events/news/what-do-we-know-about-the-future-of-maize-value-chains-in-a-changing-climate-and-agri-food-system/>;
3. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-022-01288-7>;
4. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/3/1189>;
5. [https://www.researchgate.net/publication/233583871\\_Laser\\_irradiation\\_effects\\_on\\_maize\\_seed\\_field\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/233583871_Laser_irradiation_effects_on_maize_seed_field_performance);
6. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203410184>;
7. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/95667>;
8. <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparison-of-the-effects-of-two-laser-techniques-Hasan-Hanafiah/feaeb62a115c82a961ca4eaa5381bcac95d9af49>;
9. <https://www.semanticscholar.org/paper/Laser-irradiation-effects-on-field-performance-of-Hernandez-Aguilar-Domnguez-Pacheco/bbf9e184659be9e8fdaeabc20d5b31c561b4d25a?sort=relevance&page=2>;
10. <https://agbztech.ru/article/lazernaya-obrabotka-semyan/>;
11. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-predposevnoy-obrabotki-semyan-lazerom-na-urozhaynost-yarovoy-pshenitsy>;
12. <https://agbz.ru/articles/effektivnost-lazera/>.

## ANALIZA PERFORMANȚEI A LINIILOR DE SOIA DIN GENERAȚIA M<sub>8</sub> OBȚINUTE PRIN MUTAGENEZĂ INDUSĂ CU RAZE GAMMA

*Malii Aliona, doctor în biologie, cercetător științific coordonator  
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM  
<https://orcid.org/0000-0003-2674-000X>*

**Rezumat.** Studiul a investigat efectele iradierii cu raze gamma cu doza de 200 Gy la liniile de soia din generația M<sub>8</sub>, obținute din soiurile Alina și Zodiac. Variabilitatea genetică înregistrată în caracteristicile agronomice, inclusiv precocitatea, talia plantelor, numărul de păstăi, productivitatea boabelor per plantă (PBP) și masa a 1000 de boabe (MMB), a fost semnificativă. Genotipurile cu PBP și MMB crescute au fost identificate ca promițătoare pentru optimizarea producției de soia, sugerând posibilități de selecție pentru randamente mai mari în diferite condiții de mediu. Studiul subliniază potențialul adaptării liniilor la medii specifice și implicări în dezvoltarea viitoare a varietăților agricole, contribuind la sustenabilitatea și eficiența culturii de soia.

**Cuvinte cheie:** soia, linii, genotipuri, mutageneză, raze gamma, precocitate, productivitate.

**Abstract.** The study investigated the effects of gamma irradiation at a dose of 200 Gy on soybean lines from generation M<sub>8</sub>, derived from the varieties Alina and Zodiac. Significant genetic variability was recorded in agronomic characteristics, including earliness, plant height, number of pods, seed yield per plant, and 1000-seed weight. Genotypes with increased seed yield per plant and 1000-seed weight were identified as promising for optimizing soybean production, suggesting selection opportunities for higher yields in diverse environmental conditions. The study highlights the potential adaptation of lines to specific environments and implications for future agricultural variety development, contributing to soybean sustainability and efficiency.

**Keywords:** soybean, lines, genotypes, mutagenesis, gamma rays, earliness, productivity.

Schimbarea climei din ultimii ani este un fenomen global caracterizat prin creșterea temperaturilor globale, intensificarea evenimentelor meteorologice extreme, precum arșițele și secetele prelungite, care afectează direct culturile agricole, în special cultura de soia. Arșița și seceta reduc fotosinteza

și energia necesară pentru creștere, afectând procesele fiziologice ale plantelor și crescând evapotranspirația, ceea ce duce la deshidratarea și ofilirea acestora (Petcu E., 2008). Aceste condiții afectează negativ viabilitatea poleului, fertilitatea florilor și dezvoltarea rădăcinilor, rezultând într-o reducere a numărului și dimensiunii boabelor de soia. Toate aceste aspecte contribuie la scăderea randamentului și a calității recoltei de soia. În acest context, amelioratorii au sarcina de a dezvolta soiuri de soia rezistente la arșiță și secetă, cu cicluri de vegetație mai scurte, pentru a minimiza impactul în perioadele critice (Рябуха С., și col., 2012). Metodele moderne de ameliorare, inclusiv mutagenza indusă cu raze gamma, sunt folosite pentru a crea variații genetice benefice, contribuind astfel la adaptarea culturilor la noile condiții climatice (Shu Q.Y., 2009; Hanafiah D., și col., 2010).

### **Materiale și metode**

Materialul de cercetare a constat în 10 linii de soia din generația M<sub>8</sub>, obținute prin tratarea boabelor de soia ale soiurilor Alina și Zodiac cu raze gamma, cu o doză de 200 Gy. Prin aplicarea metodei selecției individuale în etapele procesului de ameliorare, aceste linii de soia au fost selectate, fiecare având una sau două caracteristici specifice dorite pentru îmbunătățirea culturii de soia. Evaluările au fost realizate pe un set de caracteristici ale indicilor agronomici importanți, acordând o atenție deosebită precocității, taliei plantelor, numărului de păstăi, numărului de boabe în păstăi, productivității per plantă și masei a 1000 de boabe. Experimentele au fost efectuate și evaluate pe loturile experimentale și în condiții de laborator în cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor în anul 2023. Datele au fost prelucrate utilizând programele Excel și Statistica 7.

### **Rezultatele obținute**

Analiza valorilor obținute la liniile de soia în condiții de câmp și laborator relevă un spectru larg al variabilității perioadei de vegetație, care a variat între 105 și 127 de zile. Genotipurile B1M<sub>8</sub>200 (105 zile) și B2M<sub>8</sub>200 (106 zile) s-au evidențiat ca fiind mai precoce decât soiul martor Alina (119 zile) și Zodiac (117 zile), sugerând că aceste genotipuri ar putea fi mai potrivite pentru anumite condiții de mediu sau perioade de cultivare mai scurte, favorizând strategii de optimizare a producției de soia.

În ceea ce privește caracteristicile plantelor de soia, majoritatea liniilor prezintă talii similare, cu valori medii între 70 și 77 cm, indicând consistență în creștere în diverse condiții, confirmată și de deviațiile standard

mici. Numărul de noduri variază între 14 și 16, iar această variabilitate este relativ mică, sugerând uniformitate în dezvoltarea plantelor (tab. 1).

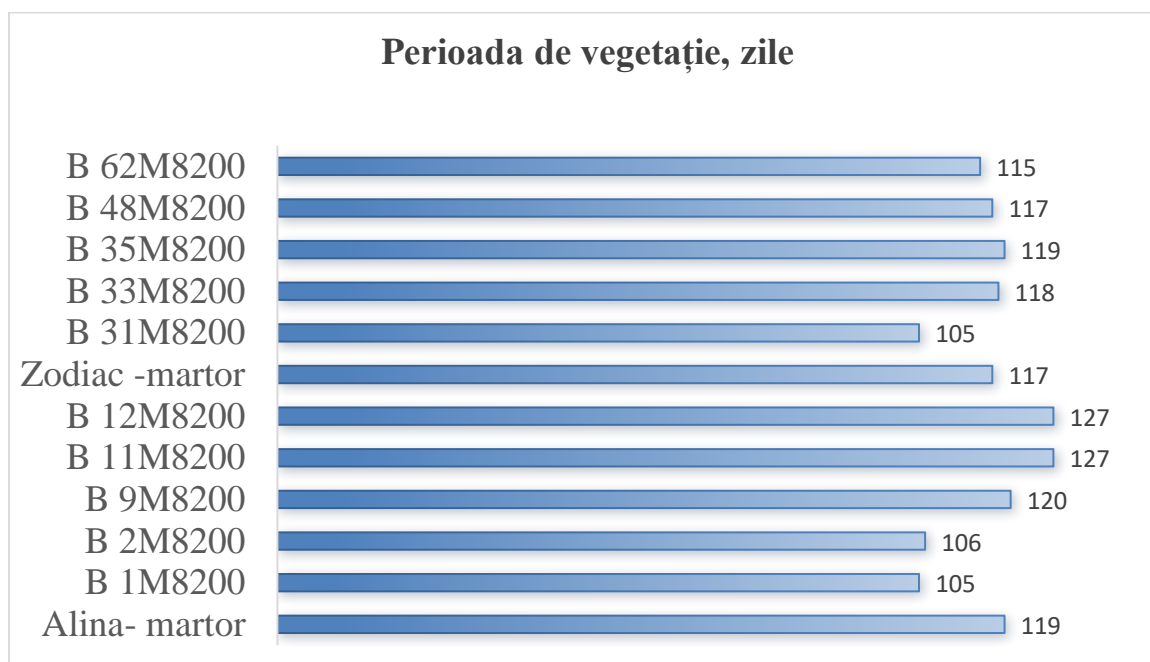


Figura 1. Perioada de vegetație la plantele de soia în anul 2023

Numărul de păstăi pe plantă a prezentat o variație mai semnificativă, cu medii între 27 și 38 de păstăi și deviație standard mare, indicând diferențe mai pronunțate între liniile de soia în ceea ce privește producția de păstăi (tab. 1).

Tabelul 1. Evaluarea caracteristicilor morfologice ale plantelor de soia în anul 2023

Variantele experienței	Talia plantei, cm		Numărul de noduri, buc		Numărul de păstăi, buc	
	$x \pm m_x$	$\sigma$	$x \pm m_x$	$\sigma$	$x \pm m_x$	$\sigma$
<b>Alina - martor</b>	72,2± 3,35	1,13	15,4± 0,82	0,92	28,7±4,6	1,92
B 1M <sub>8</sub> 200	73,8± 3,24	1,45	15,8± 0,9	0,87	33,2±4,2	3,53
B 2M <sub>8</sub> 200	77,4± 3,3	2,76	16,2± 0,78	1,05	31,8±4,2	2,93
B 9M <sub>8</sub> 200	75,4± 2,86	2,54	15,4±0,92	0,94	28,5±4,6	1,55
B 11M <sub>8</sub> 200	76,4± 3,14	1,88	16,6± 1,0	1,66	27,2±4,0	2,81
B 12M <sub>8</sub> 200	74,4± 2,62	2,35	15,6±0,96	1,84	28,9±4,4	3,72
<b>Zodiac -martor</b>	69,2± 3,1	2,52	14,8±0,94	0,75	31,3±4,2	2,31
B 31M <sub>8</sub> 200	73,2± 3,37	1,62	15,2±0,88	1,11	32,8±4,2	3,12
B 33M <sub>8</sub> 200	71,8± 2,38	1,22	14,5± 0,95	1,23	38,8±3,8	2,83
B 35M <sub>8</sub> 200	73,2± 3,35	1,64	15,36± 0,8	0,95	36,2±4,4	3,61
B 48M <sub>8</sub> 200	71,8± 3,24	1,13	15,4± 0,82	0,93	32,3±4,4	1,95
B 62M <sub>8</sub> 200	70,4± 2,3	1,45	14,8± 0,9	0,87	31,5±4,3	3,52

Un alt indice important este randamentul soiurilor de plante, determinat prin productivitatea boabelor per plantă (PBP) și masa 1000 de boabe



(MMB). Analizele arată o diversitate amplă de valori pentru PBP. La linia martor Alina, PBP este de 4,8 g, iar liniile obținute din acest soi au avut valori între 4,3 g și 5,7 g. Trei dintre cele cinci linii evaluate (B1M<sub>8</sub>200, B2M<sub>8</sub>200 și B9M<sub>8</sub>200) au prezentat o creștere a acestui indice față de martor, una (B12M<sub>8</sub>200) a fost la nivel cu martorul, iar una (B11M<sub>8</sub>200) a înregistrat o scădere (fig.2).

Soiul Zodiac a prezentat o PBP medie de 4,9 g, iar liniile obținute din acest soi au variat între 4,9 g și 6,1 g. Patru dintre cele cinci linii de soia (B31M<sub>8</sub>200, B33M<sub>8</sub>200, B35M<sub>8</sub>200, B48M<sub>8</sub>200) au avut PBP mai mare decât martorul, iar una (B62M<sub>8</sub>200) a fost la nivel cu martorul.

Analiza PBP relevă diferențe semnificative între liniile de soia evaluate, indicând diversitatea genetică și potențialul de adaptare al fiecărui soi sau linie la condițiile de mediu specifice. Identificarea liniilor cu PBP crescut poate oferi oportunități pentru selecția și dezvoltarea varietăților cu randamente mai mari, contribuind la îmbunătățirea eficienței și sustenabilității agriculturii (fig.2).

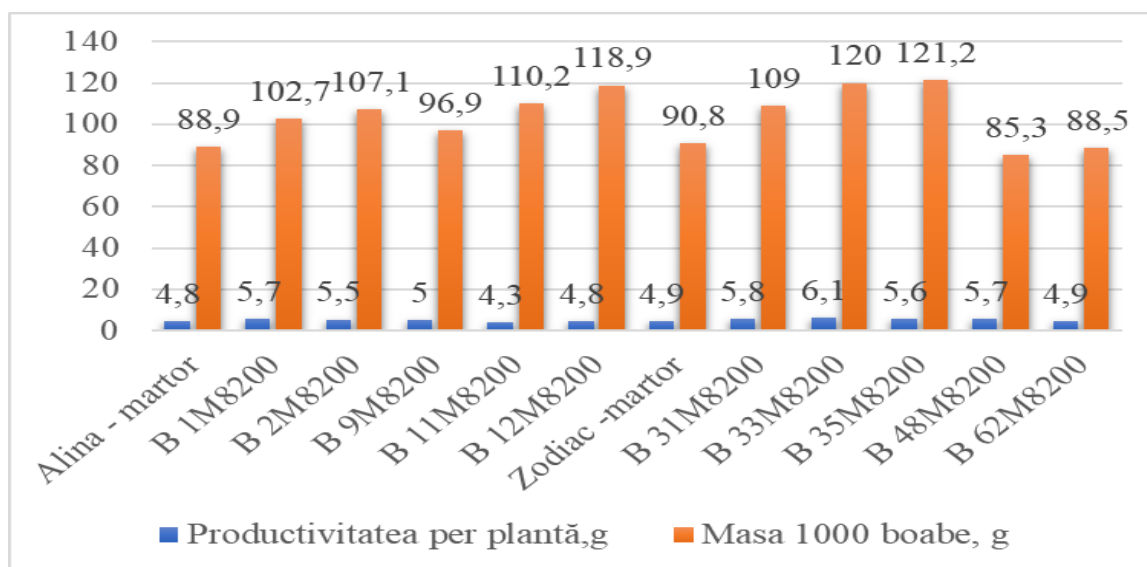


Figura 2. Productivitatea la liniile de soia în anul 2023

În evaluarea MMB, toate liniile de soia obținute din soiul Alina au înregistrat valori mai mari (între 96,9 g și 118,9 g) comparativ cu soiul martor Alina (88,9 g). Soiul Zodiac a avut o MMB de 90,8 g, iar liniile obținute din acest soi au variat între 85,3 g și 121,2 g. Trei linii (B31M<sub>8</sub>200, B33M<sub>8</sub>200, B35M<sub>8</sub>200) au avut valori mai mari la acest indice comparativ cu martorul, iar două linii (B48M<sub>8</sub>200 și B62M<sub>8</sub>200) au avut MMB mai mică în comparație cu martorul. Acest lucru sugerează că liniile cu MMB mai mare decât martorul au, în general, boabe mai mari în dimensiune (fig.2).

Trebuie menționat faptul că în Republica Moldova, în special în zona centrală, anul 2023 a fost caracterizat de temperaturi ridicate pe tot parcur-

sul sezonului de vegetație și de un deficit semnificativ de precipitații în perioada august-octombrie. Aceste condiții au dus la scăderea nivelului de umiditate în sol, afectând negativ productivitatea boabelor de soia. În plus, stresul hidric cauzat de lipsa precipitațiilor a influențat negativ dezvoltarea generală a plantelor, ducând la o reducere semnificativă a randamentului și a calității recoltei (<https://www.meteo.md>).

### Concluzii

Prin urmare, bazându-ne pe datele prezentate mai sus, putem trage următoarele concluzii:

1. Liniile de soia obținute prin mutageneza indusă cu raze gamma au manifestat o diversitate genetică semnificativă în ceea ce privește caracteristicile agronomice.
2. Genotipurile cu precocitate și cele cu creștere a productivității boabelor per plantă și a masei a 1000 de boabe pot fi selectate pentru a îmbunătăți producția de soia.
3. Studiul subliniază potențialul adaptării fiecărei linii la condițiile specifice de mediu și oferă oportunități pentru selecția și dezvoltarea varietăților cu randamente mai mari.
4. Cercetarea sugerează că mutageneza indusă cu raze gamma poate contribui la dezvoltarea de noi varietăți de soia cu caracteristici agronomice îmbunătățite.

### Bibliografie

1. PETCU Elena. Impactul schimbărilor climatice asupra plantelor: SECETA. ed. Domino, 2008, 121 p.
2. РЯБУХА, С.С., ЧЕРНЫШЕНКО, П.В., БЕЗУГЛЫЙ, И.М. Применение индуцированного мутагенеза в селекции сои. Индуцированный мутагенез в селекции растений. În: Сб. Научных трудов, 2012, с.195-20.
3. HANAFIAH, D., TRIKESOEMANINGTYAS YAHYA, S., WIRNAS, D. Induced mutations by gamma ray irradiation to Argomulyo soybean. În: "Biosciences", Vol. 2, No 3, 2010, p. 121-125.
4. SHU Q.Y. Induced Plant Mutations in the Genomics Era. În: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009, p. 9-10
5. <https://www.meteo.md>. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2023.

NOTĂ. Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului 20.80009.7007.04 *Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității (2020–2023)* și subprogramului 011102. *Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice (2024–2027)*.

**RELATIONSHIP OF MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS WITH ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF BREAD WINTER WHEAT IN THE STEPPE OF UKRAINE**

*Valentyna Fedorova, Candidate of Biological Sciences*

*Viktor Fait, Dr of Biological Sciences, Corresponding Member of NAAS*

*Iryna Balashova, Candidate of Biological Sciences*

*Maryna Balvinska, Candidate of Biological Sciences*

*Plant Breeding & Genetics Institute - National Center for Seed and Cultivar Investigation, Odesa, Ukraine, fedgen@ukr.net*

**Abstract.** The influence of alternative alleles of the *Ppd-D1* gene, differences in the duration of the need for vernalization the presence or absence of ear awns and anthocyanin coloration of the stem in plants of 164 recombinant F<sub>7</sub> winter bread wheat lines from a complex combination of crossing varieties of different geographical origin [F<sub>1</sub> (Chaika//Cappelle Despere/2B Chinese Spring) / Kharkiv 81] F<sub>2</sub> / Obriy] on the duration of the period before earing, plant height, 1000 grain weight and grain yield was determined. Significant associations were found between all marker traits and the duration of the period before heading, the *Ppd-D1a* gene and the presence of awns with an increased weight of 1000 grains, as well as anthocyanin coloration of the stem with plant height. Among of the 12 lines that exceeded the grain yield of the more productive standard variety Kuyalnik, there are lines of seven genotypes with 16 different combinations of four marker traits. The awned genotypes with green stem color and the presence of the *Ppd-D1a* gene were more productive regardless of the duration of their need for vernalization.

**Key words:** wheat, vernalization, *Ppd-1* genes, awns, stem color, earing, plant height, weight of 1000 grains, yield.

In the steppe of Ukraine, various types of droughts (soil, air, complex) and their different intensity can be observed at any stage of organogenesis, both in the autumn and spring-summer vegetation periods of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [1]. Due to global changes and increasing continental climate, sharp fluctuations in meteorological factors, it is necessary to further strengthen the drought and heat resistance of the developed varieties.

The adaptive features of wheat and the realization of grain yield under certain growing conditions are specifically effected by plant morphostruc-

ture [2]. Awned genotypes predominate among wheat varieties from Australia, Western Europe, Central America, and the United States [3]. Awnless genotypes are more common, on the contrary, in Northern and Central Europe [4]. In the Northern Black Sea region (Odessa), the superiority of white-spiked and awned semi-dwarf forms in grain yield compared to red-spiked and awnless forms, respectively has been proven [5]. It is argued, that the genotypes of durum wheat with intense anthocyanin stem coloration are characterized by resistance to stinking and loose smut as well as higher winter hardiness, ear productivity and weight of 1000 grains.

Flowering time is an important trait for adaptation, yield potential and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), which is mainly controlled by vernalization and photoperiod response. Alleles of genes that determine the need for vernalization and photoperiod sensitivity affect not only the pace of key stages of wheat varieties development in different climatic conditions, but also the yield [6]. The combination of different alleles of the two gene systems resulted in a reduction in phenological stages, an increase in thousand grain weight and yield [7]. Therefore, a deeper understanding of the effects of these genes is crucial to unlock of high-yielding wheat varieties breeding potential that are better adapted to specific environmental conditions.

The aim of this study was to determine the effect of alternative alleles of the *Ppd-D1* gene, phenotypical differences in the duration of vernalization, the presence or absence of ear awns and anthocyanin coloration of the stem and their interaction on earing time and grain yield of winter bread wheat plants in the steppe of the Ukrainian Black Sea region.

As material for the study, 164 homozygous recombinant lines (RL) F<sub>7</sub> from a complex cross of old long-standing varieties of different ecological origin [F<sub>1</sub> (Chaika // Cappelle Desprez/2B Chinese Spring) / Kharkiv 81] F<sub>2</sub> / Obriy, differing in genetic control of photoperiodic sensitivity, duration of vernalization, plant height, morphological characteristics of the ear and stem, as well as two control varieties of winter bread wheat Antonivka and Kuyalnyk were used. Each F<sub>7</sub> line is a descendant of an individual F<sub>2</sub> plant with consistent self-pollination in subsequent generations. In generations F<sub>3-6</sub>, selection was made for resistance to lodging, as well as for phenotypic homogeneity within each line. As a result, 164 F<sub>7</sub> lines were obtained, which differed in earing time, plant height, or stem color and the presence/absence of ear awns.

Each F<sub>7</sub> line is a progeny of an individual F<sub>2</sub> plant with consistent self-pollination in subsequent generations. The selection was carried out for lodging resistance, as well as for phenotypic homogeneity within each line in F<sub>3-6</sub>

generations. As a result, 164 F<sub>7</sub> lines were obtained, which differed in earing time, plant height, or stem color and the presence/absence of ear awns.

PCR tests were used to identify *Ppd*-alleles [10]. The first test allows to detect the recessive allele *Ppd-D1b* by the absence of a deletion in the promoter – 414 bp PCR-fragment and the dominant allele *Ppd-D1a* – 288 bp. The PCR fragment of 425 bp was a marker for the *Ppd-B1c* allele. In the last case, the Chinese Spring variety, a carrier of the *Ppd-B1c* gene, was used as a reference control.

The five-day-old sprouts of the lines and control varieties were subjected to vernalization in the climatic chamber at a temperature of +2°C, round-the-clock lighting for 40 and 30 days for evaluating the need for vernalization. After completion of vernalization on April 21, the sprouts were planted in 5-liter vessels with 10 plants per vessel and grown on the growing site at natural day length for 95 days. The studied lines [F1 (Chaika // Cappelle Desprez/2B Chinese Spring) / Kharkiv 81] F<sub>2</sub> / Obriy and two standard varieties (Antonivka and Kuyalnyk) were sown in autumn (October 10) on 3 m<sup>2</sup> plots with 500 similar grains per m<sup>2</sup> to evaluate the effects of *Ppd-D1* gene alleles and the of phenotypic differences in the duration of vernalization, presence/absence of awns and green or anthocyanin color of the ear stem on economically valuable traits. The control varieties Antonivka and Kuyalnyk were sown every 10 numbers.

To determine of the duration period before earing (DPE), the earing of individual plants was marked on the growing area, and in the field, the date of earing was recorded when 75% of the plants were in the plot. In the last case, the calendar date of May 1 was used as a starting point. In the field, before harvesting, plant height (HP) was measured, during harvesting - grain yield (GY) per plot, and after harvesting under laboratory conditions, the weight of 1000 grains (TGW) was determined.

The statistical analysis of the study results was carried out according to the generally accepted analysis methods of variance and correlation analysis using the Microsoft Excel 2007 software package. To evaluate the significance of the factor "genotype" on the variation of traits when comparing two or more samples, Fisher's F-test was used.

No found polymorphism at the *Ppd-B1c* locus in the studied lines. In the all-amplified DNA samples of lines, the marker fragment of 425 bp was not detected. At the same time, in 125 lines and control varieties Antonivka and Kuyalnyk, 414 bp marker fragments, i.e. the allele of *Ppd-D1a*, were detected, and in 39 – 288 bp, the presence of which indicates the existence of the *Ppd-D1b* recessive allele.

All lines can be divided into two conditional groups according to the reaction of the pre-vernalization duration. The first group with the need for 30 days vernalization includes 98 lines, the difference in DPE between the variants of 30 and 40-day vernalization ( $d_{30-40}$ ) ranged from 0.0 to 15.9 days. This group includes the control varieties Antonivka and Kuyalnyk, which sprouted in the 30-day vernalization variant with a delay of 4.8 to 7.6 days.

The second group with the need for 40 days vernalization includes 66 lines, which are characterized by a delay in development in the variant of 30-day vernalization compared to 40-day vernalization by 16.6-34.0 days. The lines differed significantly in the duration of the period to earing DPE both at 40 and 30 days vernalization. In the case of preliminary vernalization of 40 days, the lines sprouted on average for  $58.0 \pm 0.37$  days with a variation from 46.5 to 75.1 days, i. e. the differences were 28.6 days. Reducing the period of preliminary artificial vernalization to 30 days contributed to a significant increase in DPE to an average of  $72.0 \pm 0.70$  days and a range of variation to 36.8 days (from 56.7 to 93.5 days). At the same time, the ranks of the lines by DPE between the variants of 40 and 30-day vernalization coincide to some extent ( $r=+0.67$ ). Furthermore, differences in DPE are more closely related to allelic diversity of the *Ppd-D1* gene in the 40-day variant ( $r=+0.63$ ) compared to those in the 30-day variant ( $r=+0.34$ ).

Among the studied lines, 23 of them were characterized by the presence of anthocyanin color of the stem, 141 - green. At the same time, 65 lines were awned and 99 were awnless.

The lines differed significantly in field conditions according to the studied traits. The range of variation of lines by DPE was 11 days (May 2-12). Herewith, greater early maturity is inherent in lines with the presence of the *Ppd-D1a* allele ( $r=-0.57$ ), and greater late maturity - with a longer need for vernalization ( $r=+0.24$ ). The height of the plants of the lines averaged  $78 \pm 0.8$  cm, while the difference between the lines with the minimum and maximum values of the trait was 58 cm - from 43 to 101 cm. The average weight of 1000 grains in the population of lines were 37.6 g, which did not differ significantly from the similar value of the standard variety Kuyalnyk (37.3 g), but was significantly less than the variety Antonivka (42.0 g). At the same time, the range of variation of the lines for this trait was 17.2 g (from 26.3 to 43.5 g). The grain yield of more productive lines reached 0.62 kg/m<sup>2</sup> and exceeded of less productive lines (0.23 kg/m<sup>2</sup>) by almost three times. Simultaneously, the yield of the standard Antonivka variety was 0.47, and the Kuyalnyk variety was 0.55 kg/m<sup>2</sup>. It should be noted that there was a slight variation in the trait "weight of 1000 grains" (8%), a medium degree of varia-

tion in "plant height" and "grain yield" (13 and 19%, respectively), and a significant variation in "duration of the period before earing" (31%). At the same time, grain yield is practically not related to differences in DPE ( $r=-0.09$ ), HP ( $r=0.04$ ) and TGW ( $r=-0.16$ ). Higher TGW is inherent in more early maturing ( $r=-0.45$ ) and spinous ( $r=0.27$ ) genotypes.

Pairwise comparison of two rows of genotypes with anthocyanin and green stem color allows us to conclude that these phenotypic differences have a significant effect on DPE ( $F=4.20$  at  $F_{0.05}=3.90$ ) and HP ( $F=4.71$  at  $F_{0.05}=3.90$ ). Plants with anthocyanin coloration of the stem were on average significantly earlier maturing by 0.9 days and 5 cm taller than those with green coloration. For the other two traits, TGW and GY did not reveal significant differences between the groups of lines with the presence or absence of anthocyanin coloration. There was only a tendency to decrease TGW by 2.0 g and GY by 0.018 kg/m<sup>2</sup> in lines with anthocyanin color of the stem compared to similar ones with green color of the stem. The presence of awns in the studied lines is significantly associated with a decrease in DPE ( $F=9.39$  at  $F_{0.05}=3.90$ ) for one day and an increase in TGW ( $F=9.39$  at  $F_{0.05}=3.90$ ) by 1.8 g with almost the same indicators of HP and GY compared to awnless genotypes. Different combinations of the two morphological traits significantly affected only the DPE ( $F=6.48$  at  $F_{0.05}=2.66$ ), which was expected based on the results of studying the influence of differences in each of the morphological traits separately. Earlier (4.8 days) awned lines with anthocyanin color of the stem spiked, and later (7.0 days) - lines with an alternative combination of traits - awnless lines with green color of the stem. For the other three traits, no significant differences were found between genotypes with different combinations of the presence/absence of awns or anthocyanin color of the stem.

Comparison of two groups of lines of carriers of *Ppd-D1a* or *Ppd-D1b* alleles allowed to establish significant differences between them in terms of DPE ( $F=77.96$  at  $F_{0.05}=3.90$ ) and TGW ( $F=9.78$  at  $F_{0.05}=3.90$ ). The genotypes in the presence of the *Ppd-D1a* allele spiked on average 2.7 days earlier and formed TGW by 2.3 g more than those with the *Ppd-D1b* allele. However, these differences did not affect the differences of the two genotypes in grain yield, which did not correspond to the previously obtained results on the effect of allelic differences of the *Ppd-D1* gene on HP and WP when using as starting material lines of analogues of ancient varieties of southern Ukraine [11] and recombinant-inbred lines Odeska 16/Bezosta 1 [12]. This is probably due to the significant influence on the level of winter wheat productivity of environmental conditions and genotypes of varieties used to create the starting material involved in the experiment [13].



Phenotypic differences of lines by the duration of vernalization (30 or 40 days) are significantly related to differences in DPE. Lines with 30-day vernalization requirement sprouted one day earlier than those with 40-day vernalization requirement. The differences between groups of lines with different duration of vernalization according to HP, TGW and GY were not significant, which confirms the previously obtained results using almost isogenic lines for *Vrd* genes as starting material [14].

Different combinations of alternative alleles of the *Ppd-D1* gene and characteristics of lines regarding the need for vernalization significantly influenced the differences in DPE ( $F=27.52$  at  $F_{0.05}=2.66$ ). Thus, the genotypes with the combination of *Ppd-D1a* + 30 days of vernalization (5.6 days) were earlier ripening, and the later ones - *Ppd-D1b* + 40 days of vernalization (9.0 days). Such combinations did not have a significant effect on HP, TGW, and GY.

In the population of RL, 16 genotypes with different combinations of four traits of the parental components were found theoretically possible under random recombination. The number of RLs in the groups varied from 1 to 42 lines. In further comparisons, only 12 genotypes with five or more lines in a group were used. Different combinations of alternative manifestations of photoperiodic sensitivity, needed for vernalization, presence/absence of awns and anthocyanin color of the stem significantly influenced the differences in DPE ( $F= 10.27$  at  $F_{0.05}=1.85$ ) and TGW ( $F= 2.35$  at  $F_{0.05}=1.85$ ). Thus, the earliest ripening genotypes were awned genotypes with the presence of the *Ppd-D1a* gene, 30 days of vernalization and anthocyanin color of the stem (4.2 days), and later - awnless genotypes with the presence of the *Ppd-D1b* gene, 30 days of vernalization and green stem (9.3 days). Similarly, the highest TGW (41.3 g) is inherent in awned genotypes with green stem, the presence of the *Ppd-D1b* gene and 40 days of vernalization, and the lowest is in awnless genotypes with green stem, the presence of the *Ppd-D1b* gene and 30 days of vernalization (33.5 g). Different combinations of traits had no significant effect on HP and GY.

Most modern varieties of southern Ukraine, including Antonivka and Kuyalnyk, are characterized by low sensitivity to photoperiod due to the presence of the *Ppd-D1a* gene in the genotype, and a 30-day need for vernalization, the presence of awns and green stem color. On average, the recombinant lines of all 12 groups with different combinations of the four studied traits did not differ significantly in grain yield from the control variety Antonivka (0.47 kg/m<sup>2</sup>;  $F=0.98$  at  $F_{0.05}=1.81$ ) and were significantly inferior to the variety Kuyalnyk (0.55 kg/m<sup>2</sup>;  $F=3.12$  at  $F_{0.05}=1.81$ ). At the



same time, 12 lines outperformed the more productive control variety Kuyalnik by 0.01 - 0.07 kg/m<sup>2</sup> in terms of grain yield. Among the last, the lines are represented by the 7 out of 16 possible combinations of four traits. Higher yields (0.60-0.62 kg/m<sup>2</sup>) are inherent in the lines carrying the *Ppd-D1a* gene with a spiky ear and green stem color and a 30- or 40-day need for vernalization.

## Reference

1. Lytvynenko M. A. 100-year history of the development of winter bread wheat breeding programs. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. №2. P. 75-82. [In Ukrainian]
2. Moskalets T. Z., Rybalchenko V. K. Morpho-physiological and molecular genetic features of *Triticum aestivum* L. xeromorphy. *Biological systems*. 2015. Vol. 7. Is. 1. P. 45-52. [In Ukrainian]
3. Rebetzke G.J., Jimenez-Berni J.A., Bovill W.D., Deery D.M., James R.A. High-throughput phenotyping technologies allow accurate selection of stay-green. *J. Exp. Bot.* 2016. Vol. 67(17). P. 4919-4924. doi:10.1093/jxb/erw301.
4. Börner A., Schäfer M., Schmidt A., Grau M., Vorwald J. Associations between geographical origin and morphological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Genet. Resour.* 2005. Vol.3. Is. 3. P. 360-372. doi: 10.1079/PGR200589.
5. Hangildin V.V. Ocenka gomeostaticnosti form ozimoy pshenicy, razlichayushihsy po priznakam morfostruktury rastenij. *Puti i metody povysheniya stabilnosti urozhaya ozimoy myagkoj pshenicy v stepi USSR*. Odessa: VSGI, 1989. S. 79-86. [in Russian]
6. Dowla M.A.N.N.U., Edwards I., O'Hara G., Islam S., Ma W. Developing wheat for improved yield and adaptation under a changing climate: optimization of a few key genes. *Engineering*. 2018. Vol. 4. P. 514-522. doi:10.1016/j.eng.2018.06.005 2095-8099
7. Alipour H., Abdi H. Interactive effects of vernalization and photoperiod loci on phenological traits and grain yield and differentiation of Iranian wheat landraces and cultivars. *J. Plant Growth Regul.* 2021. Vol. 40. P. 2105-2114. doi:10.1007/s00344-020-10260-8
8. Feit V.I., Martynyuk V.R. Photoperiod sensitivity and vernalization requirement of winter bread wheat varieties bred in PBGI. *Zbirnyk nauk. prac SGI-NCNS*. 2002. № 2 (42). P. 30-36. [in Ukrainian]
9. Fait V. I., Balashova. I. A. Distribution of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-D1a*, *Ppd-B1a*, and *Ppd-B1c* in winter common wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) of various origin. *Cytology and Genetics*. 2022. Vol. 56, № 2. P. 109-117. doi: 10.3103/S0095452722020049.
10. Beales J., Turner A., Griffiths S., Snape J.W., Laurie D.A. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet.* 2007. Vol. 115. P. 721-733. doi:10.1007/s00122-007-0603-4

11. Bakuma A.O., Popovych Yu.A., Motsnyy I.I., Chebotar G.O., Chebotar S.V. Effects of the *Ppd-D1a* allele on growth rates and agronomical traits in wheat detected by the application of analogous lines. *Cytol Genet.* 2018. Vol. 52 (5). P. 343–352. doi: 10.3103/S009545271805002X
12. Mokanu N.V., Fayt V.I. Differences in the effects of alleles of the genes *Vrd1* and *Ppd-D1* with respect to winter hardiness, frost tolerance and yield in winter wheat. *Cytology and Genetics.* 2008. Vol. 42 (6). P. 384–390. doi: 10.3103/S0095452708060054.
13. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Effect of date of heading on variation of basic components of productivity of winter wheat. *Journal of Central European Agriculture.* 2020. Vol. 21 (4). P. 751–762. doi: 10.5513/JCEA01/21.4.2819
14. Fayt V.I. Effects of vernalization duration control genes (*Vrd*) on agronomical traits in winter bread wheat. *Tsitol Genet.* 2007. Vol. 41 (5). P. 18–26. [in Russian]

CZU:633.14:581.4

## INFUENȚA GLICOZIDELOR STEROOIDALE ASUPRA INDICII ACTIVITĂȚII FOTOSINTETICE ȘI PRODUCTIVITĂȚII PLANTELOR DE ORZ DE TOAMNĂ

*Secrieru Silvia, Derendovskaia Antonina*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** Incrustation of seed of winter barley drugs and steroid glycosides Moldstim Ecostim leads to a change in photosynthetic activity of plants in fields. Under the influence of growth regulators are: increasing the leaf area of plants, leaf area index and indicators of photosynthetic capacity of leaf area, increase performance and Specific Leaf Weight and Net Assimilation Rate, increasing the concentration of plastid pigments in organs and whole plant and productivity decline of chlorophyll and productivity. A responsive variety for processing depends on their biological characteristics, as well as the intensity of meteorological conditions during the research.

**Key words:** Chlorophyll, Photosynthetic activity, Ecostim, Moldstim, Growth regulators, Steroid glycosides, Winter barley, Productivity.

Relația plantelor într-o agrocenoză este variabilă, în funcție de mulți factori. Sarcina principală pentru obținerea de recolte mari este crearea unor sămănături care să maximizeze potențialul activității fotosintetice a plantelor în agrocenoză. Acest lucru se poate realiza prin crearea unor condiții favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor (Nikitin S., 2017).

Creșterea plantelor și productivitatea lor biologică sunt rezultatul, al activității fotosintetice, în timpul căreia se formează până la 95% din compu-

șii organici. Din acest motiv, creșterea plantelor, formarea de organe și creșterea ca o majorare a biomasei uscate începe în principal după formarea sistemului fotosintetic al frunzei și realizării procesului de fotosinteză (Nikitin, S., 2017).

Au fost propuși indicatori care pot fi utilizați pentru a monitoriza procesul de formare a recoltei în sămănături. Unele dintre ele le-am folosit pentru a studia natura activității fotosintetice a sămănăturilor de orz de toamnă în funcție de modul de tratare a semințelor înainte de semănat cu preparate glicozide steroidale (Andreișov, 1998).

Cercetările au fost efectuate pe soiul Odeskii 86. Semințele de orz de toamnă înainte de semănat cu o zi, au fost tratate cu preparate glicozide steroidale Moldstim (MS) și Ecostim (ES) prin metoda de incrustare în doze 200, 400 și 800 mg/kg semințe. Termenul de semănat – a treia decadă a lunii septembrie- optimal pentru orzul de toamnă (Pucalov, Gheorghiev, 1984). Suprafața parcelei experimentale 72 m<sup>2</sup>. Experiența a fost montată în 4 repetiții.

Pentru caracteristica activității fotosintetice a plantelor au fost utilizați următorii indici: indicele foliar (LAI) și potențialul fotosintetic a suprafeței foliare (LAD), care au fost calculate după metodele tradiționale; productivitatea netă a fotosintezei (PNF) – după formula Brigs (Niciporovici și al., 1961). Densitatea de suprafață specifică a frunzelor (DSSF) au fost calculate ca raportul biomasei uscate a frunzelor către suprafața lui (Stepanov, Nedranco, 1988).

Conținutul de pigmenți asimilatori (clorofilla *a*, *b* și carotenoizi) în organele plantelor au fost determinate în principalele faze de ontogeneză (împăiere și înspicare). Determinările au fost efectuate în extract de alcool la SF-26 (Tretiakov și al., 1990). A fost calculat conținutul de clorofilă către suprafața foliară (raportul dintre masa pigmentului către suprafața frunzei), inclusiv conținutul total de clorofilă în plantă (Laman și al., 1996), recolta după Vavilov P., (1983). Datele cercetărilor au fost supuse prelucrării matematice cu utilizarea programelor aplicate (Dospheov, 1985)

Indicele foliar - acoperire sau aprovizionare cu frunze a sămănăturilor, Leaf Area Index (LAI) – reprezintă o valoare de raport între suprafața fotosintetică (verde) a frunzelor plantelor din sămănătură și suprafața de creștere a lor. După datele lui Niciporovici A. (1966), optimale sunt, suprafețele frunzelor care realizează fotosinteza sumară maximală, și are circa 40-50mii m<sup>2</sup>/ha sau are indicele foliar LAI=4-5. Acești indici pot fi observați la culturile sau sămănăturile cele mai productive ca (porumbul, sfecla, cartoful). La culturile cerealiere indicele optimal este de 3-6, inclusiv la orzul de toamnă 2,5-4,0 (Laman și al., 1996).

Am determinat, că indicele suprafeței foliare la orzul de toamnă depinde

de particularitățile de soi și condițiile anului. De regulă, soiul Odeskii 86 formează o suprafața foliară de dimensiuni mari, și ca rezultat indicii LAI cresc și constituie  $4,0 \text{ m}^2/\text{m}^2$ .

Incrustarea semințelor de orz de toamnă cu preparate glicozide steroidale duce la majorarea suprafeței foliare, și ca urmare, majorare LAI la soiul Odeskii 86 de 1,1-1,4 ori. Creșterea indicelui foliar, în cele mai multe cazuri, decurge proporțional majorării dozei glicozidelor steroidale și în faza de împăiere plantele formează o suprafață foliară optimală după mărime (tab.1).

Tabelul 1. Influența tratării semințelor înainte de semănat cu preparate glicozide steroidale asupra indicii activității fotosintetice a plantelor de orz de toamnă. **Soiul Odeskii 86.**

Variantele experienței	LAI, $\text{m}^2/\text{m}^2$	LAD, $\text{mii.m}^2 \cdot \text{diurn}/\text{ha}$	DSSF, $\text{g}/\text{dm}^2$	PNF, $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{diurn}$	PLC, $\text{mg}/\text{mg}$ clo-rofila diurn
<i>Faza de împăiere</i>					
Martor	4,0	550,4	0,78	9,8	27,6
MC-200mg/kg	4,4	611,4	0,79	9,8	22,8
MC-400 mg/kg	5,4	758,8	0,81	12,3	22,1
MC-800 mg/kg	5,1	706,8	0,84	10,9	22,4
ES-200 mg/kg	4,2	594,8	0,78	10,5	23,0
ES-400 mg/kg	5,1	712,3	0,83	11,3	23,1
ES-800 mg/kg	5,3	747,7	0,85	11,9	21,1
<i>Faza de înspicare</i>					
Martor	2,0	654,4	0,80	8,7	13,3
MC-200mg/kg	2,7	780,1	0,83	9,1	10,9
MC-400 mg/kg	3,6	994,2	0,86	9,1	9,6
MC-800 mg/kg	3,3	918,8	0,90	8,3	9,6
ES-200 mg/kg	2,8	750,0	0,84	8,9	10,6
ES-400 mg/kg	3,3	923,7	0,88	8,8	10,1
ES-800 mg/kg	3,8	997,7	0,92	9,4	10,0
DL <sub>05</sub>	0,13	50,2	0,02	0,10	0,04

În faza de înspicare, în comparație cu faza de împăiere, în urma pieririi frunzelor de la bază, parametrii indicelui foliar în varianta martor se reduce de 2,3 ori. Mai puțin indicele acesta se micșorează în variantele cu aplicare reglatorilor de creștere (tab.1).

Ca un indice, într-o măsură mai completă care caracterizează dinamica formării suprafeței foliare a semănăturilor, pot fi indicii potențialelor fotosintetici (Leaf Area Duration (LAD)), care arată numărul de zile de lucru activ al frunzelor la o unitate de suprafață. Indicele dat a fost propus de Niciporovici A. (1963, 1966) pentru caracteristica modificărilor ontogenetice a suprafeței foliare ale cenozei.

Am stabilit, că prelucrarea semințelor cu preparate glicozidelor steroidale sporesc creșterea potențialului fotosintetic a suprafeței foliare la soiul Odeskii 86 de 1,2-1,5 ori, majorarea timpului de lucru al frunzelor în ontogeneză și realizarea completă al activității fotosintetice potențiale a plantelor, indiferent de anul de cercetare.

Indicele eficacității de utilizare al substanțelor organice, care sunt direcționate pentru creșterea frunzelor, este densitatea de suprafață specifică a frunzelor (Specific Leaf Weight (SLW)), se calculează ca raportul dintre biomasa uscată al frunzei către suprafața lui. Densitatea de suprafață specifică a frunzelor caracterizează indirect grosimea limbului foliar și ponderea de substanță uscată în el. S-a stabilit o relație între intensitatea fotosintezei a frunzelor cu densitatea de suprafață specifică a frunzelor, prin urmare, într-o serie de studii, acest indicator a fost studiat ca o trăsătură utilizată în selecția plantelor pentru intensitatea crescută a fotosintezei (Criswell, Shibles 1971; Delaney, Dobrenz, 1974; Pearce, 1969).

Guleaev B., Rojco I., Rogacenco A. și al. (1989), Laman N., Samsonov V., Prohorov V. (1996) consideră, că indicele corelează cu intensitatea fotosintezei ca în planul genotipic, așa și în condiții variabile ale condițiilor de creștere.

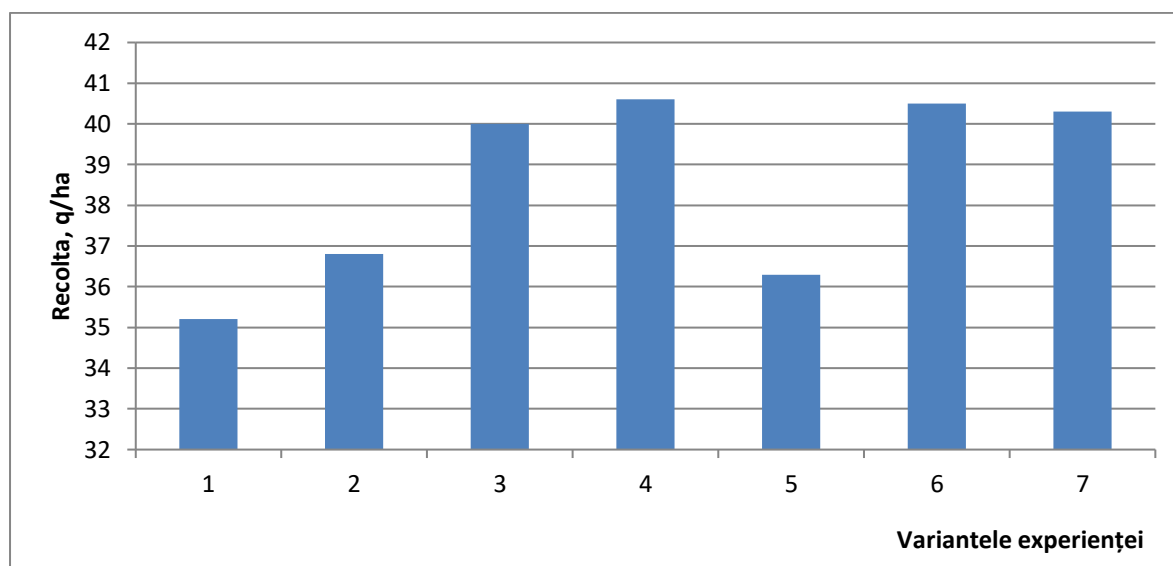
Am stabilit că SLW-ul soiului Odeskii 86 se modifică nesemnificativ la faza de împăiere în varianta de martor este de 0,78, iar la faza de înspicare este de 0,80 g/dm<sup>2</sup>. Utilizarea glicozidelor steroidale contribuie la o ușoară creștere a SLW-ul de 1,1-1,2 ori, indiferent de fazele de vegetație.

Caracteristicile acumulării de biomasă pe unitatea de suprafață foliară a semănăturilor pot fi caracterizate după indicatorul productivității nete fotosintetice (PNF) sau al ratei nete de asimilare (Net Assimilation Rate, NAR). Caracterizează eficiența medie a unei unități de suprafață a frunzei plantei în ceea ce privește acumularea de biomasă uscată și este corelată pozitiv ( $r=+0,9$ ) cu intensitatea fotosintezei (Laman, Samsonov, Prohorov, 1996).

În condiții experimentale, indicatorii PNF pentru soiul Odeskii 86 în varianta de martor cu indicele foliar (LAI) = 3,9 în faza de împăiere, PNF constituie 9,8 g/m<sup>2</sup> diurn. În variantele cu utilizarea glicozidelor steroidale, rata de creștere a NPF este cu 0,2-2,5 g/m<sup>2</sup> diurn, în dependență de doza de preparat. În faza de înspicare, în comparație cu faza de împăiere, productivitatea fotosintetică pe unitatea de suprafață a frunzei scade și în varianta martor constituie 8,7 g/m<sup>2</sup> zi. Sub influența regulatorilor de creștere, există tendința de scădere a indicatorului PNF.

După datele lui Tarcevski I. (1971), ar fi mai corect să se calculeze diferite procese de producție nu pe unitatea de suprafață a frunzei, ci pe unitatea de conținut de clorofilă în întreaga plantă pe un anumit interval de

timp. În acest caz, PNF este exprimat ca mg biomasă vegetală uscată/mg clorofilă diurn. De fapt, reflectă productivitatea medie a 1 mg de pigment verde. Acest indicator a fost propus pentru prima dată de Dorohov L. (1957) și a fost numit de el „*productivitatea de lucru a clorofilei*” (PLC).



**Fig.1.** Influența preparatelor steroidale asupra recoltei soiului Odeskii 86 (în mediu pe 3 ani).

Variantele experienței: 1-Martor, 2-MS-200; 3-MS-400; 4-MS-800; 5- ES-200; 6-ES-400; 7-ES-800 mg/kg semințe.

Am obținut diferențe semnificative în acumularea de clorofilă în fazele de creștere și dezvoltare a plantelor de orz de toamnă. S-a demonstrat că în cele mai multe cazuri, soiul Odessky 86 se caracterizează printr-o acumulare mai intensă de pigmenți (mg/plantă), atât în faza de împăiere, cât și în faza de înspicare.

Prelucrarea semințelor cu preparate glicozide steroidale duce la creșterea conținutului de clorofilă la soiul studiat și, în același timp, la scăderea indicelui de productivitate a clorofilei (PLC). Un model similar a fost observat în studiile lui Dorohov L. (1957), când nutriția abundentă cu azot a contribuit la acumularea de clorofilă în frunzele culturilor de cereale, cu o scădere simultană a productivității medii zilnice a muncii sale. Deficiența de azot a determinat o scădere a concentrației și a cantității totale de pigment verde din plante, ducând la o creștere vizibilă a PLC.

Am stabilit că există o corelație directă între parametrii activității fotosintetice și productivitatea plantelor de orz de toamnă (fig. 1).

S-a demonstrat că la soiul Odeskii 86 se observă o creștere a LAI, LAD, DSSF, PNF indicând activitatea de lucru al aparatului fotosintetic a plantelor de orz de toamnă. În variantele cu utilizarea glicozide steroidale, productivitatea soiului crește de 1,1-1,2 ori.

S-a stabilit că încrustarea semințelor de orz de toamnă cu preparate glicozide steroidale Moldstim și Ecostim duce la modificări a principalelor indicatori ai activității fotosintetice a plantelor în semănături;

Sub influența preparatelor Moldstim și Ecostim, se observă o creștere a suprafeței foliare a plantelor și ca rezultat, a indicelui foliar și a potențialului fotosintetic a suprafeței foliare; creșterea eficienței utilizării asimilaților folosiți pentru creșterea frunzelor (indicatorul DSSF) și modificarea parametrilor productivității fotosintetice nete.

### **Bibliografie**

1. Андрейцов В.И. Влияние стероидных гликозидов на рост, фотосинтетическую деятельность и продуктивность растений озимого ячменя. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Кишинев, 1998, 148с.
2. Андрианова Т.Ф., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: «Наука», 2000, 112с.
3. Вавилов П.П. Растениеводство. М.: Агропромиздат, 1986, с.62-64.
4. Гуляев Б.И., Рожко И.И., Рогаченко А.Д. и др. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Киев:«Наукова думка», 1989, 148с.
5. Дорохов Л.М. Минеральное питание как фактор повышения продуктивности фотосинтеза и урожая сельскохозяйственных растений.//Труды. Изд-во КСХИ.1957,Т.8, 218с.
6. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. М.:«Агропромиздат»,1985, 228с.
7. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохоров В.Н. и др. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. - Мн., Наука и техника, 1996.-101с.
8. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.:, Изд-во АН СССР, 1961.-130с.
9. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах./Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР,1963, С.5-36.
- 10.Ничипорович А. А. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.:«Наука»,1966, 50с.
- 11.Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений.//Итоги науки и техники. Физиология растений. М., ВИНТИ,1977, Т.3, С.11-54
- 12.Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений./Физиология фотосинтеза. М.:«Наука», 1982, С.7-33.
- 13.Никитин С. Успехи современного естествознания Nr.1, 2017, с.33-38
- 14.Пукалов Б.П., Георгиев Н.А. Особенности технологии возделывания сортов озимого ячменя интенсивного типа.//Труды КСХИ, 1984, С.67-69
- 15.Степанов К.И., Недранко Л.В., Методические указания по определению элементов фотосинтетической продуктивности растений. Кишинев, 1988, 35с.
- 16.Тарчевский И. А. Основы фотосинтеза. Казань, Изд-во Казан.ун-та,1971, С.279-289.

- 17.Тарчевский И.А., Андрианова Ю.Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы.//Физиология растений. 1980, Т.2, вып.2, С.341-347
- 18.Третьяков Н.Н., Карнаухов Т.В., Паничкин Л.А. и др. Практикум по физиологии растений. М.:«Агропромиздат», 1990, 261с.
- 19.Criswell, J.G., Shibles R.M. Physiological basis for genotypic variation in net photosynthesis of oat leaves.//Crop. Sci.,1971, V.11, Nr.1, P.550-553
- 20.Delaney R.H., Dobrenz A.K. Morphological and anatomical features of alfalfa leaves as related to CO<sub>2</sub> exchange.//Crop.Sci., 1974, V.14, Nr.3, P.31-34
- 21.Pearce R.B. Specific leaf weight and photosynthesis in alfa.//Crop.Sci.,1969, V.9, Nr.4, P.423-425

CZU:633.11:631.52:575

## EFECTELE STRESULUI HIDRIC ÎN STADIUL INCIPIENT AL CREȘTERII CA TEST PROMIȚĂTOR PENTRU TOLE- RANȚA GRÂULUI LA SECETĂ

*Sașco Elena, conferențiar cercetător, <https://orcid.org/0009-0003-1014-4016>, USM,, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor*

**Abstract:** The results of the study revealed the constitutive genetic mechanisms by which drought stress manifests in the early growth phase of native wheat. In genotypes L101/Od.167 and LM/Od.162/M79, tolerance was attested only for the characters Sprouting and Root length. Moldova 11 showed particular tolerance plasticity for Root length and Stem length. Plant vigor index established the lowest percentage reduction of the integral trait in the targeted genotypes. Cluster analysis (Ward`s method) based on tolerance index distributed the interaction variants into 2 clusters, genotypes L101/Od.167, LM/Od.162/M79 and Moldova 11 showed improved tolerance performance under all water restriction conditions at the optimum temperature of 22o C. Genotype L101/BT16-04 showed the highest reduction in tolerance index (-14.3), forming a separate cluster with the highest susceptibility to the targeted water restriction.

**Keywords:** native wheat, drought, PEG 6000, Plant Vigor Index, Tolerance Index.

### Introducere

Grâul (*Triticum aestivum* L.) este una din culturile alimentare de bază, dar și o marfă strategică în întreaga lume datorită importanței sale în dieta zilnică a omului. Fiind cultivată pe aproximativ 215 milioane ha, contribuie în consumul global cu 55% din hidratații de carbon și cu 20% din energiile



alimentare, menținând, totodată, o poziție importantă în comerțul internațional cu cereale [3, 6].

Schimbările climatice globale, cu o multitudine de factori de stres, exercită o amenințare gravă pentru dezvoltarea și productivitatea plantelor de cultură, deci și o constrângere majoră în producția de cereale. Extremele de stres abiotic precum seceta, temperatura, salinitatea și dezechilibrul nutritiv prezintă provocări majore pentru securitatea alimentară. La nivel global, deficitul de apă a devenit cea mai critică problemă din cauza efectelor sale negative asupra creșterii și performanței plantelor, impunând limite majore asupra randamentului grâului. Starea de umiditate redusă a solului, dar și a atmosferei provoacă modificări morfologice, fiziologice și moleculare în cultura grâului. Stadiile esențiale ale creșterii culturii, adică vegetativă și reproductivă, sunt mai susceptibile de a fi afectate de secetă. Impactul la etapa de germinare și creștere timpurie joacă un rol vital în determinarea randamentului culturii [2, 5, 6, 9].

Dezvoltarea de culturi rezistente la disponibilitatea redusă a apei este un obiectiv major al comunității științifice pentru a asigura securitatea alimentară a populației în creștere. Toleranța la secetă constituie o trăsătură cantitativă dificilă, poligenă, fiind influențată de factorii biotici și abiotici ai mediului. Identificarea genotipurilor de grâu care pot tolera starea redusă a apei este vitală pentru a stimula producția de grâu, care poate fi atinsă doar prin explorarea potențialului genetic maxim al germoplasmei disponibile [6]. S-a demonstrat că prezența toleranței la secetă în stadiul incipient de creștere corespunde toleranței la deficitul de apă în condiții de câmp [6, 7].

Depistarea toleranței la secetă în condiții de teren implică resurse considerabile și necesită condiții de mediu adecvate pentru eficacitatea și expresia fenotipică repetabilă a toleranței la secetă care se datorează genotipului de grâu. Prezintă rentabilitate selectarea germoplasmei în stadiul incipient de creștere în condiții controlate de laborator. Astfel, germinarea, lungimea tulpinii și indicele de vigoare al semințelor sunt printre cele mai sensibile trăsături la deficitul hidric, urmate de lungimea rădăcinii și lungimea coleoptilului [1, 2, 5, 6, 9]. În baza trăsăturilor morfofiziologice la etapă timpurie de creștere a fost găsită prezența variațiilor contrastante în răspunsul genotipurilor la stresul indus de PEG. Studiul de corelație, dar și analiza clusteriană a evidențiat genotipurile tolerante la secetă [5].

În modelele climatice referitor la zece zone de cultivare a grâului din Europa, efectul dăunător al stresului cauzat de secetă poate fi redus datorită adaptării fenologiei grâului, cât și îmbunătățirii răspunsului unor caractere genetice la deficitul de apă [8].

Studiul de față a fost realizat cu scopul de a identifica genotipuri de grâu adaptate la condițiile locale pentru toleranță la acțiunea tratamentelor de secetă în faza de creștere timpurie.

### Material și metode

Au fost investigate genotipurile de grâu de toamnă L101/BT16-04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 și Moldova 11 în stadiul incipient de creștere în condiții de stres hidric. Restricțiile hidrice au fost induse de soluția apoasă de PEG 6000, macromolecule cărui adsorb apa din celula vegetală și mențin un potențial hidric uniform pe parcursul perioadei experimentale. Semințele aseptizate în alcool etilic (80%), apoi în clorură de calciu (10%), au fost pregerminate 2 ore la 28°C și menținute 6 zile în cutii Petri în condiții de temperatură optimă de 22°C. După necesitate, semințele au fost umectate cu apă distilată sau soluție PEG 6000 în concentrația 12% și 16% d/v. A fost investigată variabilitatea fenotipică pentru trăsăturile *Germinație (G)*, *Lungimea rădăcinii și tulpinii (LR și LT)* și *Indicele de vigoare a plantelor (IVP)* în dependență de valoarea restricțiilor și durata tratamentului de secetă (3 zile și 6 zile). Indicele de vigoare a plantelor (*IVP*) a fost calculat după formula: Capacitatea de germinare (%) x lungimea plantei (cm) / 100 [5, 6].

### Rezultate și discuții

În condiții normale de hidratare valorile fenotipice medii ale *G*, *LR* și *LT* au variat în intervalul: 78,3 ... 96,7%, 94,9 ... 119,9 mm și 53,0 ... 75,4 mm. Moldova 11 a manifestat cele mai joase valori genotipice ale trăsăturilor *LR* și *LT*. În condițiile tratamentelor de secetă, caracterele vizate au fost afectate în mod specific de factorii vizați: genotip, gradația restricțiilor hidrice, cât și durata stresului hidric. O gamă mai largă de variație (63,3 ... 98,3%) s-a atestat pentru capacitatea de germinare (fig. 1).

Analiza varianței pentru trăsăturile *G*, *LT* și *IV* a atestat ponderea autentică a genotipului – 24,3, 22,4 și 18,5%, dar lipsa suportului statistic pentru *LR*. Fenomenul prezintă rădăcina ca trăsătură a plantelor cu susceptibilitate mai joasă la secetă [3]. Concentrația disecatului a contribuit cu cea mai mare pondere în producerea variabilității pentru fenotipul *LR* și *LT* (52,6 și 45,0%).

Durata tratamentului de secetă a participat cu cea mai înaltă rată în producerea varianței caracterelor *G* și *IV*. Trăsăturile vizate reprezintă corelații marcate cu semnificație ridicată la  $p < 0,01$ . Interacțiunile *Genotip x Factor de stres* cu cotă și semnificație ridicată pentru *LR* atestă importanța trăsăturii în identificarea genotipurilor candidate ca tolerante la secetă. Trăsăturile de creștere au prezentat un coeficient de variație mic sau moderat (Tab. 1).

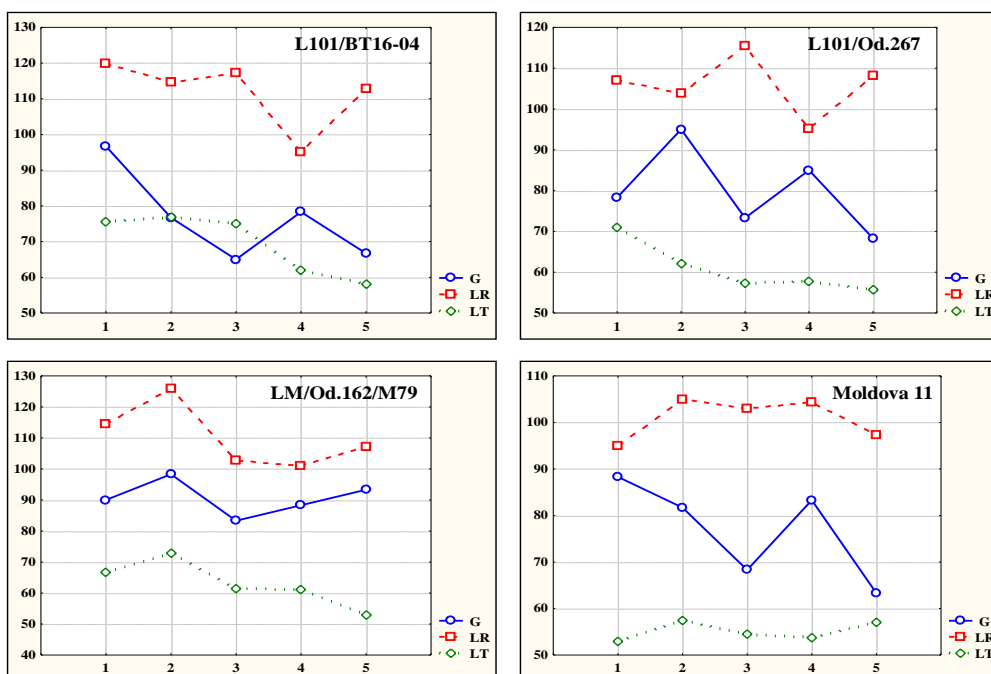


Fig.1. Variabilitatea unor caractere cantitative la grâul comun sub acțiunea restricțiilor hidrice

Pe orizontală, tratamentele: 1–Martor, 2, 3–PEG 10%; 4, 5–PEG 16%;

2, 4–Tratament de secetă cu durata de 3 zile; 3, 5–Tratament de secetă cu durata de 6 zile;

Pe verticală, dreapta: *G* (%), *LR* și *LT* (mm).

Tabelul 1. Contribuțiile surselor de variație în manifestarea fenotipică a unor caractere cantitative

Sursă de variație	Grad de libertate	Contribuția sursei de variație, %			
		<i>G</i>	<i>LR</i>	<i>LT</i>	<i>IV</i>
<i>Genotip de grâu (1)</i>	3	24,3**	1,7	22,4**	18,5**
<i>Concentrație PEG (2)</i>	1	3,8	52,6**	45,0**	28,4**
<i>Durata tratamentului(3)</i>	1	59,6**	13,9*	13,8**	39,9**
<i>Interacțiune 1 x 2+1 x 3+2 x 3</i>	3	10,8*	26,0**	16,9**	9,9**
<i>CV, %</i>		16,6	9,5	12,3	19,0

\*, \*\* - suport statistic pentru  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ .

*Indicele de toleranță* reprezintă procentul de reducere a trăsăturii în condiții de stres raportat la cel din varianta *Martor*. Genotipurile L101/Od.167 și Moldova 11 au înregistrat un impact negativ asupra germinării în toate cele 4 tratamente de secetă. Susceptibilitatea (<-20%) și/sau susceptibilitatea moderată (<-30%) a potențialului de germinare a fost manifestată la acțiunea PEG 6000 în concentrațiile 12% și 16% cu durata de 6 zile. Unul dintre motivele diminuării *LT* și *LR* în condiții de stres

de secetă ar putea fi lipsa transferului substanțelor nutritive din țesuturile de depozitare a semințelor în embrion și poate fi asociat cu faptul că sunt afectate celulele meristeme [4]. Mai puternic procesul de diviziune și alungire celulară sunt perturbate pentru rădăcină și tulpină la L101/BT 16-04, pe când, în mod deosebit pentru tulpină – la L101/Od.162. La acțiunea PEG în concentrația 16% cu durata de 6 zile *Indicele de toleranță* a înregistrat susceptibilitate moderată pentru *LT* la L101/BT 16-04, L101/Od.162, dar și LM/Od.162/M79. Afirmația, că *LT* este unul din cei mai susceptibili indici la acțiunea factorilor de secetă este vizată în multe cercetări [4]. *Indicele integral de vigoare a plantelor (IVP)*, calculat din produsul procentului de germinare la lungimea plantei întregi a înregistrat o dependență majoră atât de gradația, cât și de durata tratamentului de disecare. *Indicele de toleranță* pentru *IVP* a fost diminuat major la L101/BT16-04 ( $<-22,1 \dots <-35,5\%$ ), fiind înregistrată atât susceptibilitatea, cât și susceptibilitatea moderată (Fig. 2).

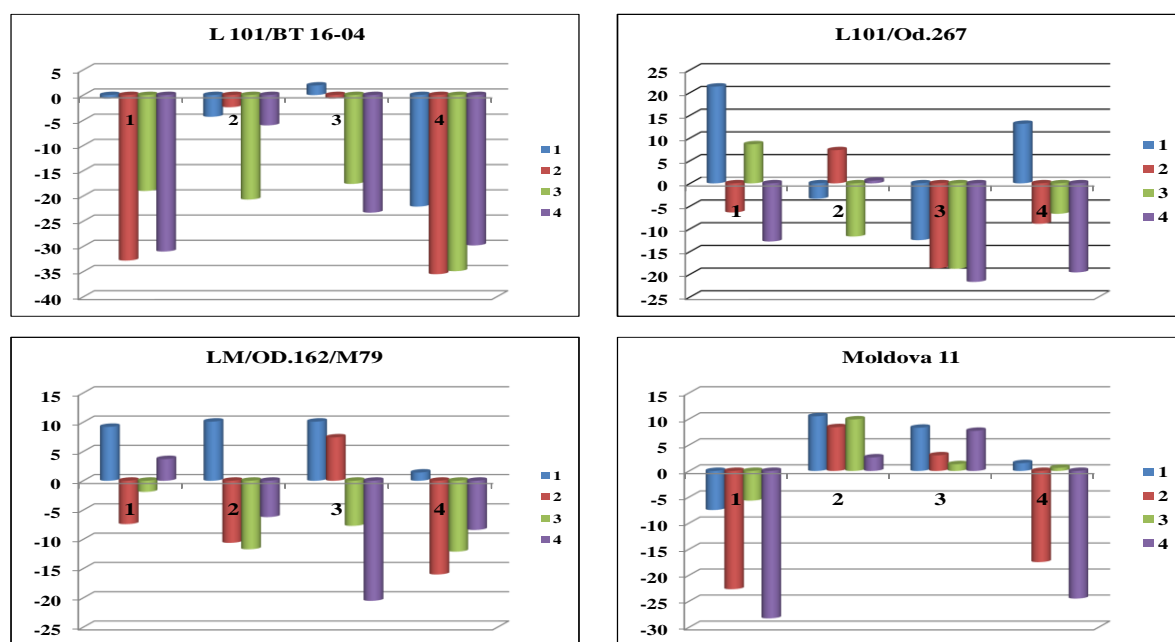


Fig. 2. Variabilitatea *Indicelui de toleranță* în răspunsul genotipurilor de grâu la acțiunea tratamentelor PEG 6000

Pe orizontală: 1–Germinația; 2–Lungimea rădăcinii; 3–Lungimea tulpinii; 4–Indicele de Vigoare;  
Pe verticală, dreapta, *Tratatamentul de secetă*: 1, 2–PEG 12%; 3, 4–PEG 16%; 1, 3–cu durata de 3 zile; 2, 4–cu durata de 6 zile;

*Indicii de Toleranță* pentru caracterele *G* și *IVP* la genotipurile de grâu vizate a stabilit corelare pozitivă și semnificativă (0,92, 0,90, 0,98, 0,96).

Analiza clusteriană (*Ward's method*) în baza variabilității *Indicelui de Toleranță* pentru *G*, *LR*, *LT* și *IVP* a distribuit variantele de interacțiune în 2 clustere. Genotipul L101/BT16-04 a manifestat cel mai redus *Indice de Tole-*

ranță (-14,3), formând cluster separat cu cea mai înaltă susceptibilitate la restricțiile hidrice vizate. Variabila a fost situată la distanțele euclidiene 77,8, 69,2 și 72,7 de altele 3 genotipuri. Moldova 11, L101/Od.162, dar și LM/Od.162/M79 au manifestat, cu unele devieri, rezistență sporită pentru *G*, *LR* și *LT*, manifestând cea mai înaltă performanță a *IT* în condițiile de secetă imitată (-3,3 – -5,9), genotipurile fiind încadrate în clusterul 2 (Fig. 3).

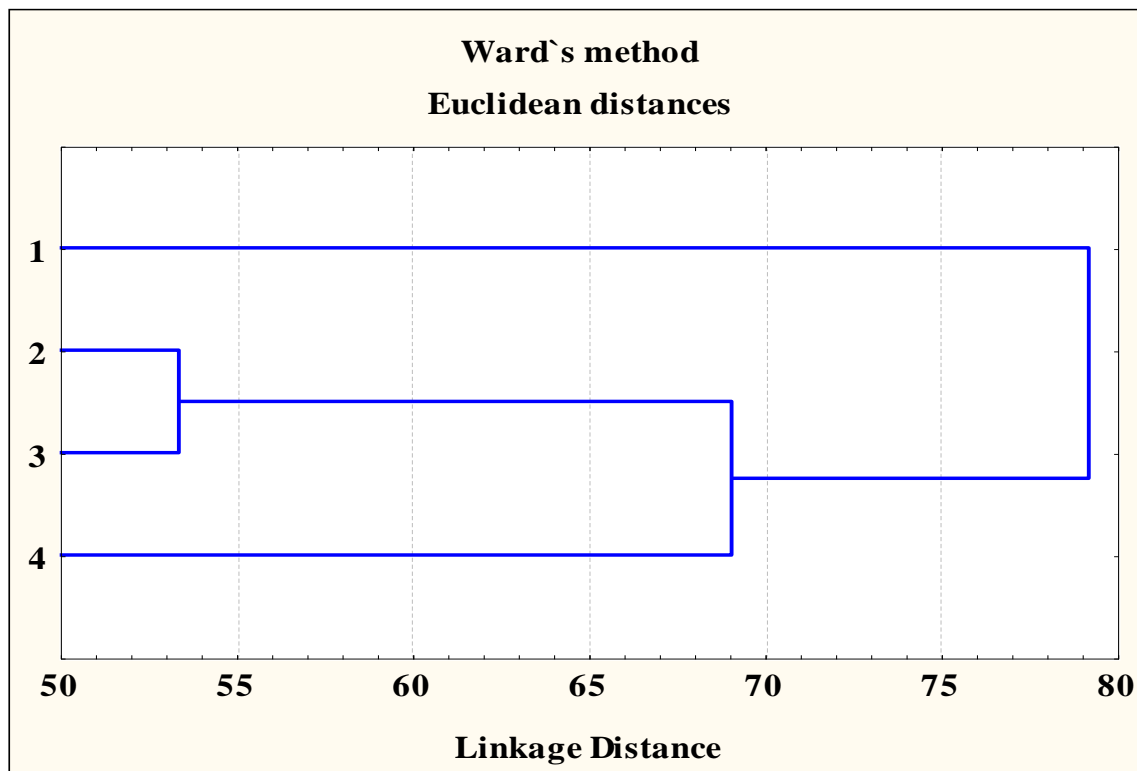


Fig. 3. Dendrograma de distribuție a variantelor de interacțiune în baza toleranței/susceptibilității caracterelor vizate la acțiunea concomitentă a factorilor de stres abiotic

Pe verticală: 1 – L101/BT16-04; 2 – L101/Od.267; 3 – LM/Od.162/M79; 4 – Moldova 11;

### Concluzii

Rezultatele studiului sugerează că mecanismul prin care se manifestă stresul cauzat de secetă a variat în funcție de constituția genetică a soiului de grâu investigat. Astfel, *Indicele de toleranță* a atestat la genotipurile L101/Od.167 și LM/Od.162/M79 doar toleranță pentru trăsăturile de *Germinare* (21,3...-12,8%) și *Lungimea rădăcinii* (10,8...-11,7). Totodată, Moldova 11 a manifestat o plasticitate deosebită a toleranței pentru *Lungimea rădăcinii* și *Lungimea tulpinii* (10,5...1,3).

Cu unele devieri, *Indicele de vigoare a Plantei* a stabilit cel mai diminuat procent de reducere a caracterului integral la genotipurile L101/Od.167, LM/Od.162/M79 și Moldova 11.

Analiza clusteriană (*Ward's method*) în baza reducerii indicilor de toleranță a distribuit variantele de interacțiune în 2 cluster, genotipurile L101/Od.167, LM/Od.162/M79 și Moldova 11 au manifestat performanță sporită de toleranță în toate condițiile de restricție hidrică la temperatura optimă de 22° C. Genotipul L101/BT16-04 a manifestat cea mai înaltă reducere pentru *Indicele de Toleranță* (-14,3), formând cluster separat cu cea mai înaltă susceptibilitate la restricțiile hidrice vizate.

\*Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului *011102 Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării.

### Lista bibliografică

1. Ahmed H.G. et al. Selection Criteria for Drought-Tolerant Bread Wheat Genotypes at Seedling Stage. In: *Sustainability*, 2019. Vol.11(9), 2584. <https://doi.org/10.3390/su11092584>
2. Al Khateeb W. et al. Phenotypic and molecular variation in drought tolerance of Jordanian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces. In: *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 2017. Vol. 23(2), pp. 311-319. doi: 10.1007/s12298-017-0434-y
1. Becker S.R. et al., 2016 Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. In: *Euphytica*, 2016. Vol. 207, p. 213–224
2. Mansour A.M., Indoush A.H. Effect of Drought Stress by Polyethylene Glycol 6000 on Six Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties at Germination and Seedling Stages. In: *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2020. Vol. 4(4), p. 1-12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4040889>
3. Qadir S.A. Wheat Grains Germination and Seedling Growth Performance under Drought Condition. In: *Basrah J. Agric. Sci.*, 2018. Vol. 31(2), p. 44-52.
4. Raveena R.B., Neelam Ch. Drought Resistance in Wheat (*Triticum aestivum* L.): A Review. In: *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2019. Vol. 8(09), p. 1780-1792. DOI:10.20546/ijcmas.
5. Saha R.R. et al. Selection of drought tolerant wheat genotypes by osmotic stress imposed at germination and early seedling stage. In: *SAARC J. Agri.*, 2017. Vol. 15(2), p. 177-192.
6. Semenov M.A. et al. Adapting wheat in Europe for climate change. In: *Journal of Cereal Science*, 2014. Vol. 59, p. 245-256.
7. Surbhayya S.D. et al. *In-vitro* Based Screening of Promising Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Osmotic Stress Imposed at Seedling Stage. In: *Int. J. Cur. Microbiol. App .Sci.*, 2018. Special Issue-6: 2500-2508.

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС НА СТАРТЕ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ

<sup>1</sup>*Боровская А., н. сотрудник,<sup>1</sup>Луцкан Е., н. сотрудник,*

<sup>1</sup>*Иванова Р., д. наук, зав. лабораторией,*

<sup>1</sup>*Елисовецкая Д., д. наук, вед. научный сотрудник,*

<sup>2</sup>*Ванькович Н., д. наук, зав. лабораторией.*

<sup>1</sup>*Институт генетики, физиологии и защиты растений, ГУМ,  
Республика Молдова,*

<sup>2</sup>*Национальный центр по исследованию и производству семян,*

**Abstract.** The intensity of growth reactions of food corn at a temperature of 10<sup>0</sup>C has been studied. Biologically active substances from the coniferous plant *Juniperus sabina* L., as well as super sweet P300 sh-2, popcorn P398 and semi-flint P402 corn seeds were used in the experiments. The laboratory germination rate of the hybrids was 87.0-89.0% and varied depending on their internal resistance to temperature stress and the influence of a bioregulator. The treatment contributed to a significant acceleration of the growth of rudimentary roots and seedlings. In the cold conditions of the water variant, the roots and seedlings lengths were lower than the control of P300 and P398, but the roots length of P402 was higher by 18.8%, and the vigor raised by 21.9%. The use of a bioregulator increased the biomass of roots and seedlings in P402, which indicates a more active manifestation of the hybrid's resistance to stressful conditions. The use of a bioregulator in the experiment led to a decrease in metabolic efficiency relative to water control by 14.5% (P300) and 17.5% (P398), and the hybrid P402 showed a significant growing of efficiency (by 28.7%). Thus, the use of biologically active substances for pre-sowing seed treatment contributed to the growth of seedlings and roots increased the metabolic efficiency of reserve substances consuming and reduced the negative effect of low temperature during seed germination. The results obtained confirmed the possibility of using the intensity of growth reactions as an integral indicator of plant metabolic activity for a comparative assessment of the stability of food corn hybrids.

**Keywords:** *corn, seed, germination bio-morphological traits, bioregulator, low-temperature stress.*

## Введение

Кукуруза (*Zea mays* L.) — одна из самых ценных сельскохозяйственных культур в мировом земледелии с разносторонним применением по своим кормовым и продуктивным качествам. В Республике Молдова посевные площади под кукурузу на зерно в 2023 году составляли 31,1% от всех сельхозугодий (Statistica Moldovei, 2024). Если распределить направления использования кукурузного зерна на доли, то на продовольствие уходит около 20% зерна кукурузы, на технические цели — 15-20% и порядка двух третей потребляется животными в качестве питательного корма.

Каждый подвид пищевой кукурузы обладает способностью к адаптации в меняющихся условиях внешней среды в пределах, обусловленных его генотипом. Наиболее возделываемые высокоурожайные гибриды кукурузы с кремнистым и зубовидным строением эндосперма, из которой производят муку, крупу, спирт, а также как фураж на корм животным, менее требовательны к температуре и влажности, чем гибриды лопающейся и сахарной кукурузы.

Лопящаяся кукуруза, которую используют при производстве крупы, хлопьев и других подобных изделий, является самым уязвимым видом кукурузы. Среди имеющихся подвидов кукурузы она характеризуется более низкой биологической приспособленностью к различным условиям выращивания и, особенно, к основным факторам внешней среды, таким как температура, влажность, освещенность, обеспечение питательными веществами. По отношению к теплу лопающейся кукурузе нужна высокая температура в период всходов.

Сахарная кукуруза - это овощная культура, ее используют в консервной промышленности. Как и все овощные культуры, она требовательна к теплу и влажности и выращивается на поливе.

Многочисленные публикации последних лет посвящены влиянию глобального изменения климата на рост и развитие сельскохозяйственных культур (Schulze, et al, 2002; Larcher, 2003; Вронских, 2011; Global Warming..., 2011). В Республике Молдове климат *умеренно-континентальный* с мягкой короткой зимой без сильных морозов. Весной погода здесь капризная, неустойчивая, сопровождается сильными грозами. Подъем столбика термометра происходит стремительно, в начале мая в Республике Молдове уже жарко. Лето в стране чрезвычайно засушливое и жаркое.

Для выращивания сахарной и лопающейся кукурузы в коммерческих целях требуется ранневесенний посев, для которого необходимы



семена, способные быстро прорасти и прорасти в холодных и влажных почвах. Низкотемпературный стресс наиболее вероятен в период прорастания кукурузы. Для создания и внедрения в производство холодостойких сортов и гибридов пищевой кукурузы необходимо проводить оценку исходного материала и отбор устойчивых образцов к пониженным положительным температурам. Многие селекционеры прилагают специальные усилия к отысканию линий и гибридов кукурузы, отличающихся более энергичным прорастанием, более мощными всходами, высокой начальной скоростью роста в холодных и сырых почвах и нормальным ростом при относительно низких и высоких температурах (Miedaner and Juroszek, 2021).

Особый интерес, в связи с этим, представляет определение адаптивного потенциала кукурузы. Чем выше способность растения вырабатывать необходимые для жизнедеятельности продукты метаболизма в стрессовом состоянии, тем шире норма реакции данного растения и лучше его способность к адаптации (Боровский, 2013; Gupta, et al, 2013). Это свойство особенно важно для гибридов кукурузы пищевого направления, так как они более требовательны к условиям возделывания. Кукуруза очень чувствительна к холодному стрессу во время прорастания семян и фазы прорастания всходов, что может привести к снижению силы роста растений и производства зерна. В этом отношении актуально наличие лабораторных методов с высокой прогностической ценностью. Существуют большие различия в морфологических и физиологических изменениях, вызванных холодным стрессом, между видами кукурузы, поэтому испытание холодом оказалось хорошим индикатором всхожести кукурузы (Noli et al., 2008), когда стрессовые условия преобладают во время прорастания и появления всходов. Для диагностических целей изменения характеристик растений от температурного стресса следует использовать оценку, которая играет существенную роль именно в реализации потенциала их устойчивости. Среди всего многообразия физиологических критериев наиболее тесно связанными с общей устойчивостью растений к стрессам и представляющими, кроме того, методическую доступность для определения являются изменения состояния (проницаемости) клеточных мембран, водно-осмотического режима клетки, уровня образования энергии в клетке, а также интенсивность ростовых реакций как интегрального показателя активности метаболизма растения при экстремальных температурах (Федулов и др., 2015).

Для повышения устойчивости растений кукурузы к температур-

ным стрессам за счет стимулирования всхожести и начального роста корешков и проростков семян актуальным является использование физиологически активных соединений – вторичных метаболитов высших растений, обладающих способностью в низких концентрациях оказывать положительное влияние на многие процессы, связанные с жизнедеятельностью растений.

В нашем исследовании с целью определения потенциала устойчивости пищевой кукурузы к экстремальным температурам мы использовали методически доступный критерий интенсивности ростовых реакций как интегрального показателя активности метаболизма растений. Для повышения посевных качеств семян использовали природные биологически активные вещества.

### **Объекты и методы исследования**

В качестве объектов исследования служили семена гибридов кукурузы пищевого назначения Национального центра по исследованию и производству семян Института растениеводства «Порумбень», обладающих различными сроками созревания и различающихся на основе структуры эндосперма:

**Порумбень 300 sh-2** – среднеспелая синтетическая популяция суперсахарной кукурузы, ФАО 300. В фазе технической спелости зерно содержит 14,0%-16,0% общего сахара, 0,0% декстринов, 31,4% крахмала. Отличается крупной морщинистой угловатой зерновкой, состоящей из мучнистого эндосперма.

**Порумбень 398** – среднераннеспелый гибрид кукурузы относится к группе лопающейся, ФАО 400. Зерно кремнистой консистенции, характеризуется большим удельным весом стекловидного эндосперма. Мучнистая часть эндосперма имеется только вблизи зародыша. Зерновка отличается высоким содержанием белка (16%).

**Порумбень 402** – среднепоздний зубовидно-кремнистый гибрид кукурузы, ФАО 400. Эндосперм по бокам зерновки роговидный, в центре и верхушке мучнистый, рыхлый. Кукуруза среди других групп получила наибольшее распространение. В зерне содержится 70–75% крахмала, до 15% белка, 3–6% жира.

Для проведения cold-теста семена проращивали 7 дней при температуре 10°C, а затем 4 дня при температуре 25°C (Красновский и др., 2016). Проращивание интактных (контроль) семян проводили в соответствии с положениями международных правил (ISTA, 2017).

Для изучения стимулирования устойчивости семян к низким тем-

пературам семена перед посевом в течение 15-20 мин. замачивали в 0,0001%-ном растворе экстракта из хвойного растения *Juniperus sabina L.* (БР) (Elisovetcaia et al, 2019).

После прорастания определяли показатели лабораторной всхожести, проводили биометрические измерения (длину корней и проростков) и оценивали сухую биомассу отдельных компонентов проросших семян (массу корней, проростков и семян). Рассчитывали количество резервных веществ, потраченное на дыхание и метаболическую эффективность (Боровская, и др., 2023).

### **Результаты и обсуждение**

Адаптивные возможности растения, определяющие уровень его устойчивости, могут оцениваться по многим физиологическим параметрам. Однако далеко не все такие параметры четко отражают устойчивость, так как описываемые ими процессы дают неодинаковый вклад в образование биомассы растения в экстремальных условиях. Поэтому для диагностических целей мы использовали оценку изменения таких характеристик организма, которые играют существенную роль в реализации потенциала его устойчивости, а именно показатели общей всхожести семян, длину зародышевых корешков и проростков, использование биомассы на их прорастание и параметры активности метаболизма семян.

Начальная лабораторная всхожесть семян изученных видов кукурузы составляла 89,0% (П300), 87% (П398), 93,0% (П402) и изменялась в зависимости от их внутренней устойчивости к действию температурного стресса и последствия влияния биорегулятора. В контрольных вариантах отмечено снижение всхожести семян суперсахарной популяции кукурузы П300, обработанных раствором биорегулятора, на 10,1% относительно контроля. Семена лопающейся кукурузы не среагировали на обработку данным раствором и их всхожесть не отличалась от контрольных показателей. Однако обработка раствором БР семян гибрида П402 способствовала повышению количества взошедших семян на 6,5% в сравнении с контрольным вариантом.

Применение для прорастания обработанных биорегулятором семян температуры 10<sup>0</sup>С оказало отрицательное влияние на всхожесть П300 и П398, их показатели были ниже контрольных водных вариантов на 6,9% и 8,0% соответственно. У семян гибрида П402 обработка биорегулятором продемонстрировала положительный эффект. Всхожесть в данном случае оказалась на 7,0% выше показателей водного контроля (рис. 1).

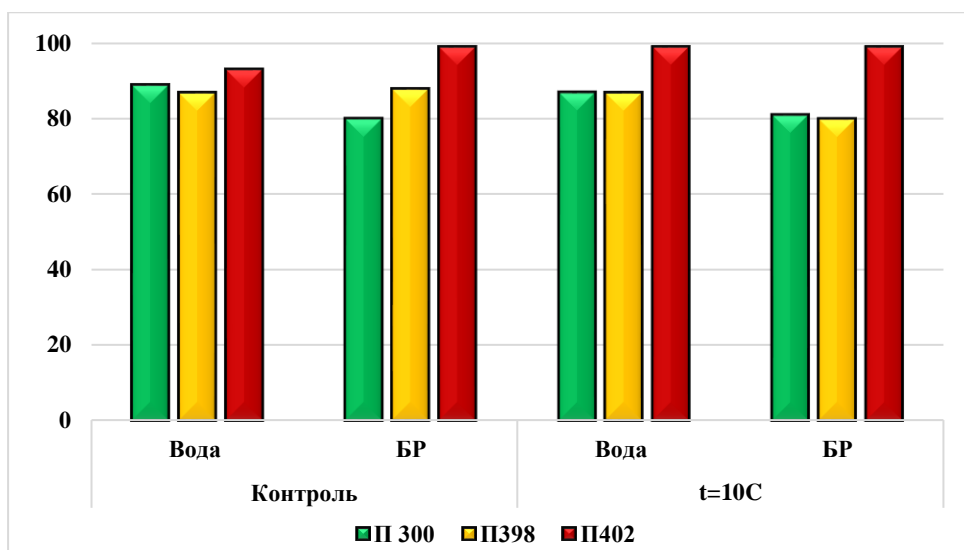


Рис. 1. Влияние низких температур на показатели всхожести кукурузы

Обработка семян популяции П300 и лопающейся кукурузы П398 раствором БР способствовала значительному ускорению роста зачаточных корешков и проростков. В оптимальных условиях прорастания длина корешков превосходила контрольные показатели на 11,1% и 18,9%, проростков на 8,2% и 24,8% соответственно (таб. 1).

Таблица 1. Реакция роста корешков и проростков семян кукурузы на температурный стресс

Вариант		Корешки				Проростки			
		длина		Жизнеспособность 1		длина		Жизнеспособность 2	
		см	± к контролю, %	ед.	± к контролю, %	см	± к контролю, %	ед.	± к контролю, %
П300	вода	8,92		799,4		5,63		501,3	
	БР	9,21	11,1	741,7	-7,2	6,09	8,2	484,1	-3,4
	вода (10 <sup>0</sup> С)	5,45	-38,9	454,3	-41,2	3,02	-46,4	250,7	-50,0
	БР (10 <sup>0</sup> С)	6,01	10,3	436,7	-3,9	3,55	17,5	256,4	2,3
П389	вода	7,99		663,9		4,6		379,7	
	БР	9,5	18,9	765,1	15,2	5,47	24,8	438,4	15,5
	вода (10 <sup>0</sup> С)	5,38	-32,7	443,3	-33,2	2,45	-46,7	201,0	-44,7
	БР (10 <sup>0</sup> С)	4,93	-8,4	346,5	-21,8	2,84	7,2	198,2	-1,4
П402	вода	6,53		610,1		4,04		378,3	
	БР	5,44	-16,7	550,8	-9,7	3,71	-8,2	372,6	-1,5
	вода (10 <sup>0</sup> С)	7,76	18,8	743,8	21,9	3,11	-23,0	308,2	-18,5
	БР (10 <sup>0</sup> С)	6,96	-10,3	695,58	-6,5	2,85	-8,4	285,47	-7,4

По показателям длины зародышевых корешков и проростков можно констатировать, что низкие температуры значительно ингибируют прорастание семян изучаемых типов кукурузы, отрицательно влияя на рост корешков и проростков и их жизнеспособность, кроме гибрида П402, у которого длина зачаточных корешков оказалась выше контроля на 18,8%, а их жизнеспособность на 21,9% (таб. 1).

Применение обработки семян раствором биорегулятора в данном случае снизило отрицательное влияние низких температур и способствовало увеличению длины корешков и проростков, особенно у семян суперсахарной синтетической популяции П300, повышая и их жизнеспособность.

Избирательное отношение семян гибридов к стрессовым условиям прорастания выразилось в различном использовании резервных веществ на рост корешков и проростков. В контрольных вариантах для роста зародышевых корешков у П300 расходуется резервных веществ на 11% меньше, чем на развитие проростков, у гибрида П398 - на 6,0%, а у П402 - на 1% больше. Суммарная доля запасных веществ эндосперма, которую используют гибриды для роста корешков и проростков, в контрольных опытах составляла 46,5% (П300), 48,7% (П398) и 30% (П402). Остальные 51,3-70,0% резервных веществ были израсходованы на дыхание в процессе прорастания (рис. 2).

Применение БР не оказало значительного влияния на использование резервных веществ для прорастания семян П300 и П398. Однако предпосевная обработка биорегулятором семян гибрида кукурузы П402 способствовала увеличению на 32,0% относительно контрольных данных количества веществ, использованных на прорастание проростков.

После проращивания при 10<sup>0</sup>С у семян кукурузы суммарная доля резервных веществ, использованная для роста корешков и проростков, уменьшилась относительно водного контроля на 3,9% (П300) и на 4,7% (П398). У гибрида П402 данный показатель увеличился на 5,7% (рис.2).

При этом изучаемые группы кукурузы характеризовались различными показателями эффективности использования резервных веществ для прорастания семян. Семена популяции П300 и гибрида П398 отличались повышенной метаболической эффективностью и превышали П402 по данному показателю в контрольном варианте в 2 раза. Обработка семян 0,0001%-ным раствором экстракта из *Juniperus sabina L.* способствовала повышению эффективности использования резервных веществ у гибрида лопающейся кукурузы на 16,6% и у П402 на 18,3% в сравнении с контрольным вариантом.

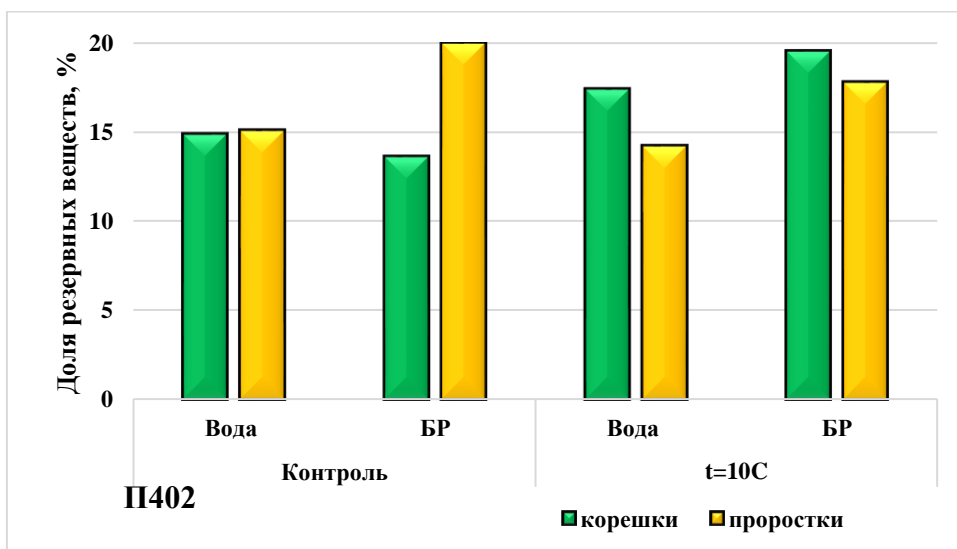
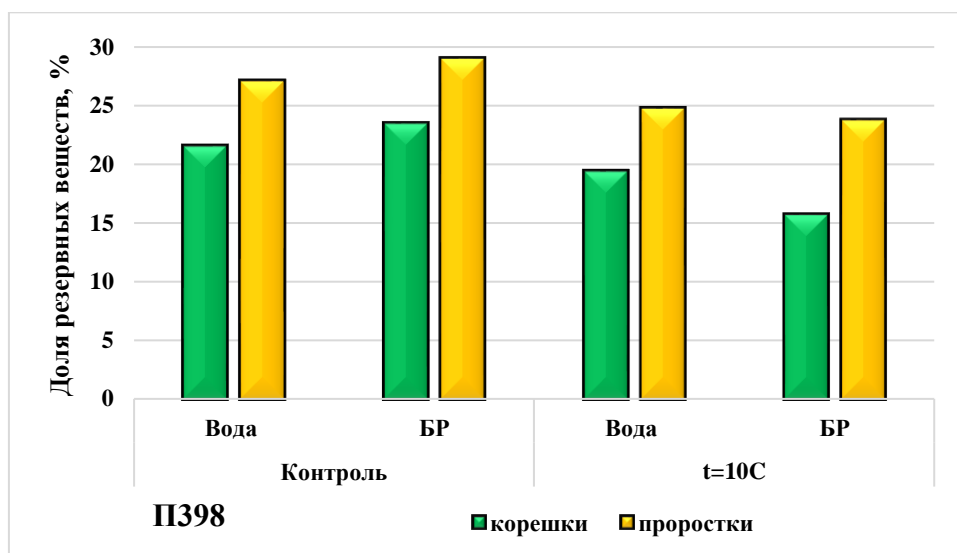
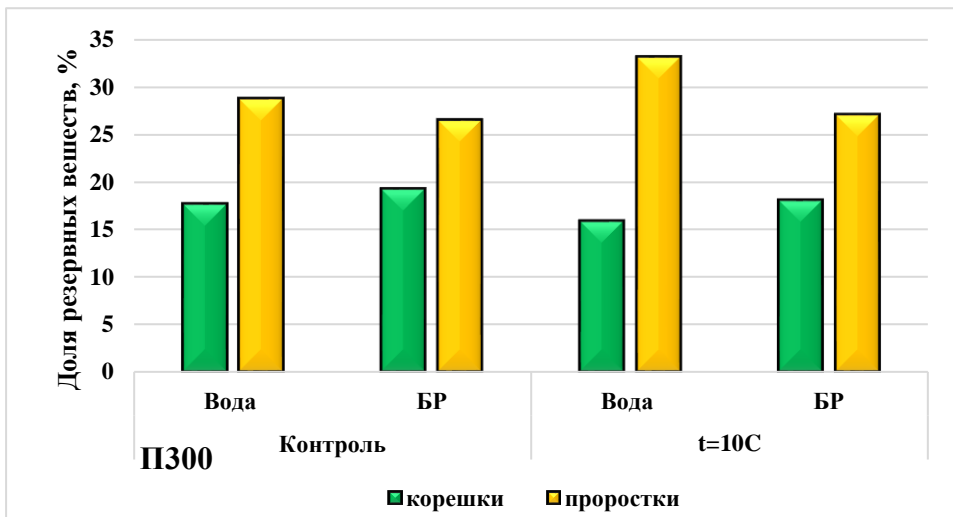


Рис. 2. Доля резервных веществ, использованных для прорастания семян кукурузы.

Температурный стресс в водных опытах незначительно повлиял на показатели метаболической эффективности у семян П300 и П402, превысив контроль на 6,5% и 8,1% соответственно, и привел к снижению данной эффективности на 16,4% у гибрида лопающейся кукурузы (рис. 3).

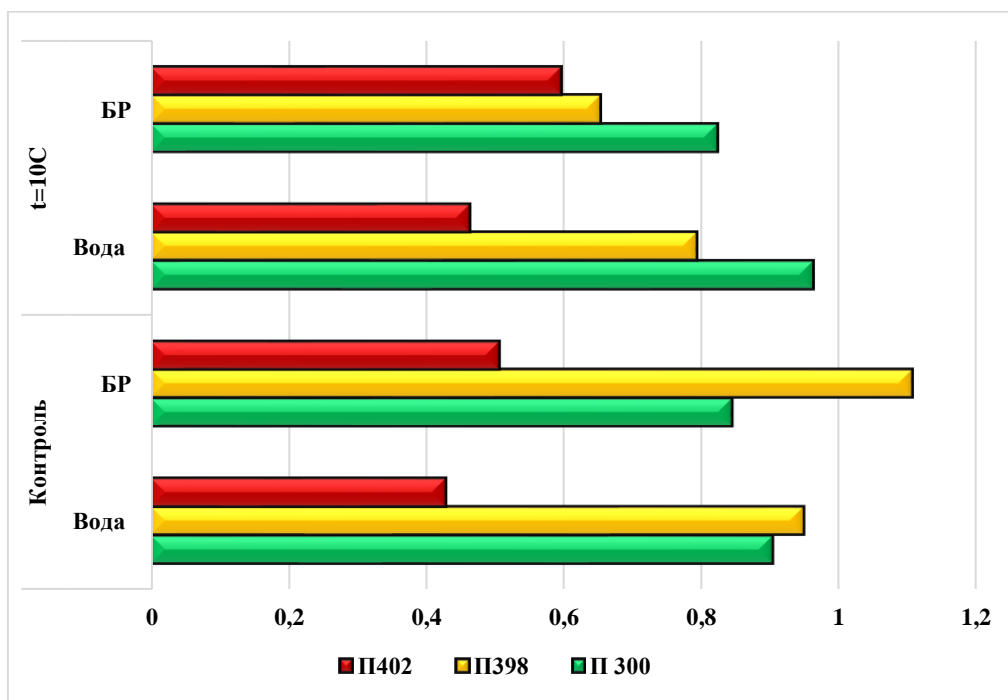


Рис. 3. Эффективность использования резервных веществ для прорастания семян кукурузы после температурного стресса.

Использование биорегулятора в опыте с применением низкой температуры способствовало снижению метаболической активности относительно водного контроля на 14,5% (П300) и на 17,5% (П398).

Следует отметить, что предпосевная обработка семян гибрида кукурузы П402 раствором биорегулятора способствовала значительному активированию метаболической эффективности. Данный параметр превысил водный контроль на 28,7%, что свидетельствует об увеличении интенсивности процессов роста у семян указанного гибрида, выживших после холодного стресса (рис. 3). Чем выше способность семян изменять метаболизм в соответствии с температурным стрессом, тем шире норма реакции данного растения и лучше его способность к адаптации. Это свойство отличает устойчивые сорта сельскохозяйственных культур

Как видно из полученных данных, гибрид кукурузы П402 по характеристикам всхожести, роста зародышевых корешков и пророст-

ков, их жизнеспособности и использования резервных веществ для прорастания семян превышает показатели суперсахарной синтетической популяции П300 и гибрида лопающейся кукурузы П398.

### Выводы

Предпосевное замачивание семян гибрида П402 в растворе биорегулятора на фоне низкотемпературного стресса содействовало повышению относительно контроля количества использованной для прорастания корешков и проростков биомассы, что свидетельствует о его более активном проявлении устойчивости к стрессовым условиям.

Применение биологически активных веществ из *Juniperus sabina* L. для предпосевной обработки семян способствовало росту проростков и корешков, повышению эффективности использования резервных веществ и уменьшению отрицательного влияния низкой температуры на старте прорастания семян.

Полученные нами результаты подтвердили возможность использования интенсивности ростовых реакций как интегрального показателя активности метаболизма растений для сравнительной оценки устойчивости гибридов кукурузы пищевого назначения.

\*Работа выполнена в рамках субпрограммы 011101 «Генетические и биотехнологические подходы к управлению агроэкосистемами в условиях изменения климата.» при финансовой поддержке Министерства образования и исследований Республики Молдова.

### Использованная литература

1. Elisovetcaia D., Ivanova R., GladeI D., Simkova J., Brindza J. Biological activity of extracts from some species of Coniferous plants. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, Nitra, Slovakia, 2019. 3, p. 66-80. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.066-080>
2. Global warming impacts - case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments. Edited by Dr. Stefano Casalegno, 2011, 290 p. ISBN 978-953-307-785-7.
3. Gupta N.K., Agarwa Sh., Agarwal V.P., Nathawat N.S., Gupta S., Singh G. Effect of short-term heat stress on growth, physiology and antioxidative defense system in wheat seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2013, 35 (6), p. 1837–1842.
4. ISTA, International rules for seed testing. Chapter 5: The germination test. 2017 (1), Doi: <https://doi.org/10.15258/istarules.2017.05>
5. Larcher W. *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Translated by E. Huber-Sannwald. Berline; New York. Springer. 2003. 426 p.



6. Miedaner T., Juroszek P. Global warming and increasing maize cultivation demand comprehensive efforts in disease and insect resistance breeding in north-western Europe. *Plant Pathology*, 2021, 70(5), p. 1032-1046. <https://doi.org/10.1111/ppa.13365>
7. Noli E., Casarini G., Urso G., Conti, S. Suitability of three vigour test procedures to predict field performance of early sown maize seed. *Seed Sci. and Technol.*, 2008. 36, p. 168-176.
8. Schulze E.D., Beck E., Müller-Hohenstein K. *Plant ecology*. Springer, 2002, 702 p.
9. Statistica Moldovei, 2024.
10. Боровская А.Д., Луцкан Е.Д., Иванова Р.А., Ванькович Н.Г. Интенсивность ростовых реакций как интегральный показатель активности метаболизма растений кукурузы. В: *Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего*. IV Международная научная конференция, ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2023 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2023, с.44-51. ISBN978-5-905200-51-9.
11. Боровский Г.Б. Реакция растительной клетки на неблагоприятные температурные условия. В: *Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде*. Всероссийская научная конференция, Иркутск, 10-13 июня 2013 г. – Иркутск: СИФИБР СО РАН, 2013, с.3-4. ISBN 978-5-91344-512-4.
12. Вронских М.Д. Изменение климата и риски сельскохозяйственного производства Молдовы. Кишинев: Grafema Libris, 2011. 560 с.
13. Красновский С.А., Жемойда В.Л. Отбор холодостойких генотипов кукурузы методом холодного проращивания (*cold test*). *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2016, 52, с.274-280. ISSN 0130-156X.
14. Федулов Ю. П., Котляров В. В., Доценко К. А. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учеб. пособие. Краснодар: Куб ГАУ, 2015. 64 с. ISBN 978-5-94672-882-9.

CZU: 633.15:631.53.04

## COMPORTAREA HIBRIZILOR DE PORUMB, CREAȚII ALE SCDA TURDA, LA SEMĂNATUL ÎN DIFERITE EPOCI, ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

*Dr. Șimon Alina<sup>1</sup>, dr. Chețan Felicia<sup>1</sup>, dr. Varga Andrei<sup>1</sup>, dr. Rusu Florin<sup>1</sup>, dr. Tritean Nicolae<sup>1</sup>, dr. Rusu Teodor<sup>2</sup>, dr. Călugăr Roxana<sup>1</sup>, dr. Urdă Camelia<sup>1</sup>*

*1. Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda*

*2. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca*

*Adresa de corespondență: camelia.urda@scdaturda.ro*

**Rezumat:** La Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, în anii 2021-2023, a fost amplasat un experiment de câmp în care au fost analizați 10 hibrizi de porumb semănați în patru epoci de semănat. Data semănatului a fost stabilită în funcție de temperatura determinată în sol la adâncimea de 10 cm, la ora 8 dimineața (4°C, 6°C, 8°C și 10°C, temperatura de 8°C fiind considerată martor). Materialul biologic a fost format din creații ale SCDA Turda: Turda 201, Turda Star, Turda 332, Turda 344, Turda 335, Turda 2020, Turda 380, HST 148, HST 149, SUR 18/399. Stabilitatea capacității de producție a fost analizată cu ajutorul a trei metode statistice diferite. S-a remarcat superioritatea, sub acest aspect, a hibridului SUR 18/399. Referitor la data semănatului, înființarea timpurie a culturii a condus la diminuarea producției la toți hibrizii studiați, cel mai sensibil la acest factor tehnologic fiind hibridul Turda 335.

**Cuvinte cheie:** hibrizi de porumb, epoca de semănat, stabilitate, producție, condiții climatice

### Introducere

Schimbările climatice afectează în mod semnificativ producția alimentară deoarece fiecare creștere în grad Celsius a temperaturii medii globale a aerului este legată de o scădere medie de cel puțin 3,1% a recoltelor globale ale culturilor majore (Zhao și colab., 2017), în acest caz stabilitatea producției plantelor fiind foarte importantă.

Creșterea populației globale, cererea de alimente și degradarea continuă a fertilității solului, îmbunătățirea productivității durabile, fertilitatea solului și reducerea aportului de îngrășăminte au devenit subiecte importante pentru oamenii de știință din întreaga lume (Tilman și colab., 2011).

Pe măsură ce schimbările climatice se accelerează, adaptarea agroecosistemelor va deveni din ce în ce mai importantă pentru întreaga lume, ce-

ea ce înseamnă că fiecare regiune agricolă va trebui să implementeze diferite metode de reducere a impactului schimbărilor climatice asupra culturilor în vederea creșterii productivității.

Schimbările climatice impun stres biotic provocat de atacul de boli și dăunători în combinație cu stresul abiotic (Kumari și colab., 2022), precipitațiile fiind de o importanță primordială ca factor meteorologic care influențează creșterea porumbului în principalele zone de producție, urmate de temperatură și lumina soarelui.

Fiind a doua cea mai cultivată plantă din lume, porumbul este printre principalele culturi afectate de schimbările climatice, importanța acestuia în alimentația globală impune studii privind efectul factorilor biotici și abiotici asupra producției și stabilității acesteia.

Evaluarea impactului schimbărilor climatice globale în România subliniază că ariditatea ar crește, în special în timpul sezonului (Marica și Busuioc, 2004) iar identificarea unor soluții de evitarea a stresului climatic din perioada de vegetație ar putea duce creșterea stabilității recoltelor.

Stresul termic și stresul cauzat de secetă apar de obicei simultan, cercetările efectuate până în prezent au arătat că perioada de semănat are un impact important asupra randamentului multor culturi, în special a cerealelor care suferă din lipsa apei, din cauza modificărilor regimurilor precipitațiilor (Rolle și colab., 2022), schimbarea perioadelor de semănat fiind considerată o strategie de adaptare la schimbările climatice.

În acest context, în anul 2021 a fost înființată o experiență care a avut ca scop studierea potențialului productiv al unor hibrizi de porumb creați la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă (SCDA) Turda, prin schimbarea datei de semănat și evaluarea stabilității producției.

### **Material și metodă**

Cercetările s-au desfășurat în cadrul Laboratorului de tehnologii de la S.C.D.A. Turda, în intervalul de timp 2021-2023. Datele prezentate în lucrare redau comportarea a 10 hibrizi de porumb creați la S.C.D.A. Turda, semănați în patru epoci diferite de semănat și 3 ani diferiți din punct de vedere climatic.

Materialul biologic studiat a fost format din hibridii de porumb:

- Turda 201, Turda Star, Turda 332, Turda 344, Turda 335, Turda 2020, Turda 380, HST 148, HST 149, SUR 18/399.

Pentru toți hibridii s-a folosit aceeași desime de semănat (70000 pl/ha) și s-a asigurat aceeași tehnologie de cultură.

Prelucrarea statistică a datelor de producție a fost efectuată cu ajutorul unor parametri ai stabilității folosind metodele propuse de Finlay și Wilkinson (1963), Eberhart și Russell (1966), și, respectiv Francis și Kannenberg (1978).

Epocile de semănat au fost stabilite în funcție de temperatura determinată în sol la adâncimea de 10 cm, la ora 8 dimineața: 4°C, 6°C, 8°C și 10°C, temperatura de 8°C fiind considerată martor.

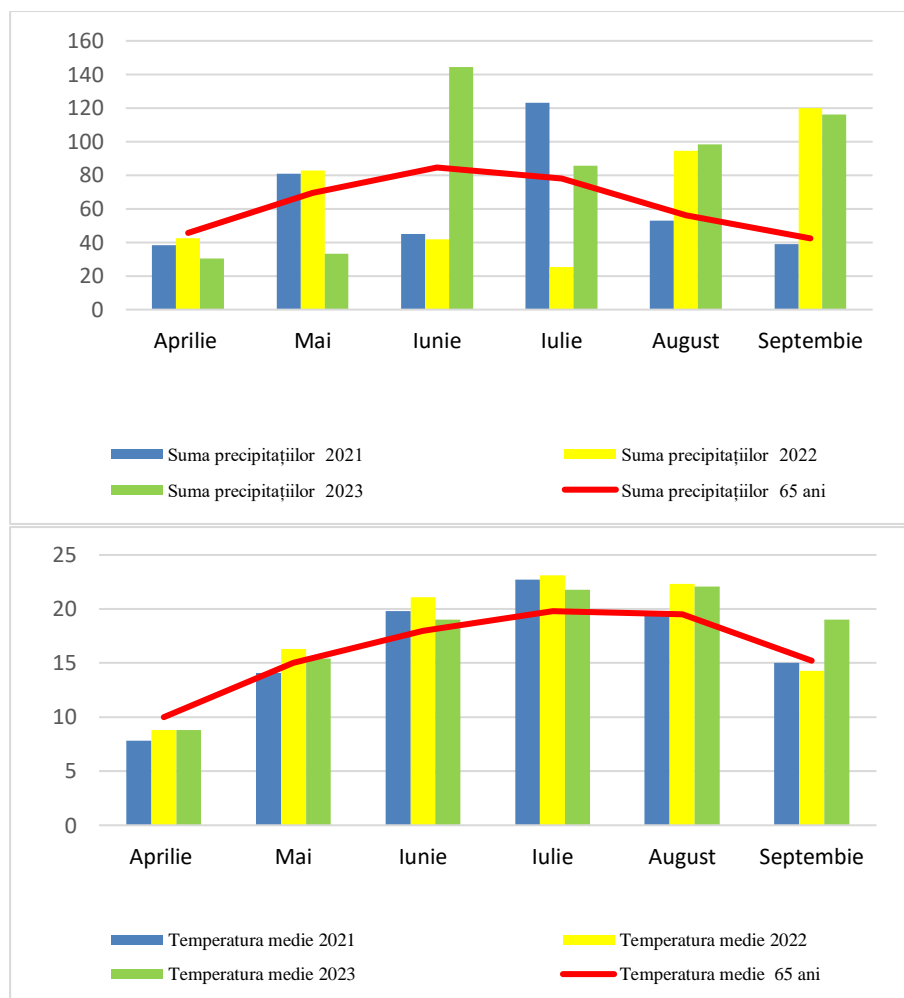


Figura 1. Condițiile climatice din anii experimentali

Ca și în cazul schimbărilor climatice, variația temperaturilor și a precipitațiilor este unanim acceptată și observată pe întreg globul. Analiza climatică din perioada de vegetație a culturii porumbului, prezentată în figura 1, arată că în cei trei ani de studiu temperaturile medii lunare sunt mai ridicate decât media multianuală, cu excepția lunii aprilie, perioadă în care s-a efectuat semănatul porumbului. Regimul pluviometric este variabil, precipitațiile fiind repartizate neuniform pe întreg parcursul ciclului vegetativ.

### Rezultate și discuții

Pe baza datelor care redau parametrii variabilității la cei 10 hibridi, în funcție de cele 4 date de semănat, se observă că SUR 18/399, a obținut cea

mai ridicată producție (9959 kg/ha), în timp ce, în medie în cei trei ani și 4 epoci, hibridul HST 148 a fost cel mai productiv (9097 kg/ha). Coeficientul de variație a luat valori în intervalul 4,33% (Turda 332) și 11,99% (Turda 201).

Tabelul 1. Rezumate statistice pentru 10 hibrizi de porumb cultivați în patru epoci diferite de semănat

	Turda 201	Turda Star	Turda 332	Turda 344	Turda 335	Turda 2020	Turda 380	HST 148	HST 149	SUR 18/39 9
Număr de cazuri	4									
Minim	5880	7446	8289	7525	7579	8424	7877	8372	7924	8826
Maxim	7507	8593	9180	9341	9491	9610	9484	9654	9552	<b>9959</b>
Media	6708	8037	8836	8483	8600	8877	8694	<b>9097</b>	8776	9265
Abaterea standard	804.5	574.1	382.2	748.2	948.2	527.7	660.5	621.9	694.0	494.3
Mediana	6722	8054	8937	8533	8664	8738	8708	9180	8813	9138
Coeficientul de variație	11.99	7.14	<b>4.33</b>	8.82	11.03	5.94	7.60	6.84	7.91	<b>5.34</b>

Pornind de la ideea că variația mică a producției în funcție de condițiile întâlnite indică o bună stabilitate a capacității de producție, Francis și Kennenberg (1978) au propus evaluarea stabilității folosind coeficientul de variabilitate. Figura 2 grupează hibrizii de porumb în funcție de producția obținută și modul în care aceasta a variat în funcție de data semănatului. De interes sunt hibrizii regăsiți în cadranul IV, care au un coeficient de variabilitate mai mic decât media (7,70%) dar și o producție mai mare decât media genotipurilor analizate (8538 kg/ha). Cei mai adaptați și stabili hibrizi s-au dovedit a fi: Sur 18/39, Turda 2020, HST 148, Turda 380 și HST 149.

Utilizând coeficientul de regresie ca indicator al stabilității, poziționarea genotipurilor în funcție de producția de boabe la cei 10 hibrizi de porumb este redată în figura 3. De interes, sunt hibrizii grupați în cadranul 3: Turda 332, Sur 18/399, Turda 2020, HST 148, care au o stabilitate pronunțată, în medie, pe cei trei ani ( $b < 1$ ), indiferent de epoca de semănat analizată, dar și hibrizii Turda 380, HST 149, Turda 344 și Turda 335, pe care îi găsim plasați în cadranul 4. Aceștia se caracterizează prin producții ridicate, atunci când sunt semănați în epoca optimă.

Hibrizii Turda 201 și Turda Star, creații mai vechi ale SCDA Turda, au înregistrat producții mai scăzute. Dacă Turda 201 are o stabilitate mai re-

dusă a capacității de producție, poziționarea hibridului Turda Star în cadrul II indică o stabilitate pronunțată a capacității de producție, indiferent de epoca de semănat, dar acesta este neinteresant din cauza producției inferioare mediei cultivarelor studiate.

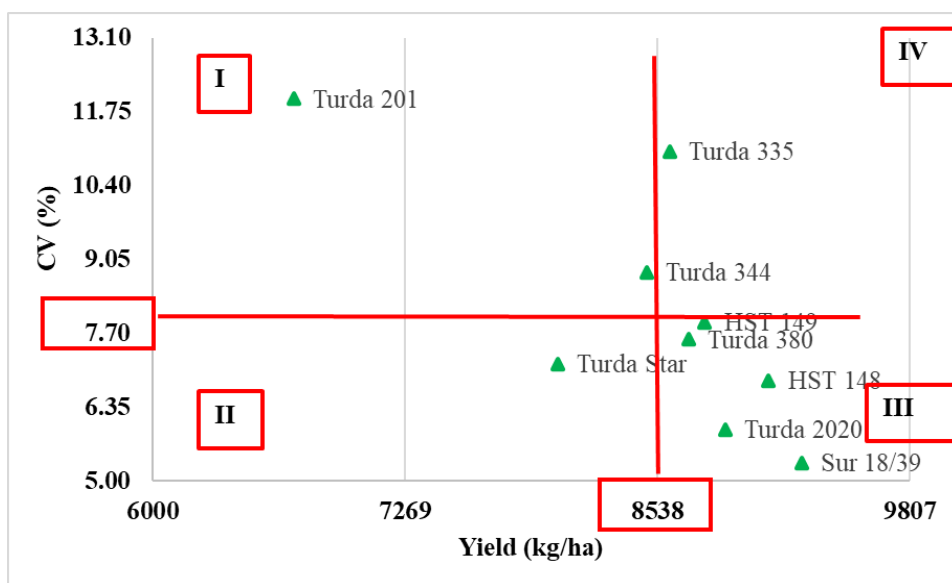


Figura 2. Analiza stabilității capacității de producție la cei 10 hibridi de porumb studiați, pe baza coeficientului de variabilitate

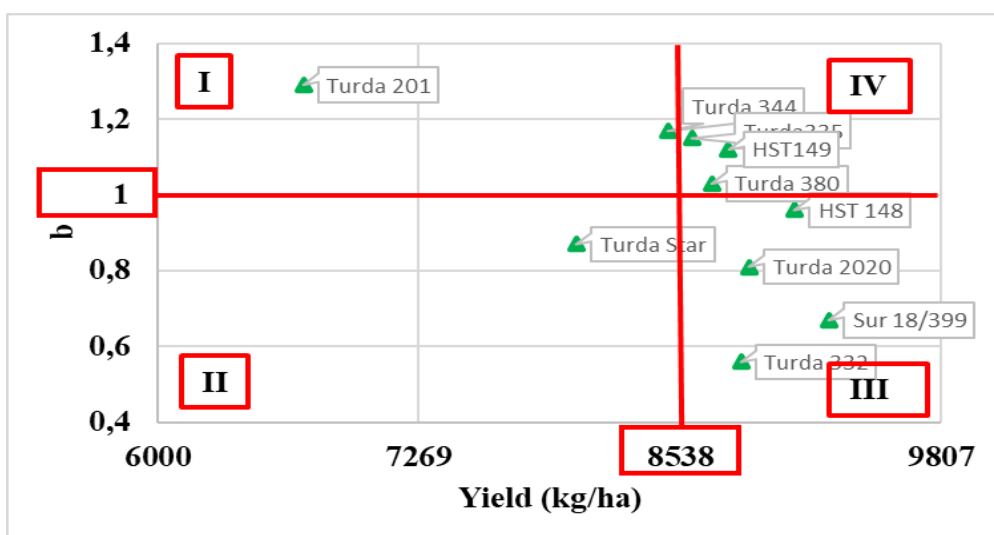


Figura 3. Analiza stabilității capacității de producție la cei 10 hibridi de porumb studiați, pe baza coeficientului de regresie

Analiza în dinamică a stabilității capacității de producție (Figura 4), arată comportarea hibridilor în funcție de cele 4 date diferite de semănat. Se poate observa superioritatea datei optime și a ultimei date de semănat față de însămânțarea timpurie la 4, respectiv 6°C.

Indiferent de epoca studiată, este evidentă superioritatea hibridului Sur 18/399 care a avut producții superioare celorlalte nouă hibridi studiați. Hibri-

dul Turda 335 pare a fi cel mai sensibil la acest factor tehnologic, respectarea cu strictețe a epocii de însămânțare fiind imperios necesară. Prin înființarea culturii de porumb la o temperatură de 4°C, la adâncimea de 10 cm, producția acestui hibrid a fost diminuată cu 1738 kg/ha comparativ cu varianta în care a fost experimentat semănatul la temperatura optimă de 8°C

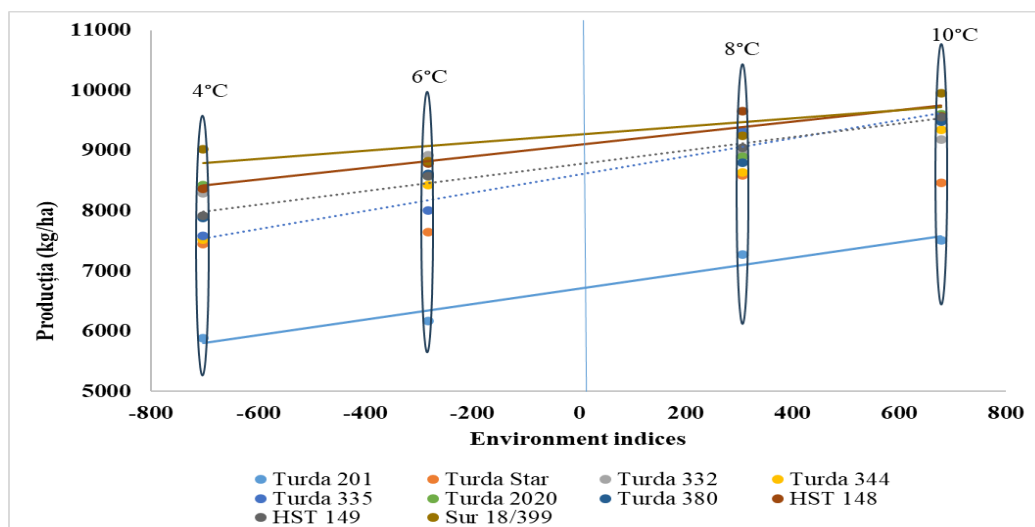


Figura 4. Analiza stabilității capacității de producție la cei 10 hibridi de porumb pe baza condițiilor de mediu întâlnite în cele patru epoci diferite de semănat

## Concluzii

Alegerea hibridilor de porumb adecvați și stabili din punct de vedere productiv este o soluție eficientă pentru creșterea randamentului de boabe al porumbului, indiferent de momentul de semănat sau de variația condițiilor de mediu.

Indiferent de metoda statistică utilizată pentru calculul stabilității, s-a remarcat hibridul SUR 18/399 cu o stabilitate pronunțată, indiferent de epoca de semănat. De asemenea, remarcăm superioritatea clară a epocii optime de însămânțare față de înființarea timpurie a culturii de porumb. Dintre hibridii studiați, cel mai sensibil la data semănatului s-a dovedit a fi hibridul Turda 335.

## Bibliografie

1. Kumari, A., Lakshmi, G.A., Krishna, G.K., Patni, B., Prakash, S., Bhattacharyya, M., Singh, S.K., Verma, K.K., 2022, Climate Change and Its Impact on Crops: A Comprehensive Investigation for Sustainable Agriculture. *Agronomy*, 12, 3008.
2. Marica, A.C., Busuioc, A., 2004, The potential of climate change on the main components of water balance relating to maize crop. *Romanian J. Meteor.* 6(1-2): p. 50-57.
3. Rolle, M., Tamea, S., Claps, P., Ayari, E., Baghdadi, N., Zribi, M., 2022, Analysis of Maize Sowing Periods and Cycle Phases Using Sentinel 1&2 Data Synergy. *Remote Sens.*, 14, 3712.

4. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L., 2011, Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci. USA , 108, 20260–20264.
5. Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D.B., Huang, Y., 2017, Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 114(35), 9326–9331.

CZU:633:11:631.526

## **EVALUAREA STABILITĂȚII PRODUCȚIEI ȘI A PRINCIPALELOR COMPONENTE ALE ACESTEIA LA UNELE CEREALE PĂIOASE ÎN CONDIȚIILE DIN CENTRUL MOLDOVEI, ROMÂNIA**

*Pintilie Andreea-Sabina<sup>1,2</sup>, Cer. științific, doctorand*

*Isticioaia Simona-Florina<sup>1</sup>, Cer. științific gr. II, dr. în agricultură*

*Leonte Alexandra<sup>1</sup>, Cer. științific gr. III, dr. în agricultură*

*POPA Lorena-Diana<sup>1</sup>, Cer. științific gradul II, dr. în horticultură*

*Pintilie Paula-Lucelia<sup>1</sup>, Cer. științific gradul III, dr. în horticultură*

*Amarghioalei Roxana Georgiana<sup>1</sup>, Cercetător științific, doctorand*

*Trotuș Elena<sup>1</sup>, Cercetător științific gradul I, doctor în agronomie*

*Robu Teodor<sup>2</sup>, Profesor universitar, doctor în agronomie*

<sup>1</sup> Stațiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Secuieni, Neamț

<sup>2</sup> Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” Iași

e-mail: andreeasabina97@yahoo.com

**Rezumat:** În ultima perioadă, sectorul agricol se confruntă cu dificultăți majore din cauza schimbărilor climatice, resimțind puternic efectele acestora și, într-o anumită măsură, contribuind la apariția lor. Producția agricolă depinde semnificativ de condițiile meteorologice și climatice, ceea ce face ca acest sector să fie extrem de vulnerabil. Schimbările de temperatură și precipitații, precum și fenomenele meteorologice extreme, influențează randamentul culturilor. Din acest motiv, cercetătorii caută metode de cultivare a plantelor care să minimizeze pierderile în noile condiții climatice.

La SCDA Secuieni s-au înființat experiențe cu diferite specii și soiuri de cereale pentru a evalua influența condițiilor climatice asupra producției de boabe și pentru a identifica cele mai stabile soiuri de cereale păioase. Rezultatele au arătat că cultura de grâu a avut cele mai mari producții, cu valori medii cuprinse între 7240 kg/ha (Miranda) și 7563 kg/ha (Glosa).

**Cuvinte cheie:** grâu, orz, producții, schimbări climatice, soiuri, triticale



## Introducere

Schimbările climatice din prezent sunt o realitate incontestabilă cu care se confruntă întreaga lume. Cercetătorii și specialiștii din domeniu, împreună cu organizațiile implicate în domenii conexe, caută soluții eficiente pentru a se adapta la aceste schimbări și pentru a reduce efectele lor negative. În acest context, se investighează și cauzele care au determinat aceste schimbări climatice.

Agricultura este un sector care resimte intens efectele modificărilor de mediu și, într-o anumită măsură, a contribuit la apariția acestora. Organizarea și gestionarea proceselor agricole, exploatarea irațională sau nelimitată a resurselor naturale, precum și lipsa de coordonare logică a activităților legate de dezvoltarea societății și civilizației au dus, în timp, la o degradare semnificativă a mediului înconjurător. Aceasta se manifestă prin fenomene vizibile, precum scăderea fertilității solului, reducerea rezistenței plantelor, animalelor și oamenilor la boli și dăunători, poluarea apei și aerului cu substanțe nocive provenite din activitățile industriale sau zootehnice, și schimbări climatice semnificative (Borza Mioara, 2008).

Toate sectoarele economice sunt și vor fi afectate de schimbările climatice. Producția agricolă depinde în mare măsură de condițiile meteorologice și climatice și ca urmare este unul dintre sectoarele cele mai vulnerabile. Schimbările de temperatură și de precipitații, precum și condițiile meteorologice și climatice extreme influențează randamentul culturilor și productivitatea animalelor, care la rândul lor afectează veniturile agricole și cauzează pierderi economice semnificative în multe regiuni europene.

În România datorită schimbărilor climatice și a incertitudinii producției agricole, cercetătorii și specialiștii din domeniu, încearcă să găsească cele mai bune soluții pentru diminuarea pierderilor agricole.

Pentru a reduce pierderile de recoltă la grâu, cercetătorii recomandă cultivarea unor soiuri diferite din punct de vedere genetic, care sunt adaptabile la diverse condiții de mediu. Aceasta este una dintre cele mai simple și accesibile metode de a diminua fluctuațiile recoltelor de grâu și de a reduce riscul scăderii producției în anii nefavorabili (Săulescu N.N., și colab., 1980; Mustăța P., și colab., 2008; Voinea I., 2013).

Datorită amelioratorilor, noile soiuri de grâu combină un potențial ridicat de producție și o rezistență bună la condițiile de stres biotic și abiotic, astfel crescând stabilitatea producțiilor de la un an la altul (Săulescu N.N., și colab., 2006).

## Material și metodă

În vederea identificării efectelor schimbărilor climatice asupra producției și a indicilor de producție la unele cereale păioase, la SCDA Secuieni s-au amplasat experiențe cu soiuri de grâu, orz și triticale.

S-au testat către trei soiuri din fiecare specie în decursul a trei ani agricoli: la grâu s-au folosit soiurile Glosa, Miranda  i Otilia; la orz s-au folosit soiurile Dana, Cardinal FD  i Univers iar la triticale s-au folosit soiurile Haiduc, Cascador F  i Stil.

Condițiile climatice din perioada 2021-2023 au fost monitorizate cu ajutorul sta iei meteo a SCDA Secuieni localizată în vecinătatea c mpurilor experimentale, pe terasa I a Siretului (<https://www.scda.ro/>).

Temperaturile lunare înregistrate au avut valori medii cuprinse între -0,4 C (ianuarie)  i 22,2 C (iulie), iar temperatura medie anuală înregistrată în cei trei ani agricoli studiați a înregistrat o creștere fa a de media multianuală (9 C) de 1,5 C (Tabelul 1).

Regimul termic înregistrat la SCDA Secuieni  i media multianuală (1962-2023) Tabelul 1.

Anul agricol	LUNA												Media anuală
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2020/2021	12.7	3.9	1.7	-0.7	-0.4	2.9	7.5	14.7	19.2	22.2	20.5	14.4	9.9
2021/2022	8.0	5.6	-0.2	-0.1	2.6	2.7	9.5	16.3	20.7	22.2	22.6	14.7	10.4
2022/2023	11.5	5.0	0.8	2.4	1.0	6.0	8.1	15.4	19.9	22.6	23.2	18.7	11.2
Media lunară	10.4	4.8	0.8	-0.4	1.1	2.8	8.5	15.5	20.0	22.2	21.6	14.6	10.5
Media multianuală	9.2	3.6	-1.5	-3.7	-1.9	2.8	9.6	15.4	18.9	20.4	19.7	15.1	9.0
Abaterea	1.2	1.2	2.3	3.3	3.0	0.0	-1.1	0.1	1.1	1.8	1.9	-0.5	1.5

 n ceea ce privește regimul pluviometric, în perioada de cercetare s-a înregistrat o abatere fa a de media multianuală de -187,1 mm. Lunile aprilie, martie  i mai au fost, în medie, deficitare în precipitații ceea ce a condus la o scădere a producției prin incapacitatea plantelor de a forma  i definitiva fra ii (Tabelul 2).

Tabelul 2.Regimul pluviometric înregistrat la SCDA Secuieni  i media multianuală (1962-2023)

Anul agricol	LUNA												Suma anuală
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2019/2020	27.2	7.4	38.2	12.2	10.8	31.8	23.8	31.4	79.4	51.6	76.8	9.2	399.8
2020/2021	3.0	10.8	39.0	5.4	4.6	0.8	38.4	20.8	56.6	35.2	15.2	31.0	260.8
2021/2022	19.8	41.8	19.0	13.2	12.6	7.6	38.4	21.0	29.8	68.2	77.0	25.4	373.8
Media lunară	42.7	26.7	22.7	15.5	19.3	28.5	36.4	58.9	87.1	63.8	34.2	32.4	344.8
Media multianuală	27.7	25.4	19.6	19.2	26.3	44.9	64.3	84.7	80.6	58.0	44.3	36.9	531.9
Abaterea	15.0	1.3	3.1	-3.7	-7.0	-16.4	-27.9	-25.8	6.5	5.8	-10.1	-4.5	-187.1

 n cadrul experienței s-au respectat toate verigile tehnologice, iar datele obținute au fost prelucrate  i interpretate statistic după metoda analizei varianței (Jităreanu G., 2000) utilizând Microsoft Excel.

## Rezultate obținute

Cele două componente esențiale ale producției la cerealele păioase sunt numărul de boabe pe spic și greutatea fiecărui bob. Numărul de boabe pe spic depinde de capacitatea de diferențiere a spiculețelor fertile în spic și de nivelul de nutriție disponibil pentru plante în acel moment. Conform cercetărilor anterioare, numărul de boabe pe spic este o caracteristică specifică fiecărui soi (Pintilie A.S., și colab., 2023).

### ❖ Rezultate obținute la grâu:

La grâu, valorile indicilor de productivitate au variat în funcție de soi dar și de condițiile climatice. În medie, în anul agricol 2021/2022 s-a înregistrat cel mai mare număr de boabe/spic de 36,43, dar și cea mai mare greutate medie a boabelor/spic de 1,33 g (Tabelul 3).

Masa a o mie de boabe (MMB) este unul dintre cei mai importanți indici de productivitate iar în condițiile de la S.C.D.A. Secuieni a fost influențată atât de condițiile climatice cât și de soi, valorile medii înregistrate fiind cuprinse între 29,38 g (2023) și 39,65 g (2021) (Tabelul 3).

Masa hectolitrică (MH) se referă la greutatea unui volum standardizat, măsurată în condiții date. Valorile masei hectolitrice determinate la soiurile de grâu studiate au avut valori medii cuprinse între 73,27 kg/hl (2023) și 80,3 kg/hl (2022) (Tabelul 3).

Tabelul 3. Valorile medii ale indicilor de productivitate înregistrați la grâu în perioada 2021/2023 la SCDA Secuieni

Anul	Soiul	Nr. boabe/spic	Greutate boabe/spic (g)	MMB (g)	MH (kg/hl)
2021	<b>GLOSA</b>	30.13	1.31	44.23	77.50
	<b>MIRANDA</b>	33.60	1.18	35.77	73.50
	<b>OTILIA</b>	43.33	1.22	38.96	77.60
	<b>MEDIA</b>	35.69	1.23	39.65	76.20
2022	<b>GLOSA</b>	34.60	1.51	35.22	80.30
	<b>MIRANDA</b>	37.40	1.33	35.20	79.20
	<b>OTILIA</b>	37.30	1.16	30.94	81.40
	<b>MEDIA</b>	36.43	1.33	33.79	80.30
2023	<b>GLOSA</b>	28.67	0.89	30.83	76.10
	<b>MIRANDA</b>	32.93	0.88	30.47	71.20
	<b>OTILIA</b>	33.50	0.82	26.84	72.50
	<b>MEDIA</b>	31.70	0.86	29.38	73.27

Producțiile de boabe la grâu au fost influențate de condițiile climatice dar și de soi. Astfel, cele mai mari producții medii au fost obținute în cadrul variantelor semănate cu soiul Glosa, cu valori medii cuprinse între 5595 kg/ha (2023) și 8730 kg/ha (2021) în timp ce soiul Otilia a obținut

cea mai mică producție medie, de 5035 kg/ha în anul 2023 dar și cea mai mare producție medie, de 9040 kg/ha în anul 2022 (Figura 1).

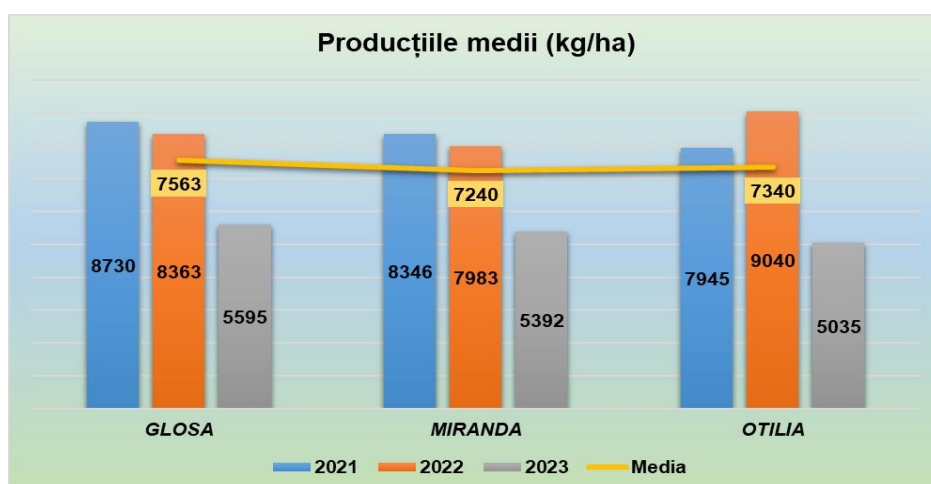


Figura 1. Producțiile medii de boabe obținute la grâu în condițiile de la SCDA Secuieni

❖ Rezultate obținute la orz:

La orz, numărul de boabe/spic a avut valori cuprinse între 18,37 g, cât a înregistrat soiul Univers în anul agricol 2020/2021 și 40,17 g cât s-a înregistrat în anul agricol 2022/2023 în cazul variantelor semănate cu soiul Cardinal FD (Tabelul 4).

În ceea ce privește greutatea boabelor/spic, acest indice a avut valori medii cuprinse între 0,96 g (2023) și 1,57 g (2022), iar MMB-ul a înregistrat valori medii cuprinse între 28,82 g (2023) și 45,71 g (2021) (Tabelul 4).

Tabelul 4. Valorile medii ale indicilor de productivitate înregistrați la orz în perioada 2021/2023 la SCDA Secuieni

Anul	Soiul	Nr. boabe/spic	Greutate boabe/spic (g)	MMB (g)	MH (kg/hl)
2021	DANA	30.30	0.92	44.93	62.50
	CARDINAL FD	33.60	1.19	47.20	66.30
	UNIVERS	18.87	0.90	45.00	67.20
	<b>MEDIA</b>	<b>27.59</b>	<b>1.00</b>	<b>45.71</b>	<b>65.33</b>
2022	DANA	33.87	1.34	40.07	58.10
	CARDINAL FD	41.67	1.74	39.67	65.00
	UNIVERS	37.67	1.63	41.37	64.60
	<b>MEDIA</b>	<b>37.73</b>	<b>1.57</b>	<b>40.37</b>	<b>62.57</b>
2023	DANA	33.37	0.89	31.90	53.00
	CARDINAL FD	40.17	1.12	27.80	62.00
	UNIVERS	35.10	0.86	26.77	59.00
	<b>MEDIA</b>	<b>36.21</b>	<b>0.96</b>	<b>28.82</b>	<b>58.00</b>

Producția medie de boabe/ha la orz a înregistrat valori cuprinse între 6768 kg/ha (Univers) și 7073 kg/ha (Cardinal FD). Soiul Univers a înregistrat în anul agricol 2021/2022 cea mai mare producție medie de boabe, 7733 kg/ha, fiind urmat de soiul Cardinal FD cu 7700 kg/ha (Figura 2).

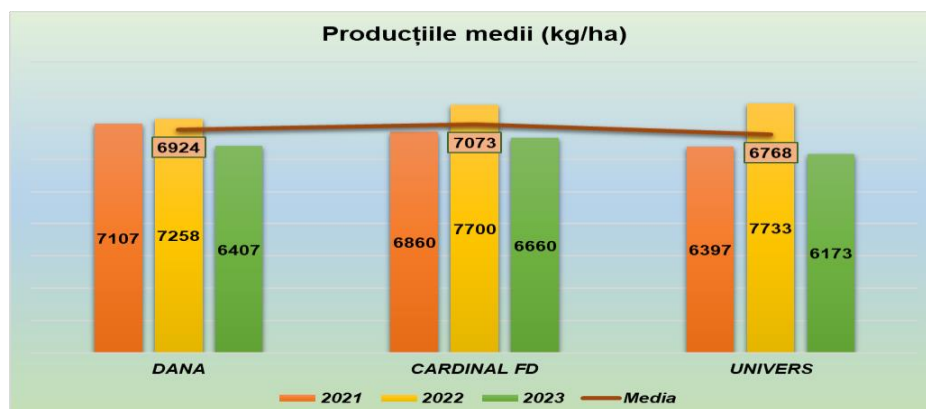


Figura 2. Producțiile medii de boabe obținute la orz în condițiile de la SCDA Secuieni

❖ Rezultate obținute la triticale:

La triticale, numărul de boabe/spic a avut valori medii cuprinse între 30,73 (2023) și 44,57 (2021). Greutatea boabelor/spic a înregistrat valori medii cuprinse între 1,12 g (2023) și 2,10 g (2022).

MMB-ul a înregistrat cele mai mari valori medii în cadrul variantelor semănate cu soiul Cascador F în anul 2021 de 44,77 g, în timp ce în anul 2023 a obținut cele mai mici valori medii, de 32,73 g (Tabelul 5).

Masa hectolitrică a fost influențată de condițiile climatice dar și de soiul utilizat, înregistrând valori medii cuprinse între 65,10 kg/hl (2021) și 78 kg/hl (2022) (Tabelul 5).

Tabelul 5. Valorile medii ale indicilor de productivitate înregistrați la triticale în perioada 2021/2023 la SCDA Secuieni

Anul	Soiul	Nr. boabe/spic	Greutate boabe/spic (g)	MMB (g)	MH (kg/hl)
2021	STIL	53.33	1.60	34.32	65.00
	HAIUC	44.67	1.12	34.64	63.30
	CASCADOR F	35.70	0.94	44.77	67.00
	MEDIA	44.57	1.22	37.91	65.10
2022	STIL	44.20	2.22	41.82	78.60
	HAIUC	38.80	2.22	36.81	77.60
	CASCADOR F	39.20	1.85	36.38	77.80
	MEDIA	40.73	2.10	38.34	78.00
2023	STIL	30.93	1.07	34.45	77.00
	HAIUC	30.67	1.17	36.68	74.00
	CASCADOR F	30.60	1.11	32.73	76.00
	MEDIA	30.73	1.12	34.62	75.67

Producția medie de boabe/ha la triticale a înregistrat valori cuprinse între 5369 kg/ha (Haiduc) și 6250 kg/ha (Stil). Soiul Stil a înregistrat în anul agricol 2021/2022 cea mai mare producție medie de boabe, 6802 kg/ha, fiind urmat de soiul Cascador F cu 6260 kg/ha (Figura 2).

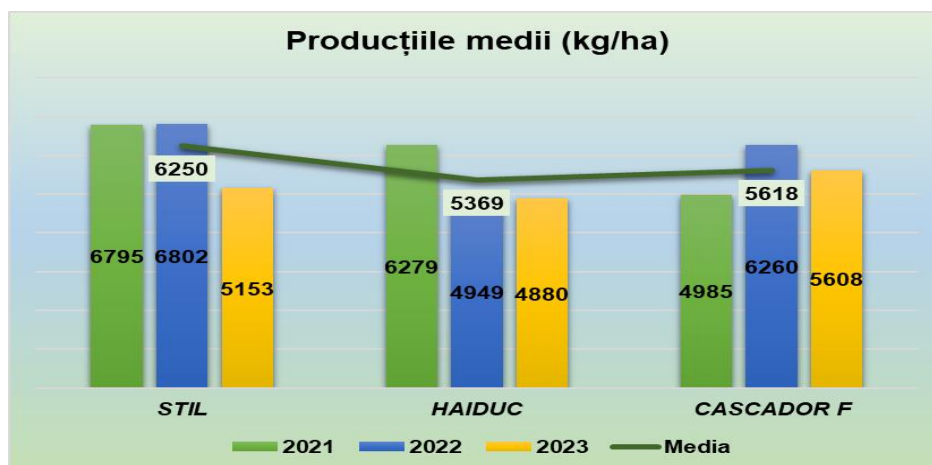


Figura 3. Producțiile medii de boabe obținute la triticale în condițiile de la SCDA Secuieni

### Concluzii

Sectorul agricol a înregistrat pierderi de producție din cauza schimbărilor climatice, iar acest fenomen este de așteptat să persiste pe măsură ce încălzirea globală continuă să avanseze.

Pentru a reduce pierderile de recoltă la cerealele păioase, este esențial să cunoaștem soiurile care se adaptează la condițiile climatice actuale.

La grâu, s-a remarcat soiul Glosa cu producții medii de 7563 kg/ha; la orz s-a remarcat soiul Cardinal FD cu o producție medie de 7073 kg/ha, iar la triticale soiul Stil a obținut cea mai mare producție medie de 6250 kg/ha.

### Bibliografie

1. Mioara Borza, 2008 - Agricultura ecologică în contextul schimbărilor de mediu, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași
2. Mustătea, P., Săulescu, N.N., Ittu, Gh., Păunescu, G., Voinea, L., Stere, I., Mîrlogeanu, S., Constantinescu, E., Năstase, D., 2008 – Comportarea unor soiuri de grâu în condiții contrastante de mediu. Analele INCDA Fundulea, LXXVI: 7-14.
3. Pintilie A.S., Enea A., Leonte A., Pintilie P.L., Amarghioalei R.G., Popa L.D., 2023 - The influence of fertilization on the yield and quality of some romanian winter wheat varieties under the conditions of Central Moldova, Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXVI, No. 2, 2023 ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785
4. Săulescu, N.N., Popa, S., Păcurar, I., 1980 – Noi soiuri românești de grâu comun de toamnă și extinderea lor în producție. Producția vegetală. Cereale și plante tehnice, XXXII: 3-8.

5. Săulescu, N.N., Ittu, Gh., Mustăţea, P., Păunescu, G., Stere, I., Nistor, G., Rînciţă, I., Voinea, I., 2006 – Comportarea unor soiuri de grâu de toamnă româneşti în condiţii contrastante de aprovizionare cu apă. Probleme de genetică teoretică şi aplicată, XXXVIII, 1-2: 21-29.
6. Voinea, L., 2013 – Comportarea unor soiuri de grâu de toamnă în zona centrală a Bărăganului. Analele INCDA Fundulea, LXXXI: 7-18.
7. Jităreanu Gerard, 2000 - Tehnică experimentală. Editura I. I. de la Brad, Iaşi.

CZU:633.11:581.1

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНЫХ И АДАПТАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА МЕЛЯГ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ МОЛДОВЫ

*Дубиц Д., др. конф. унив., Мельник А., ассистент унив.*

*Бурдужан В., др. конф. унив.,*

*Технический Университет Молдовы*

**Abstract.** The article presents the results of a study of the winter soft wheat variety Meleag, zoned in Moldova, according to the parameters of adaptability and productivity in various agroclimatic zones of the country - southern and northern. The predecessor of winter wheat was grain peas.

The productivity of the Meleag variety varied greatly depending on the conditions of the year and the agroclimatic zone. In the northern zone, grain yield varied from 5.51 t/ha (2021) to 8.58 t/ha (2018), being the zone average of 7.10 t/ha. Under the conditions of the southern zone, the productivity of the Meleag variety varied from 3.88 t/ha (2022) to 6.15 t/ha (2021), being an average for the zone of 5.40 t/ha.

The variability of the productivity of the Meleag variety in the northern zone was average ( $v=11.8\%$ ), and in the southern zone low ( $v=4.4\%$ ). The Meleag variety showed higher stress resistance in the southern zone - 2.77, in the northern zone it was 3.07. The index of genetic flexibility of the variety in the southern zone was 5.27 and higher in the northern zone - 7.05, which indicates a high degree of correspondence between the geneticist and environmental factors.

The high productive potential of the winter wheat variety Meleag in different zones is evidenced by the value of the coefficient of adaptation to environmental conditions, which was 1.00 for the northern and 1.01 for the southern zone of Moldova.

**Key words:** Adaptation, Genetic flexibility, Growing conditions, Meleag variety, Predecessor, Productivity, Stress resistance, Winter wheat.



## Введение

На современном этапе развития сельского хозяйства, в условиях аридизации климата, одним из важных направлений инновационного процесса является сорт. Успешное возделывание озимой пшеницы, как основной культуры растениеводства, в различных агроклиматических условиях возможно лишь на основе использования сортов обладающих высокой адаптивностью к местным условиям возделывания и экологической пластичностью и устойчивостью. Сорт является основным фактором производства зерна и вся технология возделывания определяется с учетом его качества и свойств [1, 7].

### Цель и методика исследований

Целью проведенных исследований явилось изучение районированного сорта озимой пшеницы Меляг по параметрам адаптивности и продуктивности в разных агроклиматических зонах Молдовы- северной и южной. Предшественником озимой пшеницы был горох на зерно. Посев озимой пшеницы проводился в оптимальные сроки с нормой высева 5,0 млн/га всхожих семян. Площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность - четырех кратная. Размещение делянок - систематические.

Для расчетов параметров адаптивности озимой пшеницы были использованы: коэффициент вариации урожайности по Доспехову Б.А. [5], показатели стрессоустойчивости ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) и генетической гибкости  $[(Y_{min}-Y_{max})/2]$  по методике Rosiele A.A. и Hamblin J. [3] в изложении Гончаренко А.А. [4], показатель индекса условий среды по Everhart S.A. и Rassel W.A. [2]. Коэффициент адаптивности ( $K_a$ ) рассчитывали по формуле предложенной Малявко А.А. и сотр. [6].

Климатические условия в период проведения исследований сильно различались по степени влияния на формирование продуктивности растений озимой пшеницы.

Таблица 1. Метеорологические условия в годы проведения исследований

Показатели		Северная зона			Южная зона		
		2018	2021	2022	2018	2021	2022
Температура воздуха, °С	текущая	10,6	10,9	10,6	11,0	11,9	12,4
	норма	9,1	9,1	9,1	9,9	9,9	9,9
	± к норме	+1,5	+1,8	+1,5	+1,1	+2,0	+2,5
	± к северной зоне				+0,4	+1,0	+1,8
Осадки, мм	текущая	768,6	709,5	321,0	520,3	531,9	311,2
	норма	514,0	514,0	514,0	491,0	491,0	491,0
	± к норме	+254,6	+195,5	-193,0	+29,3	+40,9	-179,8
	± к северной зоне				-248,3	-177,6	-9,8



В Северной зоне республики в 2018 году температурные условия на 1,5 °С превысили норму (9,1 °С) и составили 10,6 °С (табл. 1). Осадки выпадали равномерно по периодам года и сумма их составила 768,6 мм, что на 254,6 мм (49,5 %) превышает климатическую норму (514,0 мм).

В 2021 году среднесуточная температура воздуха составила 10,9 °С, что на 1,8 °С выше нормы. Количество осадков выпавших в этом году составила 709,5 мм, превысив норму на 195,5 мм или на 38,0 % (рис. 1).

В условиях 2022 года температура воздуха в среднем за год составила 10,6 °С, превысив норму на 1,5 °С. Количество выпавших осадков было незначительным, характер их выпадения был неравномерным по сезонам года, сумма их составила 321,0 мм, что на 193,0 мм (37,5 %) меньше климатической нормы (рис. 2).

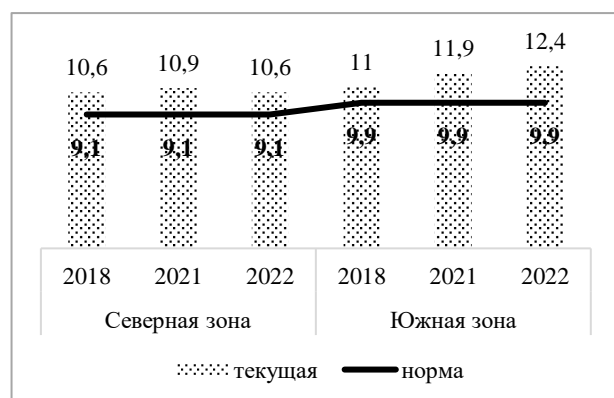


Рис. 1. Температура воздуха (°С) в годы проведения исследований

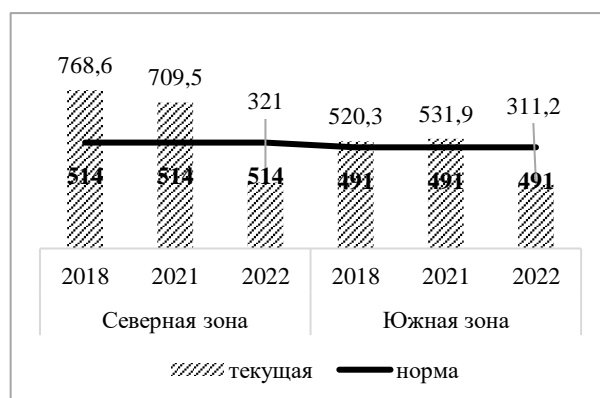


Рис. 2. Осадки (мм) в годы проведения исследований

В Южной зоне республики по годам исследований температурный режим был более жестким.

В 2018 году среднесуточная температура воздуха составила 11,0 °С, что на 1,1 °С превышает норму. Количество выпавших осадков составило 520,3 мм, что на 29,3 мм превышает климатическую норму 491,0 мм. В 2021 году среднесуточная температура воздуха составила 11,9 °С, превысив норму (9,9 °С) на 2,0 °С.

Сумма выпавших осадков составила 531,9 мм, что на 40,9 мм превышает норму (491 мм).

В 2022 году отмечается наиболее напряженные климатические условия. Среднесуточная температура воздуха была самой высокой за период исследований, составившая 12,4 °С, что на 2,5 °С превышает норму. Отмечается острый дефицит осадков и крайне неравномерный характер их выпадения. Сумма выпавших осадков составила 311,2 мм, что на 179,8 мм меньше среднемноголетней нормы.

Сравнивая климатические условия зон возделывания озимой пшеницы, можем отметить, что в южной зоне среднесуточная температура была выше на 0,4 - 1,8 °С, а количество выпавших осадков уступало на 9,8 - 248,3 мм, что безусловно отразилось негативно на величине полученного урожая зерна.

### Результаты исследований

В условиях северной зоны Молдовы сорт озимой пшеницы Меляг сформировал урожайность зерна, которая варьировала от 5,51 т/га в 2021 году до 8,58 т/га в 2018 (таб. 2). Достаточно высокой урожайностью зерна отмечается и 2022 год (7,20 т/га). В среднем за 3 года средняя урожайность зерна составила 7,10 т/га.

Таблица 2. Урожайность озимой пшеницы сорта Меляг по зонам исследований, т/га

Повторности	Северная зона			Южная зона		
	2018	2021	2022	2018	2021	2022
I	8,59	5,51	7,58	5,74	6,62	3,84
II	8,74	5,37	7,34	5,81	6,66	4,02
III	8,86	5,41	6,77	5,46	6,62	3,89
IV	8,12	5,15	7,09	6,52	6,70	3,77
Средняя за год	8,58	5,51	7,20	5,66	6,65	3,88
Средняя по зоне	7,10			5,40		
Индекс условий среды	+1,48	-1,59	+0,10	+0,26	+1,25	-1,52
НСР <sub>0,5</sub> , т/га	1,72			0,49		

В условиях южной зоны отмечается следующая динамика варьирования урожайности: максимальная продуктивность сорта Меляг отмечается в 2021 году, составляющая 6,65 т/га, а минимальная 3,88 т/га в 2022 году. В среднем за три года урожайность озимой пшеницы в южной зоне составила 5,40 т/га, что на 1,70 т/га меньше, чем в северной зоне.

Индекс среды, представляющий собой разницу в урожае между среднегодовой и средней по опыту продуктивностью. В условиях северной зоны значения его варьировали от +1,48 до -1,59. Положительное значение индекса среды формируется в благоприятных условиях года, которые обеспечивают более полную реализацию продуктивного потенциала сорта, отрицательные значения индекса среды показывают степень угнетающего воздействия условий года на реализацию потенциальной продуктивности сорта.

В условиях южной зоны значения индекса среды варьировали от +1,25 до -1,52.

Коэффициент вариации урожайности в северной зоне составляет 11,8 %, что относится к средней вариабельности показателя, а в южной – 4,4 %, что свидетельствует о низкой вариабельности урожайности зерна сорта Меляг (табл. 3). Низкое и среднее значение коэффициента вариации урожайности озимой пшеницы по зонам республики свидетельствует о высокой гомеостатичности генотипа при одних и тех же лимитирующих факторах среды.

Таблица 3. Средняя урожайность и параметры адаптивности озимой пшеницы сорта Меляг по зонам исследований

Зона	Урожайность, т/га	Коэффициент вариации, %	Стрессоустойчивость, $(Y_{\min} - Y_{\max})$	Генетическая гибкость, $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$	Коэффициент адаптации
Северная	7,10	11,8	-3,07	7,05	1,00
Южная	5,40	4,4	-2,77	5,27	1,01

Сочетание гомеостатичности и коэффициента вариации показывает степень устойчивости в изменяющихся условиях среды, определяют стабильность сорта.

Устойчивость сорта к стрессу определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью в опыте. Стрессоустойчивость сорта Меляг в условиях северной зоны составила - 3,07, а в южной зоне – 2,77. Это свидетельствует о более высокой стрессоустойчивости сорта в условиях южной зоны.

Показатель генетической гибкости отображает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях (благоприятных и стрессовых). Значения показателя генетической гибкости сорта составили в северной зоне 7,05, а в южной 5,27. Более высокий показатель отмечается в северной зоне, что свидетельствует о высокой степени соответствия между генотипом и факторами среды.

Коэффициент адаптации сорта озимой пшеницы Меляг составляет 1,00 для северной зоны и 1,01 для южной, что свидетельствует о его высоком продуктивном потенциале.

### Выводы

Проведенные трехлетние исследования по изучению продуктивности озимой пшеницы сорта Меляг в различных агроклиматических зонах, позволяют констатировать о высокой потенциальной продуктивности генотипа (5,0-8,0 тонн зерна), высокой стабильности и адаптационных показателей к условиям среды.

## Literatură

1. RURAC, M., BURDUJAN, V., DUBIT, Daniela, MELNIC, Angela. Influența premergătorului asupra formării producției culturilor cerealiere de toamnă. In: *Direcțiile de modernizare a cercetărilor ameliorative și tehnologice la culturile cerealiere și leguminoase*. Mat. conf. int. Bălți 29-30 iunie 2021. pp. 350-358
2. EBERHART, SA., RUSSELL, WA. Stability Parameters for Comparing Varieties. In: *Crop Science*, 1966. vol. 6, nr.1. pp. 38-40
3. ROSIELE, F.F., HAMBLIN, J. Teoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. In: *Crop Science*, 1981, nr. 6. pp. 943-948
4. ГОНЧАРЕНКО, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. В: *Вестник РАСХН*, 2005, №6, с.49-53.
5. ДОСПЕХОВ, Б.А. *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований), 5 изд., перераб. и доплн. М: Альянс, 2014, 351 с.
6. МОЛЯВКО, А.А., МАРУХЛЕНКО, А.В., БОРИСОВА, Н.П. Коэффициент адаптивности сорта картофеля определяет продуктивность. В: *Картофель и овощи*, 2012, №3, с.10-11.
7. РЫБАСЬ, И. А. и др. Урожайность и параметры адаптивности новых сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам горох и подсолнечник. В: *Аграрный вестник Урала*, 2017, №5 (159), с. 58-62.

CZU: 633.15:631.527

### STUDIAREA FORMELOR MATERNE ALE HIBRIZILOR DE PORUMB LA DIFERITE DENSITĂȚI DE CULTURĂ

*Gribincea Vladimir, doctor în științe agricole,*

*Fratea Svetlana, Lebediuc Gheorghe, Luchian Veaceslav*

*Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor*

**Rezumat.** Cercetările au fost efectuate în scopul evaluării formelor materne ale hibrizilor de porumb la diferite densități de cultură în vederea identificării densității optimale în sectoarele de hibridare. Materialul biologic a constituit din 11 forme materne de diferită constituție genetică și precocitate, inclusiv 5 linii androsterile și 6 hibridi simpli. S-a estimat influența densităților sporite asupra următoarelor caractere importante pentru formele parentale: producția de boabe, masa a o mie de boabe (MMB), înălțimea de inserție a știuletelui superior și durata perioadei "răsărit – mătăsit". Variantele experimentale au fost studiate la 4 densități de cultură- 40, 50, 60 și 70 mii plante per hectar, pe parcele de 10 m<sup>2</sup>, în trei repetiții.

S-a constatat, că producția de boabe la formele parentale a crescut concomitent cu densitatea plantelor, nivelul maximal fiind atins la densitatea de 70 mii plante, în același timp valorile MMB s-au diminuat odată cu spo-

rirea densității. De asemenea, densitatea sporită a condiționat prelungirea durată perioadei "răsărit- apariția stigmatelor" la formele maternelor, dar a influențat mai puțin manifestarea caracterului "înălțimea de inserție a știuletelui superior". Pentru fiecare formă maternă a fost determinată densitatea optimă de cultivare, care, la modul general, constituie 50 – 60 mii plante recoltabile per hectar.

**Cuvinte cheie.** Porumb, Forme parentale, Linie consangvinizată, Densitatea plantelor, Producerea de semințe.

## Introducere

Porumbul (*Zea mays*) este una dintre cele mai importante culturi de cereale la nivel mondial, având un rol esențial în alimentația umană și animală, precum și în industria bioenergetică. Un factor important în sporirea productivității și a calității porumbului este densitatea plantelor, care se referă la numărul de plante per unitate de suprafață. Alegerea densității optime poate influența în mod semnificativ productivitatea și sănătatea culturii [1,2].

Pentru crearea hibrizilor cu reacție pozitivă la densități sporite este necesară selectarea formelor parentale sub acest aspect, care corelează pozitiv cu prolificitatea (capacitatea de a forma mai mulți știuleți pe plantă) și înfloritul concomitent al organelor generative [3]. În cercetările efectuate anterior a fost demonstrată influența semnificativă a densității plantelor asupra potențialului de producție și frecvenței plantelor sterile, fiind menționată importanța genelor cu efect aditiv în realizarea toleranței liniilor consangvinizate și hibrizilor de porumb [4]. Densitatea sporită are un impact negativ asupra unor caractere și însușiri agronomice valoroase, inclusiv vigoarea plantelor, înfloritul simultan al organelor reproductive, prolificitatea, rezistența la frângere și căderea radiculară, producția de boabe, cota plantelor atacate de tăciune, care prezintă principalele criterii de selecție în condițiile vizate [5, 6].

Densitatea plantelor la liniile consangvinizate, utilizate în calitate de forme maternelor ale hibrizilor de porumb, constituie un factor esențial în determinarea producției de semințe în sectoarele de hibridare. Este important ca formele parentale să fie productive și să asigure un randament de semințe comerciale nu mai mic de 90 % [5]. La diferite densități de cultivare pot fi obținute semințe diferențiate după parametrii de calitate. În acest sens, producătorii de semințe preferă forme maternelor înalt productive, care pot asigura obținerea unor cantități mari de semințe în loturile de hibridare și, prin urmare, a unui profit mai mare de pe suprafața recoltată, iar fermierii care cultivă hibrizii de porumb doresc să procure semințe bine calibra-

te și cu MMB mare. Producția de boabe și elementele recoltei (MMB, masa știuletelui, lungimea știuletelui, numărul de rânduri de boabe, numărul de boabe în rând, dimensiunile semințelor calibrate) constituie factorii cu impact major la profitabilitatea producerii de semințe [7, 8].

Cercetările prezentate în articolul de față au fost efectuate în scopul determinării comportamentului formelor maternelor – linii consangvinizate și hibrizi simpli, la diferite densități de cultură în vederea evidențierii pentru fiecare genotip în parte a densității optime pentru utilizare în loturile de hibridare.

### **Material și metode**

Experiența a fost efectuată pe câmpurile experimentale ale Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor, situate în zona de centru a Republicii Moldova, pe parcursul anilor 2018 și 2019. Anii de cercetare s-au caracterizat prin condiții climatice favorabile cultivării porumbului. În experiența au fost incluse 11 forme maternelor, inclusiv 6 hibrizi simpli și 5 linii consangvinizate – forme maternelor ale unor hibrizi marca "Porumbeni", omologați și admiși pentru cultivare în Moldova și alte țări. Materialul biologic a fost studiat la patru densități de cultură – 40, 50, 60 și 70 mii plante per hectar, fiind asigurată distanța dintre plante pe rând de 35 cm, 28 cm, 23 cm și 20 cm, respectiv. Densitatea a fost formată manual prin smulgerea plantelor de pe parcele. Variantele experimentale au fost amplasate pe parcele de 10 m<sup>2</sup>, în trei repetiții. Recoltarea știuleților a fost efectuată manual, iar umiditatea boabelor a fost determinată cu ajutorul umidometrului electronic. Producția de boabe a fost calculată cu 14 % umiditate, în timp ce masa a o mie de boabe (MMB) s-a determinat prin numărarea boabelor pentru fiecare variantă în parte. Observațiile fenologice au fost efectuate vizual, fiind notată data apariției în masă a stigmatelor la știuleții de porumb, fiind calculată ulterior durata perioadei "răsărit – mătăsit". Înălțimea de inserție a fost determinată prin măsurarea a 20 de plante pentru fiecare variantă experimentală.

Prelucrarea statistică a datelor a fost realizată prin analiza dublă a variantelor (9), utilizând programe statistice computerizate.

### **Rezultatele obținute**

Cercetările efectuate pe parcursul anilor 2018-2019 au inclus 11 forme maternelor ale hibrizilor de porumb, inclusiv 5 linii consangvinizate și 6 hibrizi simpli.

Producția de boabe, caracteristică cu impact major în producerea de semințe, a variat la liniile consangvinizate – forme maternelle de la 2,77 până la 5,30 t/ha, la o medie de 4,43 t/ha, valoarea medie minimală fiind atestată la linia timpurie androsterilă MKP61M, iar cea maximală la linia sterilă semitardivă AS587M (tab.1). La formele maternelle hibride această caracteristică a fost cuprinsă între 4,57 t/ha, la forma modificată Ira M și 7,94 t/ha, la hibridul simplu MK267M x AG4992, media fiind de 6,27 t/ha.

Rezultatele obținute au demonstrat că, în general, producția de boabe la formele maternelle a crescut odată cu mărirea densității de cultivare, fiind influențată de particularitățile biologice și potențialul genetic ale mostrelor analizate. Astfel, la hibridii simpli parentali producția medie pe densități a crescut, în medie, de la 5,55 t/ha, la densitatea de 40 mii plante/ha până la 6,73 t/ha, la densitatea de 70 mii plante/ha, cu un spor semnificativ de 1,18 t/ha ( $DL_{05} = 0,43$  t/ha). La liniile consangvinizate producția de boabe, de asemenea, s-a majorat de la 3,85 t/ha la densitatea minimală până la 4,96 t/ha la cea sporită, sporul de producție constituind 1,11 t/ha. Toate liniile consangvinizate au realizat cele mai mici producții la cea mai redusă densitate, această situație fiind observată și la hibridii simpli materni. Mai vulnerabile la densități sporite s-au dovedit a fi hibridul parental Ira M și linia consangvinizată AG2448M, care au format producția maximală la densitatea de 60 mii plante /ha, dar și linia maternă timpurie MKP61M care a fost mai productivă la densitatea de 50 mii plante la hectar. Liniile AS587M, MK396M și formele maternelle hibride Tatiana M, Jana M, MK267M x AG4992 au realizat producții mărite, începând cu densitatea de 50 mii plante per hectar, fiind atestat un spor semnificativ de 0,68 – 1,22 t/ha, față de desimea minimală. La aceste mostre producția de boabe a crescut în continuare, dar nesemnificativ, valoarea maximală fiind atinsă la densitatea cea mai mare. Nivelul de productivitate la analogul androsteril MKP63M și hibridul simplu matern Renata C a fost mai redus, dar stabil la densitățile 40, 50 și 60 mii plante/ha, valorile maximale, fiind realizate la densitatea de 70 mii. Menționăm, că între producția de boabe și densitatea plantelor au fost atestate relații corelative pozitive ( $r=0,52$ ).

Masa a o mie de boabe (MMB) la hibridii simpli forme maternelle a variat de la 197,9 gr., la hibridul Jana M până la 301,6 gr., la hibridul MK267M x AG4992, la o medie de 259,03 gr. În același timp la formele maternelle – linii consangvinizate, MMB a fost cuprinsă între 195,8 gr. și 277,6 gr., valori demonstrate de liniile MKP61 și, respectiv, MK396M, la o medie de 243,3gr. În general, cele mai înalte valori ale MMB au fost atestate la densitatea de 40 mii (279,0 gr.), iar cele mai mici – la densitatea

de 70 mii plante per hectar (234,8 gr.), fiind sesizată o diminuare a MMB, în medie, cu 44,2 gr. (15,8%). Din rândul formelor maternelor hibride, la densitatea de 40 mii pl./ha, cele mai grele semințe au fost evidențiate la forma maternă Renata C – 314,3 gr. La celelalte densități de cultură, cele mai ridicate valori ale MMB au fost caracteristice pentru hibridul simplu MK267M x AG4992, care au fost cuprinse între 285,4 și 309,1 gr. Pentru formele maternelor – linii consangvinizate cele mai mari valori ale MMB au fost atestate la densitatea de 40 mii plante/ha – 258,4 gr., iar cea mai redusă la cea de 70 mii – 228,9 gr., diminuarea constituind 29,5 gr. (11,4 %). O diminuare semnificativă cu 23,4 – 77,8% (DL05 =20,7 gr.) a greutateii boabelor la majorarea maximală a densității a fost observată la formele maternelor modificate Jana M, Renata C, Ira M, dar și la liniile MKP61M, MKP63M și AG2448M. Un comportament bun au demonstrat formele maternelor Tatiana M, Rada M, AS587M și MK396M cu MMB stabilă la toate densitățile de cultură și o diminuare nesemnificativă a greutateii boabelor cu 3,8 – 5,9 % la densitatea sporită. Coeficientul de corelație între MMB și densitatea plantelor a fost semnificativ negativ ( $r = -0,81$ ).

Tabelul 1. Producția de boabe și masa a o mie de boabe (MMB) la formele maternelor cultivate la diferite densități de cultură

Forma parentală	Producția de boabe, t/ha					MMB, gr				
	40	50	60	70	media	40	50	60	70	media
<b>Linii consangvinizate</b>										
MKP61 M	2,5	3,0	2,7	2,9	2,8	211,0	192,1	192,4	187,7	195,8
MKP63M	3,6	3,9	3,8	5,1	4,1	244,2	229,4	212,3	173,4	214,9
AS587M	4,8	5,4	5,4	5,8	5,3	270,9	269,7	267,1	260,5	267,1
MK396M	4,0	5,0	5,1	5,8	5,0	286,7	273,9	274,8	275,2	277,6
AG2448M	4,4	4,9	5,7	5,3	5,1	279,0	263,0	255,7	247,7	261,4
<b>Media</b>	<b>3,9</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>5,0</b>	<b>4,4</b>	<b>258,4</b>	<b>245,6</b>	<b>240,5</b>	<b>228,9</b>	<b>243,3</b>
<b>Hibrizi simpli</b>										
Tatiana M	5,8	6,7	7,0	7,4	6,7	282,6	269,8	268,4	253,7	268,7
Jana M	4,4	4,4	4,9	5,6	4,8	237,4	216,8	178,0	159,5	197,9
Ira M	4,2	4,7	5,3	4,2	4,6	274,6	245,2	239,0	215,0	243,5
Renata C	5,9	6,0	6,0	6,4	6,1	314,3	305,8	300,2	252,1	293,5
MK267M x AG4992	7,0	8,7	8,3	8,2	7,9	306,4	309,1	305,4	285,4	301,6
Rada M	6,1	7,3	8,1	8,6	7,5	258,6	255,1	240,2	243,2	249,3
<b>Media</b>	<b>5,6</b>	<b>6,2</b>	<b>6,6</b>	<b>6,7</b>	<b>6,3</b>	<b>279,0</b>	<b>266,9</b>	<b>255,2</b>	<b>234,8</b>	<b>259,1</b>



În continuarea cercetărilor a fost evaluată influența densităților sporite asupra manifestării unor caractere importante pentru formele maternelor, precum înălțimea de inserție a știuletelui superior și perioada răsărit-mătăsitul știuleților.

Datele prezentate în tabelul 2 relevă, că, din rândul liniilor consangvinizate, înălțimea de inserție a știuletelui superior a fost cea mai înaltă la linia AS587 M (52,7 cm), iar la MKP61M caracteristica vizată a fost mai puțin pronunțată, constituind 32,7 cm, la o medie de 42,3 cm. La formele maternelor – hibridi simpli, inserția știuletelui a fost mai elevată și a variat de la 37,1 cm la hibridul Jana M până la 55,0 cm la forma maternă Renata C, media fiind de 46,8 cm. Analiza datelor ne permite să constatăm, că la modul general, inserția știuletelui a fost puțin influențată de densitățile sporite. Totodată, se observă, că la liniile consangvinizate MKP61M, AS587M, MK396 și hibridii simpli Tatiana M, Renata C și Rada M, inserția știuletelui a fost mai înaltă la densitatea de 70 mii plante per ha. Formele maternelor MKP63M și Ira M s-au caracterizat prin cea mai mare înălțime a știuletelui superior la densitatea de 40 mii, iar hibridul matern MK267M x AG4992 – la densitatea de 50 mii plante/ha. Menționăm, că liniile consangvinizate androsterile MKP63M, MK396A, AG2448M, precum și hibridii materni androsterili Tatiana M, Jana M și Rada M au prezentat o stabilitate înaltă, din punct de vedere al caracterului analizat, la toate densitățile de cultură.

La liniile consangvinizate maternelor, perioada de la răsăritul plantulelor până la apariția știgmatelor la știuleți a purtat valori medii cuprinse între 61 (MKP61M) și 70 zile (AG2448M), la o medie de 66 de zile, iar la hibridii simpli forme maternelor această caracteristică a variat de la 57 (Tatiana M) până la 65 zile (Renata C) (tab.2).

Din datele obținute se observă o tendință de mărire cu 4-8 zile ( $DL_{05}=2,5$  zile) a perioadei până la mătăsit concomitent cu mărirea densității plantelor. Astfel, atât la liniile consangvinizate, cât și la hibridii materni, perioada respectivă a fost cea mai scurtă la 40 mii, respectiv, 65 și 60 zile, iar cea mai prelungită - la densitatea sporită de 70 mii plante/ha cu valori medii de 69 și 63 zile. La formele maternelor AS587M, Tatiana M, Jana M, și MK267M x AG4992 perioada studiată nu a fost influențată de densități, valorile pentru aceste mostre fiind identice în toate cazurile. Mai sensibile la mărirea densității de cultură au fost liniile consangvinizate MKP61M, MKP63M, MK396M, AG2448M, dar și hibridii materni Ira M și Renata C, la care s-a observat prelungirea mătăsitudinii la densități sporite.

Tabelul 2. Înălțimea de inserție și perioada "răsărit-mătăsit" la formele maternelor funcție de densitatea plantelor

Forma parentala	Înălțimea de inserție a știuletelui superior, cm					Perioada răsărit-mătăsit, zile				
	40	50	60	70	Media	40	50	60	70	Media
<b>Linii consangvinizate</b>										
MKP61 M	33,9	29,3	29,8	35,7	32,7	59	59	61	65	61
MKP63M	46,1	41,4	41,5	43,7	42,6	64	67	70	71	68
AS587M	43,9	45,3	51,4	52,7	52,0	69	69	69	69	69
MK396M	35,0	35,4	36,5	40,4	38,4	63	63	63	67	64
AG2448M	44,1	42,7	44,1	47,8	46,0	68	69	70	73	70
<b>Media</b>	<b>40,6</b>	<b>38,8</b>	<b>40,7</b>	<b>44,1</b>	<b>42,3</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>66</b>
<b>Hibrizi simpli</b>										
Tatiana M	43,9	46,3	47,0	47,2	46,1	56	57	57	58	57
Jana M	35,9	36,4	39,9	36,4	37,1	59	59	59	60	59
Ira M	52,5	43,2	45,7	45,6	46,7	59	62	63	67	63
Renata C	52,8	57,7	49,5	60,1	55,0	63	63	67	68	65
MK267M x AG4992	49,1	52,8	45,7	47,6	48,8	62	62	62	62	62
Rada M	48,8	43,1	45,5	50,5	47,0	61	60	64	61	62
<b>Media</b>	<b>47,1</b>	<b>46,6</b>	<b>45,5</b>	<b>47,9</b>	<b>46,8</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>61</b>

Generalizând datele obținute putem concluziona, că odată cu sporirea densității crește producția de semințe, dar se reduce greutatea lor. De asemenea, densitatea sporită a plantelor condiționează în mare măsură prelungirea duratei perioadei "răsărit-apariția stigmatelor" la formele maternelor, linii consangvinizate și hibrizi simpli, dar influențează mai puțin manifestarea caracterului "înălțimea de inserție a știuletelui superior". Din aceste considerente la utilizarea formelor maternelor în loturile de hibridare trebuie să se țină cont de aceste tendințe pentru selectarea densității optime pentru fiecare formă maternă în parte pentru a obține un randament înalt de semințe hibride calitative. În acest sens, rezultatele obținute vor avea o utilizare practică și vor fi utile producătorilor de semințe certificate de porumb. Totodată, condițiile climaterice favorabile ale anilor de cercetare, atestate în perioada semănatului și pe parcursul vegetației, au favorizat dezvoltarea normală a plantelor și formarea unor producții înalte de boabe dezvoltate pentru toate densitățile de cultură. Astfel, rezultatele obținute în aceste condiții nu ne-au permis diferențierea formelor maternelor după reacția lor la diferite densități în condiții nefavorabile de dezvoltare. Prin urmare, pentru a obține rezultate mai corecte și mai ample despre

comportamentul formelor materne la diferite densități, experiența va fi continuată în anii viitori.

### Bibliografie selectivă

1. АХТЫРЦЕВ, М. Г. Повышение урожайности родительских форм гибридов кукурузы в северной зоне Краснодарского края. В: *Кукуруза и сорго*, 2002, № 4, с.13-16.
2. ШМАЛЬКО, И.А., БАГРИНЦЕВА, В.Н. Густота стояния растений-один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы. В: *Земледелие*, 2019, № 1, с.21-23.
3. TROYER, A.F., ROSENBROOK, R. W. Utility of higher plant densities for corn performance testing. In: *Crop Science*. 1983, vol. 23, pp. 863-867. ISSN: 0011-183X.
4. MURARIU, M. Acțiuni genetice determinante pentru reacția porumbului la factori de intensivizare (fertilizare, desime). In: *Cercetări de genetică vegetală și animală*. 1996, v. IV, pp. 109-116. ISSN:1224-0486.
5. TROYER, A.F. Temperate corn: Background, behavior and breeding. In: HALLAUER, A.R. ed. *Specialty corns*. 2<sup>nd</sup>. (ed). CRC Press, Boca Raton, 2000. pp. 393-466. ISBN: 9780849323775.
6. МУСТЯЦА, С. И., БОРОЗАН, П. А., БРУМА, С. Г. РУССУ, Г. В. Создание, оценка, классификация и использование самоопыленных линий скороспелой кукурузы. În: *Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică. Materialele conferinței internaționale consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării*. Pașcani, 2014, pp.70-98. ISBN: 978-9975-56-177-8.
7. PINNISCH, R., MOWERS, R., TRUMPY, H., WELEJKO, R., BUSH, D. Evaluation of maize (*Zea mays L.*) inbred for yield component traits and kernel morphology. In: *Maydica*. 2012, v. 57, pp. 1-5. ISSN: 2279-8013.
8. WYCH, R.D. Production of hybrid seed corn. In: SPRAGUE G.F., DUDLEY, J.W. ed. *Corn and corn improvement*. 3<sup>rd</sup> edition, American Society of Agronomy, Madison, 1988, pp.565-607. ISBN: 0-89118-099-0.
9. ДОСПЕХОВ, Б. А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.

## **PRODUCȚIA HIBRIZILOR DE PORUMB ÎN DEPENDENȚĂ DE GRUPE DE MATURITATE ÎN ZONA DE CENTRU A REPUBLICII MOLDOVA**

*Bucor Nicolae, doctorand, cer. șt. stagiar;*

*Ciobanu Valentin dr., șt., agr., șef de Laborator*

*Centru Național de Cercetare și Producere a Semințelor”*

*UTM, Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului,*

**Rezumat:** Articolul reprezintă studiul a 18 hibrizi de porumb din 6 grupe de maturitate cultivați în zona de centru a Republicii Moldova. Cercetările experimentale s-au realizat pe parcursul anilor 2022-2023, la pepiniera de preconcurs al laboratorului de Genetică și Genofond.

Ca rezultat s-au obținut hibrizi ce se deosebesc în dependență de caracterele morfologice, producția de boabe, condițiile agroclimatice și anii de cercetare.

Fiecare hibrid se caracterizează printr-o anumită reacție la condițiile de mediu, s-a constatat că condițiile agrometeorologice (temperatura medie aerului și precipitațiile atmosferice) au fost neprielnice pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, în perioada desfășurării cercetărilor, producția de boabe în mediu pe experiență, la hibrizi de porumb a sporit cu 1,6 t/ha, în anul 2023 față de anul 2022, corespunzător. S-a determinat că în mediu pe 2 ani de studiu, hibrizi din grupa de maturitate timpurie (III), mijlocie (IV) și semitardivă ((VI) au o productivitate sporită, în comparație cu hibridii din celelalte grupe de maturitate, evidențiindu-se următorii hibrizi: P328 – 5,58 t/ha; P21373 – 5,71 t/h; P21472 – 5,83 t/ha și hibridul P22668 – 5,13 t/ha.

**Cuvinte cheie:** Porumb; Grupa de maturitate; Hibrizi; Producția de boabe; Zona de Centru al Republicii Moldova.

### **Introducere**

Porumbul (*Zea mays L.*) este o cultură de cereale extrem de importantă care este cultivată pe scară largă în întreaga lume într-o serie de medii agroecologice [1; 5]. Statele Unite, China, Brazilia și Argentina se numără printre cei mai mari cultivatori de porumb din lume [4; 8].

Cultivarea porumbului are un impact major în economia Republicii Moldova, contribuind la creșterea PIB-ului și la asigurarea securității alimentare a populației, suprafețele cultivate de porumb constituie circa 204,785 ha [2; 5; 8].

Recolta porumbului poate varia în funcție de mai mulți factori cum ar fi: condițiile climatice, solul, tehnologia de cultivare și nu în ultimul rând alege-

rea hibrizilor de porumb potriviți pentru zona de cultivare, care este crucială pentru obținerea unei producții bune și calitative. Este important să se acorde o atenție deosebită cercetării hibrizilor de porumb din diferite grupe de maturitate, pentru îmbunătățirea randamentului culturii, adaptabilității la diferite condiții de mediu și rezistenței la boli și dăunători [4; 6; 7].

Zona de cultivare a porumbului poate varia considerabil în funcție de condițiile climatice și de sol. Porumbul este o cultură adaptabilă și poate fi cultivat în diferite zone climatice, de la regiuni temperate la tropicale. Condițiile climatice pentru cultivare a porumbului în Republica Moldova sunt favorabile, datorită climatului temperat continental. Selectarea corectă a hibrizilor de porumb și gestionarea adecvată a condițiilor pedo-climatice este cheia succesului în cultivarea porumbului [3; 7; 10].

Scopul cercetării este crearea hibrizilor de porumb adaptați la condițiile climatice a Republicii Moldova, rezistenți la secetă, boli, dăunători și identificarea zonei de cultivare acestora, pentru obținerea producției de boabe înalt.

### **Materiale și metode**

Cercetările experimentale s-au desfășurat pe parcursul anilor 2022–2023, în condiții de laborator și condiții de câmp, în cadrul Laboratorului de Genetică și Genofond al Instituției Publice „Centru Național de Cercetare și Producere a Semințelor”, situate în zona de centru a Republicii Moldova. În studiu s-au inclus 18 de hibrizi de porumb creație autohtonă, din diferite grupe de maturitate cu următorii martori:

1. Hibrizi extratimpurii (FAO 150-200): **P176** (martor);
2. Hibrizi semitimpurii (FAO 201-300): **P235** (martor);
3. Hibrizi timpurii (FAO 301-350): **P310** (martor);
4. Hibrizi mijlocii (FAO 351-450): **P352** (martor);
5. Hibrizi semitardivi (FAO 451-500): **P427** (martor)
6. Hibrizii tardivi (FAO 500-599): **P465** (martor).

Premergător a constituit grâu de toamnă, după recoltarea premergătorului s-a efectuat arătura, cultivația și prigătirea patului germinative. Semănatul s-a efectuat în a treia decadă a lunii aprilie, cu semănătoarea experimentală, distanța dintre rânduri 70 cm, adâncimea de semănat 7 cm [1]. Metoda de așezare a variantelor a fost dreptunghi latin, în blocuri, în III repetiții, cu suprafața de evidență a parcelei de 10 m<sup>2</sup>, fiind asigurată densitatea de 50–52 mii plante la hectar [1;10; 12].

În perioada de vegetație a plantelor, s-a determinat caracterele morfologice ale plantelor și elementele productivității. Observațiile fenologice au fost efectuate la răsărirea 75% din plante, s-a determinat perioada răsării – înfloririi plantelor, densitatea plantelor [3; 12].

Măsurările biometrice sau referit la caracterele morfologice ale plantelor: înălțimea plantei, înălțimea inserției plantei, lungimea paniculului, numărul de ramificații [3; 11; 12; 13]. Pentru analiza elementelor productivității în câmp și laborator s-a determinat: lungimea știuletelui, numărul de boabe pe rând, numărul de boabe de rânduri, masa știuletelui, masa boabelor și masa a 100 de boabe [3; 11]. Recoltarea s-a efectuat manual în știuleți, fiecare repetiție în parte, producția a fost determinată în boabe la umiditatea standard de 14% [12; 13].

Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin analiza simplă și dublă a variantei după Б. А. Доспехов. Calcularea diferenței limite (DL05) s-a realizat prin aplicarea programului de calculator Microsoft Excel.

### **Rezultate și discuții**

Zona de centru a Republicii se caracterizează cu o climă moderat continentală, iarnă scurtă și blândă și cu puțină zăpadă, vară caldă de lungă durată și cu cantități neînsemnate de precipitații, care cad în fond în perioada caldă anului sub formă de ploaie de scurtă durată.

Condițiile agrometeorologice în anii de studiu 2022 – 2023, se caracterizează cu un regim termic înalt și cu deficit de precipitații. S-a constatat o distribuție neuniformă de cantități de precipitații în perioada acestor ani. Cantitatea de precipitații atmosferice anuale a constituit în anul 2022 – 355,0 mm, și 480,0 mm – în 2023 [2; 8; 9].

Apa reprezintă un element de mare importanță pentru plante, fără de care acestea nu-și pot desfășura vegetația și care provine în cea mai mare măsură din precipitațiile atmosferice. Cele mai multe precipitații au căzut în lunile: aprilie – 89,0 mm (2022) și 118,0 mm (2023); iulie 122,0 mm (2023); august – 41,0 mm (2022) și septembrie – 56,0 mm (2022), (fig. 1). Deficit semnificativ de precipitații s-a observat în lunile: iunie – 10,0 mm (2022) și 9,0 mm (2023), august – 3,0 mm (2023), octombrie – 14,0 mm (2022) și 12,0 mm (2023), ceea ce a creat condiții nefavorabile pentru creșterea și dezvoltarea porumbului [2; 8; 9].

La diminuarea producției de boabe la porumb duce, temperatura înaltă a aerului în perioada de vegetație a plantelor. Temperatura optimă a aerului pentru creșterea și dezvoltarea porumbului este 22-25<sup>0</sup>C, temperaturile zilnice de 25-30<sup>0</sup>C, sunt nefavorabile ca rezultat are loc stoparea proceselor vitale a plantelor și pierirea acesteia. Temperatura medie anuală a aerului în anul 2022 a constituit +12,6<sup>0</sup>C și +12,9<sup>0</sup>C, cu 2,6 – 2,9<sup>0</sup>C mai ridicată față de normă în anul 2023.

Temperatura optimă a aerului pentru creșterea și dezvoltarea porumbului este 22-25°C, temperaturile zilnice de 25-30°C, sunt nefavorabile ca rezultat are loc stoparea proceselor vitale a plantelor. Temperatura medie anuală a aerului în anul 2022 a constituit +12,6°C și în anul 2023 constituie +12,9°C, cu 2,6 – 2,9°C mai ridicată față de normă. Temperatura medie a aerului pe parcursul sezonului de primăvară a variat în anul 2022 – +9,0..+10,8°C și +9,7..+11,2°C în anul 2023 (fig. 2). Vreme caldă s-a înregistrat în luna iulie – august, temperatura medie lunară a aerului a fost cu 3,0 – 5,0°C (2022) și 2,5- 3,5°C mai ridicată față de normă în 2023, ceea ce a influențat procesul de polenizare a plantelor și a redus considerabil producția de boabe [8; 9].

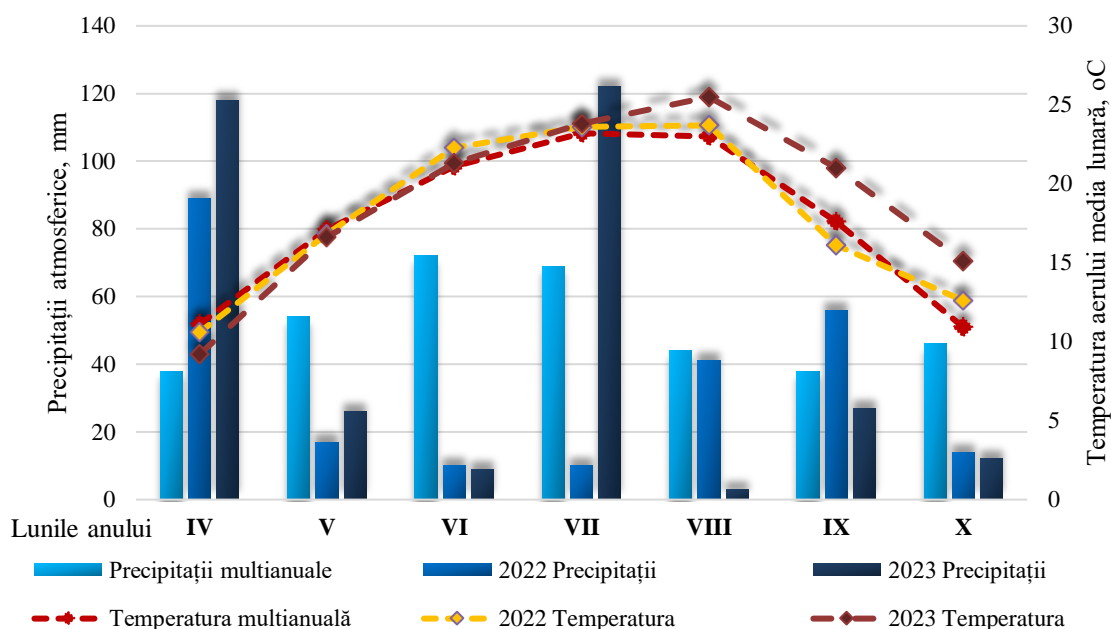


Figura 1. Temperatura medie lunară a aerului (°C) și precipitațiile atmosferice (mm) în perioada de vegetație a plantelor de porumb, în Zona de Centru al Republicii Moldova, anii 2022 – 2023.

Toamna a fost anormal de caldă și cu deficit semnificativ de precipitații în perioada septembrie-octombrie. Temperatura medie a aerului pe parcursul sezonului de toamnă a constituit +12,1..+15,2°C, ce a favorizat la recoltarea și uscarea boabelor mai rapidă.

Productivitatea este unul dintre cei mai importanți indicatori prin care se apreciază adaptabilitatea hibridului, deoarece reflectă și integrează efectul asupra plantei a tuturor condițiilor de cultivare și depinde atât de genotip, cât și de interacțiunea factorilor genotip și mediu.

Datele experimentale (tab.1), demonstrează că productivitatea hibrizilor de porumb variază semnificativ în funcție de grupa de maturitate și anul de cercetare, de la 3,47 până la 4,95 t/ha în anul 2022 și de la 5,22 până la 6,18 t/ha în anul 2023.

Tabelul 1. Producția hibrizilor de porumb din diferite grupe de maturitate, t/ha. Instituția Publică „Centru Național de Cercetare și Producere a Semințelor”, anul 2022 – 2023

Denumirea hibridului	Nr. de zile ră- sărire - mătăsit		Randamentul de boabe, %		Umiditatea boabelor, %		MMB, g		Producția de boabe, t/ha	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
<i>Grupa de maturitatea: Extratimpurie</i>										
<i>P176 mt.</i>	52,0	50,0	81,6	84,5	22,2	12,7	290,0	240,0	3,05	4,73
P22182	52,0	48,0	86,7	85,6	17,9	12,2	240,0	225,0	3,30	5,56
P20186	52,0	47,0	86,1	84,9	18,3	12,7	270,0	230,0	4,06	5,54
<b>Media</b>	<b>52,0</b>	<b>48,3</b>	<b>84,8</b>	<b>85,0</b>	<b>19,5</b>	<b>12,5</b>	<b>266,7</b>	<b>231,7</b>	<b>3,47</b>	<b>5,27</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,75
<i>Grupa de maturitatea: Semitimpurie</i>										
<i>P235 mt.</i>	55,0	50,0	82,7	84,1	15,6	10,8	220,0	290,0	3,22	4,93
P22257	54,0	51,0	85,8	84,8	16,9	12,6	260,0	250,0	4,47	5,16
P21242	55,0	51,0	85,9	85,5	19,4	10,5	290,0	185,0	4,28	5,55
<b>Media</b>	<b>54,7</b>	<b>50,7</b>	<b>84,8</b>	<b>84,8</b>	<b>17,3</b>	<b>11,3</b>	<b>256,7</b>	<b>241,7</b>	<b>3,99</b>	<b>5,22</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,51
<i>Grupa de maturitate: Timpurie</i>										
<i>P310 mt.</i>	58,0	55,0	78,9	83,5	19,2	10,5	280,0	220,0	3,39	6,43
P328	57,0	54,0	88,0	86,3	20,3	11,9	280,0	200,0	5,33	5,83
P21373	58,0	54,0	85,5	85,0	19,7	10,5	290,0	230,0	5,15	6,27
<b>Media</b>	<b>57,7</b>	<b>54,3</b>	<b>84,1</b>	<b>84,9</b>	<b>19,7</b>	<b>11,0</b>	<b>283,3</b>	<b>216,7</b>	<b>4,62</b>	<b>6,18</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	1,59
<i>Grupa de maturitate: Mijlocie</i>										
<i>P352 mt.</i>	59,0	57,0	85,2	84,2	20,5	13,4	290,0	190,0	4,66	5,70
P21472	59,0	57,0	85,7	83,8	22,1	14,0	340,0	220,0	5,24	6,41
P425	63,0	57,0	77,4	81,3	23,6	12,7	330,0	210,0	4,01	5,55
<b>Media</b>	<b>59,0</b>	<b>57,0</b>	<b>85,5</b>	<b>84,0</b>	<b>21,3</b>	<b>13,7</b>	<b>315,0</b>	<b>205,0</b>	<b>4,95</b>	<b>6,06</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,93
<i>Grupa de maturitate: Semitardivă</i>										
<i>P427 mt.</i>	62,0	59,0	84,7	84,6	18,6	11,3	340,0	240,0	3,38	5,89
P22576	61,0	57,0	83,5	84,9	22,1	12,3	330,0	230,0	4,91	5,65
P22668	62,0	57,0	77,8	85,4	23,2	12,9	320,0	210,0	4,53	5,72
<b>Media</b>	<b>61,7</b>	<b>57,7</b>	<b>82,0</b>	<b>85,0</b>	<b>21,3</b>	<b>12,2</b>	<b>330,0</b>	<b>226,7</b>	<b>4,27</b>	<b>5,75</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,32
<i>Grupa de maturitate: Tardivă</i>										
<i>P465 mt.</i>	65,0	59,0	77,0	84,1	24,8	12,6	380,0	200,0	3,10	5,95
P21661	64,0	60,0	81,4	85,6	25,3	12,6	350,0	280,0	3,76	6,07
P392	65,0	59,0	79,8	84,2	23,3	12,6	340,0	200,0	3,89	5,99
<b>Media</b>	<b>64,7</b>	<b>59,3</b>	<b>79,4</b>	<b>84,7</b>	<b>24,5</b>	<b>12,6</b>	<b>356,7</b>	<b>226,7</b>	<b>3,58</b>	<b>6,01</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	0,92



Observăm că în dependență de anul cercetării producția de boabe la hibridi variază, recolta media pe experiență în anul 2023 este mai mare cu 1,6 t/ha, față de anul 2022, corespunzător.

Rezultă că, fiecare hibrid se caracterizează printr-o anumită reacție la condițiile de mediu (fig. 2). E necesar de menționat că, în medie 8 din 12 hibridi au prezentat o recoltă mai mare față de martor, cea mai mare producție de boabe în mediu pe 2 ani de cercetare, s-a obținut la hibridii din grupa de maturitate: III – timpurie – 5,40 t/ha, IV – mijlocie – 5,51 t/ha și V – semitardivă – 5,01 t/ha, evidențiindu-se hibridul: **P328** – 5,58 t/ha, **P21373** – 5,71 t/ha, **P21472** – 5,83 t/ha, și hibridul **P22668** – 5,13 t/ha.

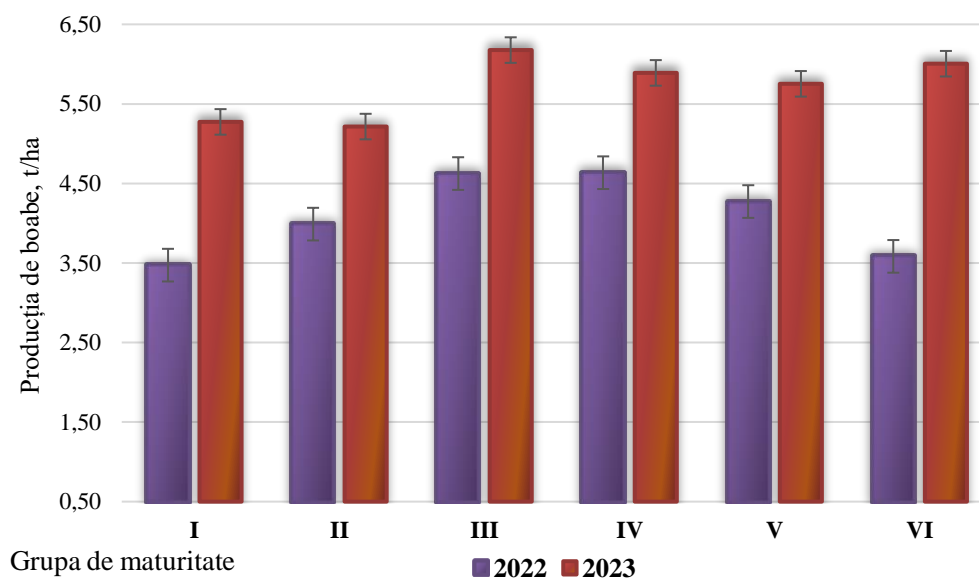


Figura 2. Producția hibridilor de porumb, media pe grupe de maturitate (I – extratimpurie; II – semitimpurie; III – timpurie; IV – mijlocie; V – semitardivă; VI – tardivă), 2022 – 2023, t/ha

Constatăm că umiditatea boabelor la recoltare, la hibridii studiați se caracterizează diferit în dependență de grupa de maturitate și anul de cercetare. În anul 2023, condițiile climatice în lunile septembrie – octombrie sau caracterizat cu deficit de precipitații și temperaturi înalte, ceea ce a influențat la coacerea și uscarea boabelor.

Umiditatea boabelor la recoltare fiind mai joasă sau la nivel a umidității standard (14%) ce cuprinde 11,3 – 13,7%, iar condițiile climatice al anului 2022, s-au caracterizat cu precipitații abundente în fază de coacere a boabelor, ca rezultat umiditatea la recoltare a boabelor depășește umiditatea standard și constituie 17,3 – 24,5% (tab. 1). Cu precădere, ritmul de pierdere a apei din boabe este proprietatea genetică a hibridului și condițiile climatice ale anului de cultivare.

Putem concluziona că în urma cultivării hibrizilor de porumb în zona de centru a Republicii Moldova, a avut loc remarcarea celor mai productivi hibrizi din diferite grupe de maturitate în dependență de zona de cultivare și condițiile climatice..

### Concluzii

Producția de boabe la hibrizi de porumb variază în dependență de grupa de maturitate, condițiile climatice și anul de analiză, s-a constatat o productivitate a hibrizilor mai sporită în anul 2023, cu 1,6 t/ha față de anul 2022, media pe experiență.

S-au remarcat hibrizii de porumb din grupa de maturitate: III – *timpurie*, IV – *mijlocie* și V – *semitardivă*, care au reprezentat o producție mai înaltă față de celelalte grupe de maturitate în mediu pe 2 ani de cercetare.

Hibrizii studiați au reacționat diferit în aceeași zonă de cultivare, prin urmare studierea hibrizilor de porumb în interacțiune cu zona de cultivare permite identificarea celor mai productivi și adaptați, evidențiindu-se următorii hibrizi: **P21373** cu o recoltă de 5,71 t/ha, hibridul **P21472** – 5,83 t/ha și hibridul **P22668** – 5,13 t/ha.

### Referințe bibliografice

1. BĂLTEANU, Gh. (2011). Fitotehnie. Vol. 1: Cereale și leguminoase pentru boabe.. București: Editura Universitară. ISBN 978-606-591-277-9.
2. Biroul Național de Statistică (2024) [accesat 15.07.2024]. Disponibil: [https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/10%20Mediul%20inconjurator/10%20Mediul%20inconjurator\\_\\_MED010/MED010100reg.px/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774](https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/10%20Mediul%20inconjurator/10%20Mediul%20inconjurator__MED010/MED010100reg.px/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774)
3. BUCOR N., SECRIERU S., (2023). Studiul privind caracterele morfologice, ritmul de pierdere a apei din boabe și producția hibrizilor de porumb. Știința Agricolă NO. 1 (2023) PP. 17-24. ISSN 1857-0003 E-ISSN 2587-3202
4. DJALOVIC I. at. (2022). Yield and Grain Quality of Divergent Maize Cultivars under Inorganic N Fertilizer Regimes and Zn Application Depend on Climatic Conditions in Calcareous Soil [online]. [accesat 02.04.2023]. Disponibil: [https://www.researchgate.net/publication/365014706\\_Yield\\_and\\_Grain\\_Quality\\_of\\_Divergent\\_Maize\\_Cultivars\\_under\\_Inorganic\\_N\\_Fertilizer\\_Regimes\\_and\\_Zn\\_Application\\_Depend\\_on\\_Climatic\\_Conditions\\_in\\_Calcareous\\_Soil](https://www.researchgate.net/publication/365014706_Yield_and_Grain_Quality_of_Divergent_Maize_Cultivars_under_Inorganic_N_Fertilizer_Regimes_and_Zn_Application_Depend_on_Climatic_Conditions_in_Calcareous_Soil)
5. FAO (2016). Save and Grow in practice maize, rice, wheat. Aguide to sustainable cereal production Rome, 2016. 124p. ISBN 978-92-5-108519-6
6. ORLYANSKAYA N., A. (2023). Comparative indexing of early-maturing corn hybrids in multi-environment trial [online]. Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(4):581-591 [accesat 08.06.2024]. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/65a93d074ddf7c0cd7c99d4f>

7. SARCA, Vasilchia, (2004). Producerea semințelor la porumb. În: CRISTEA, M., CĂBULEA, I., SARCA, T. (ed). Porumbul. Studiu monografic. București: Editura Academiei Române, 2004, pp.462–514. ISBN:973-27-1056-X.
8. Serviciul Hidrometeorologic de Stat (2023). Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2023 [accesat 15.06.2024]. [https://www.meteo.md/images/uploads/clima/anul\\_2023.pdf](https://www.meteo.md/images/uploads/clima/anul_2023.pdf)
9. Serviciul Hidrometeorologic de Stat (2022). Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2022 [accesat 10.07.2024]. <http://www.meteo.md/index.php/meteo/caracterizari-ale-vremii/anul-precedent/>
10. STARODUB V. (2015). *Fitotehnia*, Chișinău, 2015. 570 p. ISBN 978-9975-56-267-6.
11. TRITEAN, N. (2015). Ereditatea unor elemente ale capacității de producție și a perioadei de vegetație la porumbul timpuriu: rezumat al tezei de doctor [online]. Cluj-Napoca, 28 p. [accesat 02.04.2023]. <https://www.usamvcluj.ro/files/teze/2015/tritean.pdf>
12. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва, 351 с.
13. ФЕДИНА М., А., (1985) Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Москва, 1989. 195 с.

CZU:633.15: 631.581.1

## PRODUCTIVITATEA HIBRIZILOR DE PORUMB ÎN DEPENDENȚĂ DE CONDIȚIILE CLIMATICE ȘI REZERVA DE UMIDITATE PRODUCTIVĂ DIN SOL

*Spînu A., cercetătoare șt, Meleca A., doctor în științe agronomice  
Criucicov O., cercetător șt, Diaciuc N., cercetătoare șt., IP „CNCPS”*

**Rezumat.** Agricultură este unul dintre sectoarele cele mai vulnerabile. Producția agricolă în mare măsură depinde de condițiile meteorologice și climatice. Schimbările de temperatură și de precipitații din ultimii ani se răsfrâng vizibil asupra randamentului culturilor, care la rândul lor afectează veniturile agricole și cauzează pierderi economice semnificative.

Porumbul este una dintre cele mai populare cereale din lume. Pentru producții superioare, porumbul are nevoie de o cantitate mare de apă. Impactul deficitului de apă asupra producției de boabe depinde de stadiul de creștere a porumbului.

În lucrarea dată s-a făcut referire la particularitățile hibrizilor de porumb, din 6 grupe de precocitate, făcând o încercare de generalizare a rezultatelor obținute pe o perioadă de cinci ani. Intervalul dat a fost caracterizat cu regim termic ridicat și condiții de căldură extremă. Cantitatea de precipitații a variat de la an la an, fiind înregistrate excese și deficite pluviometrice.

**Cuvinte - cheie:** porumb, grupe de precocitate, condițiile climatice, indicile mediu multianual, rezerva de umiditate din sol.

### Introducere

În asigurarea alimentației globale, rolul crucial îi revine agriculturii. Cultura de porumb se consideră una din cele mai vechi din lume și a reușit să atingă popularitate, fiind pe locul doi în lume, după grâu. Însă, cu siguranță se află pe locul unu ca cea mai productivă cultură dintre cereale.

Doar în Uniunea Europeană, anual această cultură valoroasă este solicitată în diverse domenii de utilizare: 460 mii tone porumb dulce, amidon/făină – 5 mil. tone; consum furajer-pestă 300 milioane tone, biocombustibil – 6 mil. tone, metanizare 51,3 mil. tone, biomateriale – 5 mil. tone.

Impactul negativ asupra potențialului de producție îi revine secetei - un factor substanțial care duce la diminuarea recoltelor, însă prejudiciul este diferit în funcție de grupa de precocitate, stadiul de dezvoltare a plantei, particularitățile climatice ale anului respectiv, durata și intensitatea perioadelor cu arșițe exesive, deficitului de precipitații și nu în ultimul rând, rezerva de umiditate din sol.

„Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor” dispune de o varietate de hibridi de porumb din diverse grupe de precocitate. Această cultură cu o importanță economică uriașă pentru RM parcurge o perioadă lungă de vegetație, din aprilie până în septembrie. Acest interval în care decurg fazele de răsărire, creștere și dezvoltare este adesea însoțită de perioade de secetă mai mult sau mai puțin accentuată, care surprind porumbul în fazele critice de vegetație. În final acestea se răsfrâng asupra producției de boabe. Deci, randamentul depinde în mare măsură de distribuția umidității în raport cu fazele de dezvoltare ale porumbului.

Necesarul de apă al porumbului se mărește pe măsură ce plantele înaintază în vegetație. În perioada apariției paniculului este deosebit de important aprovizionarea suficientă cu apă pentru producții înaltă de boabe. În timpul înspicării, polenizării, dar și imediat după fecundare, consumul zilnic de apă la porumb este de 5-6 mm/ha, în zile deosebit de calde, cu insolație puternică, poate ajunge la 9-10 mm/ha. Deci, o ploaie de 20 mm se consumă în două zile. **Pentru formarea fiecărei tone de boabe, porumbul folosește aproximativ 50 mm de umiditate. Cu toate acestea, porumbul se consideră o plantă rezistentă la secetă datorită sistemul radical foarte dezvoltat și profund (mai ales la hibridi) și de capacitatea plantei de a se adapta la condiții de secetă, prin reducerea suprafeței de transpirație.** În realizarea producției sporite de porumb un factor indispensabil este și alegerea corectă a hibridului conform zonei pedoclimatice.

## Material și metode

În prezenta lucrare, după aspectele menționate mai sus am impus studi-  
erea și analizarea producției obținute la hibridii de porumb în concordanță  
cu condițiile climatice pe o perioadă de cinci ani (2019-2023).

Condițiile climatice din această perioadă a înregistrat devieri mari de la an la  
an, mai mult acestea au vizat cantitățile de precipitații căzute. Pe perioada de ve-  
getație a porumbului a fost monitorizată cantitatea de precipitații înregistrată pe  
teritoriul IP „CNCPS”. Totodata, lunar se raporta rezerva de umiditate din sol.

Studiile au fost întreprinse pe 25 hibridi de porumb, pe probe ridicate  
din câmpul neirigat cu o densitatea de 50-60 mii plante la hectar, din 6  
grupe de precocitate:

1. FAO 150 – 220
2. FAO 221 – 300
3. FAO 301 – 350
4. FAO 351 – 400
5. FAO 401 – 450
6. FAO 451 – 500

Recoltarea probelor s-a făcut la maturitatea fiziologică a boabelor.

## Rezultate și discuții

În Moldova, în partea de centru și sud, secetele de vară sunt foarte  
frecvente. În ultimii ani, arșițele puternice, asociate cu insuficiență de  
umiditate în sol, în perioada de vegetație a porumbului se rezumă cu recol-  
te scăzute la porumb, dar și o șiștăvire accentuată.

Pe perioada raportată a derulării testărilor s - a efectuat monitorizarea  
regimului termic (fig. 1), calculată la media lunară.

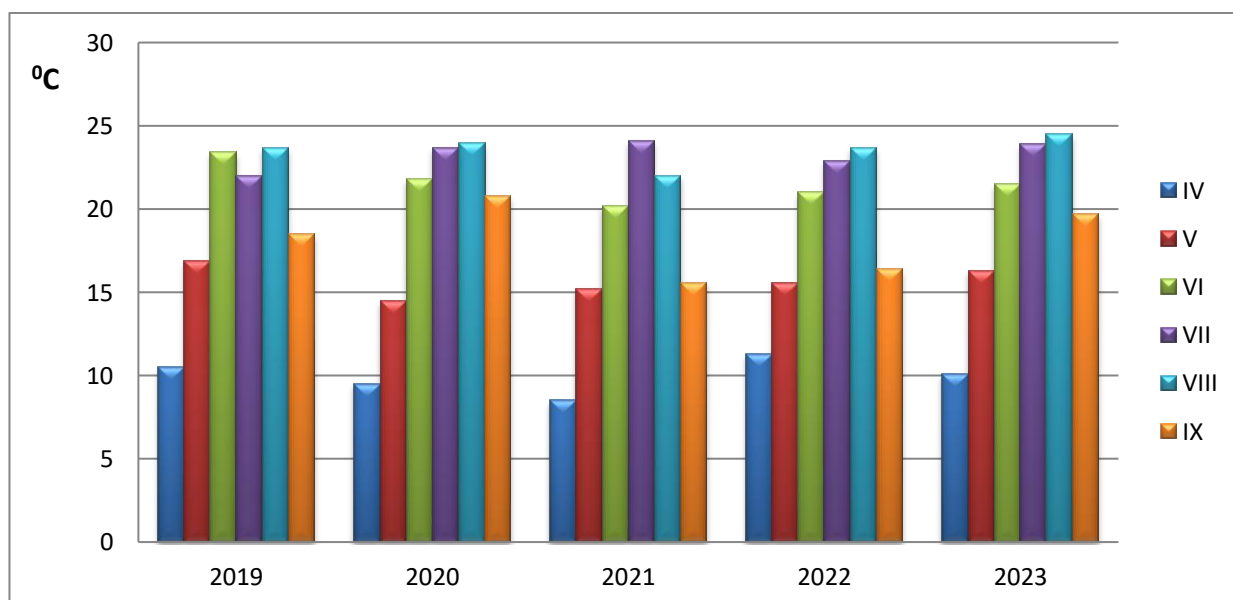


Figura 1. Temperatura medie lunară, °C

Intervalul dat a fost caracterizat cu regim termic ridicat și condiții de căldură extremă depășind indicele mediu multianual semnificativ în lunile de vară.

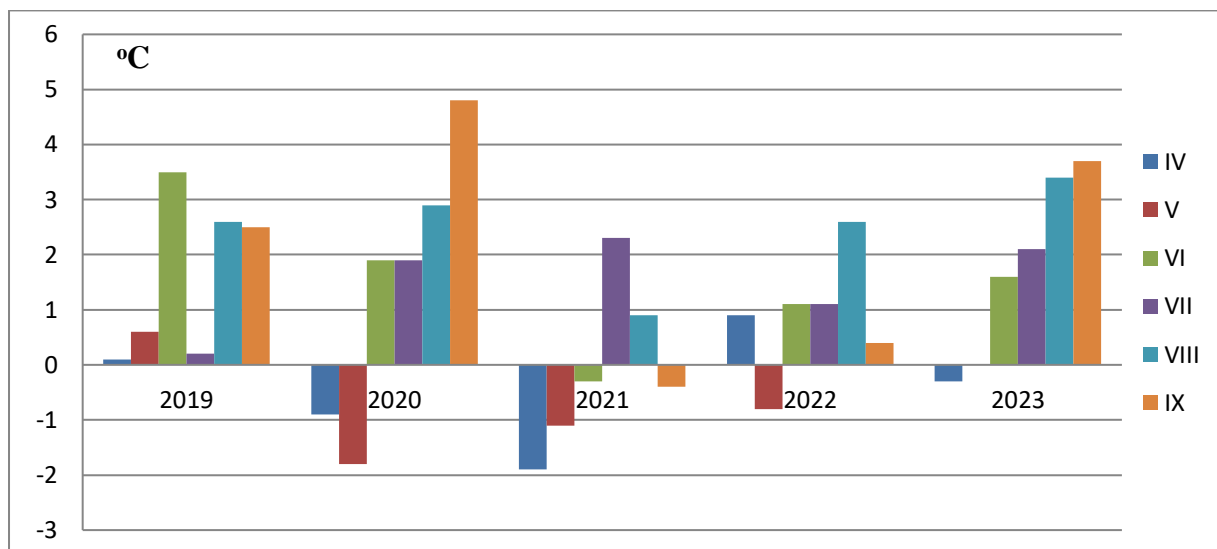


Figura 2. Abaterile de la indicile mediu multianual a temperaturilor, °C

Între cantitatea anuală de precipitații și producția de porumb, la fel există o legătură (fig 3). În deosebi se observă în perioada când se înregistrează precipitații în cantități mai mari de 10 mm, ce cad în principalele luni de vegetație a porumbului. După I. Safta, cele mai bune condiții de vegetație pentru porumb, sub aspectul regimului de umiditate, sunt realizate atunci când plouă peste 500 mm anual, peste 250 mm de la 1 mai la 31 august, sau peste 350 mm între 1 ianuarie și 31 august, cu condiția ca precipitațiile să fie bine repartizate în principalele luni de vegetație și să cadă câte 2-3 ploi abundente în fiecare lună. Deosebit de importante sunt ploile din mai, iunie și iulie.

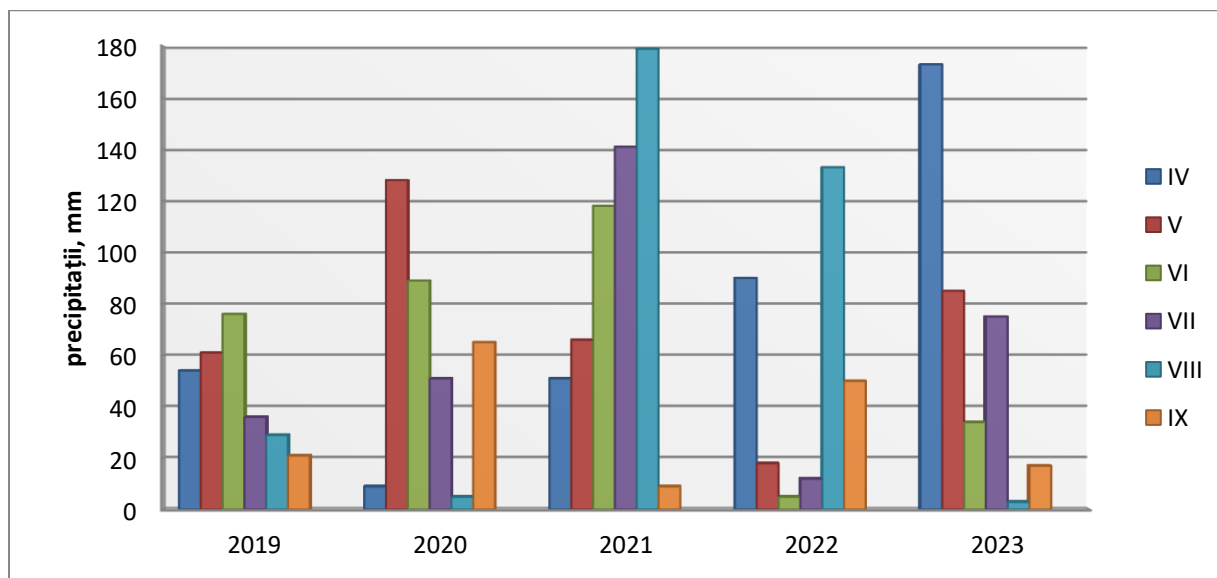


Figura 3. Cantitatea lunară de precipitații, mm

Influența regimului de precipitații asupra producției hibridilor de porumb, experimentați la Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” s-a analizat după cantitatea de precipitații căzută din lunile aprilie – septembrie. Precipitațiile din perioada de vegetație sunt importante pentru realizarea producțiilor de porumb. Consumul maxim de umiditate se înregistrează în perioada dinaintea înspicatului și până la faza de coacere - ceară. Din literatura studiată, se menționează că perioada critică pentru apă la porumb durează în jur de 50 de zile, cerința maximă înregistrându-se la apariția inflorescenței masculine, alte surse spun ca această perioadă este - începutul înfloritului și următoarele zece zile. Umiditatea solului din această perioadă asigură fecundarea și formarea bobului, aprovizionarea plantei cu substanțe minerale din sol.

Cerințele de umiditate scad atunci când porumbul trece în faza de coacere, prioritatea în acest interval îi revine regimului termic.

În perioada studiată precipitațiile au căzut neuniform, doar în anul 2021 mai multe precipitații s-au înregistrat în a doua jumătate a perioadei de vegetație, reflectându-se pozitiv asupra recoltei. Diagrama precipitațiilor lunare din perioada de vegetație a porumbului pe parcursul a cinci ani înregistrează abateri de la media multianuală a fiecărei luni. După însumarea precipitațiilor pe ani, la fel s-au înregistrat devieri semnificative: 2019 – 277 mm, 2020 – 347 mm, 2021 – 564 mm, 2022 – 308 mm, 2023 – 387 mm, indicile mediu multianual – 275 mm.

După cum am menționat mai sus, ploile căzute în cantitate mare în luna august - septembrie nu contribuie la creșterea producției de porumb, din contră, ele sunt dăunătoare, prin prelungirea perioadei de coacere. Anul 2021 a fost un an productiv, însă a dat mari bătăi de cap agricultorilor. În acest an chiar și hibridii din grupa semitimpurie FAO 301 – 350, la recoltare înregistrau umiditate sporită a boabelor.

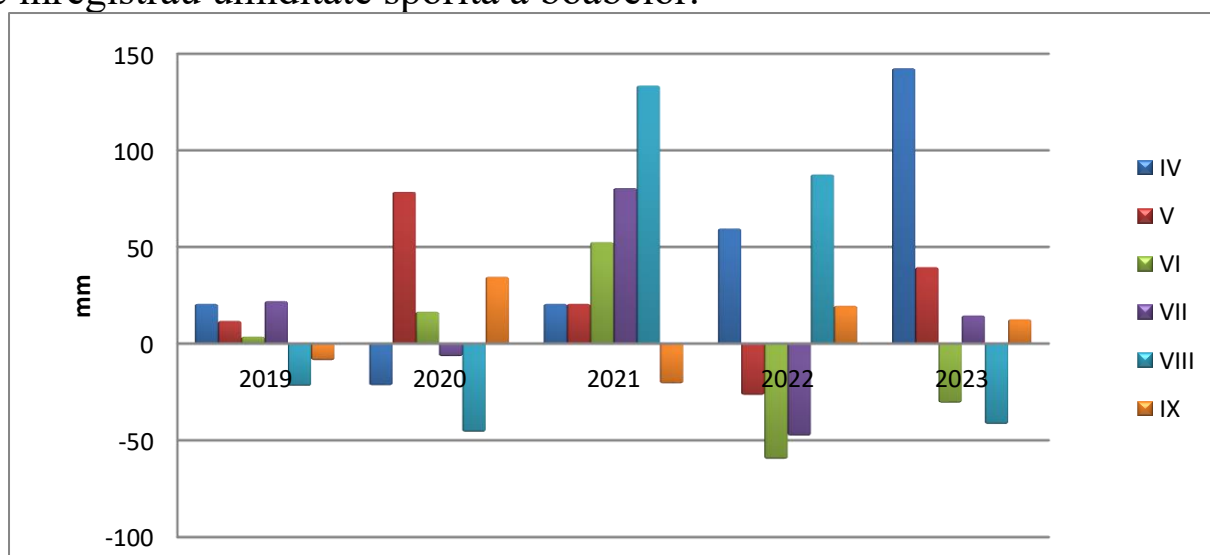


Figura 4. Abaterile de la indicile mediu multianual a precipitațiilor, mm



O deosebită importanță practică o prezintă rezerva de apă a solului (fig. 5) în primăvară. O cantitate mare de apă acumulată în sol prin precipitațiile din lunile de iarnă poate asigura, vegetația porumbului în primele două luni. Cunoașterea rezervei de apă a solului în primăvară are importanță pentru stabilirea densității plantelor la hectar.

Analizând anii 2019 - 2023, cantitatea de precipitații acumulată în lunile de vegetație a porumbului variază neînsemnat, însă cantitatea de producție în anul 2020 a fost foarte scăzută. Acest fapt se datorează rezervei de umiditate din sol care în anul 2020 a înregistrat valori foarte scăzute. În acest an valoarea mică a rezervei de umiditate din sol s-a menținut pe parcursul întregii perioade de vegetație.

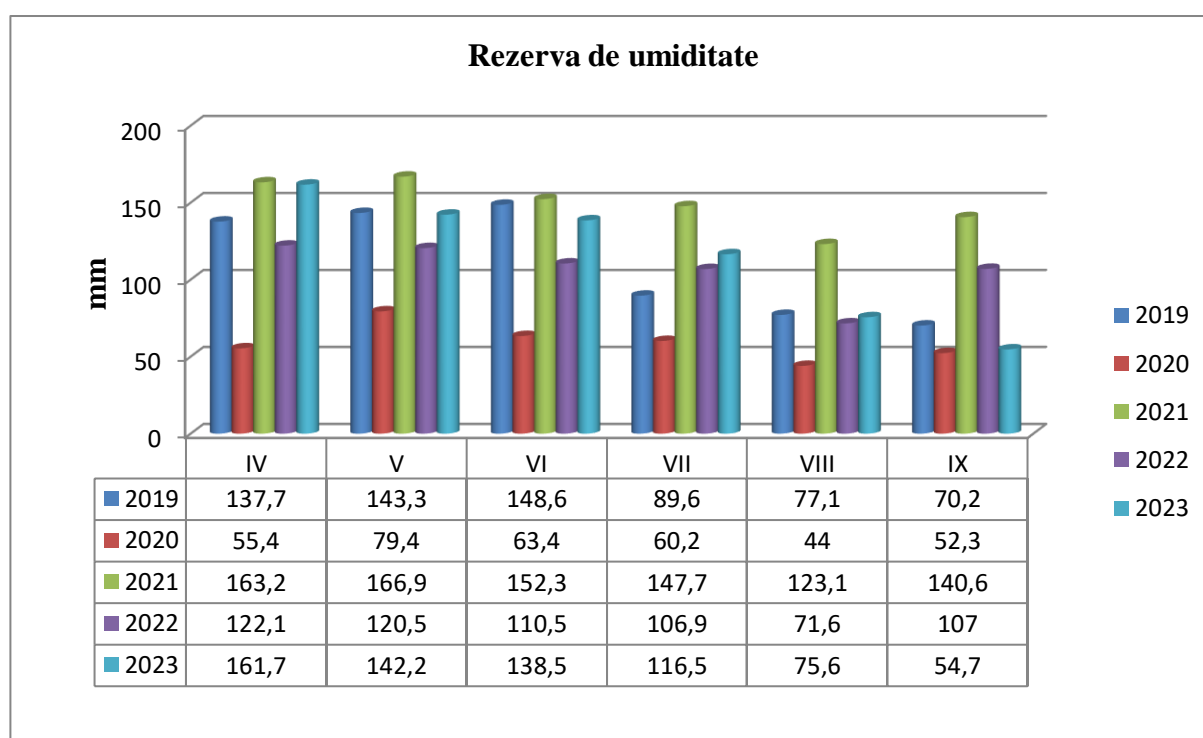


Figura 5. Rezerva de umiditate din sol, mm

Recoltarea s-a efectuat manual, calculându-se media pe patru variante a randamentului de boabe pe știulete, umiditatea boabelor la recoltare și masa a 1000 de boabe.

Analizând datele obținute, am remarcat că producția de boabe a hibrizilor a fost influențată de condițiile de mediu. Astfel, anul 2021, an în care s-a înregistrat cea mai mare valoare de precipitații s-au obținut producții ridicate de boabe și respectiv anul 2020 a fost unul dintre cei mai călduroși dar și secetoși ani, respectiv am obținut cele mai mici rezultate.



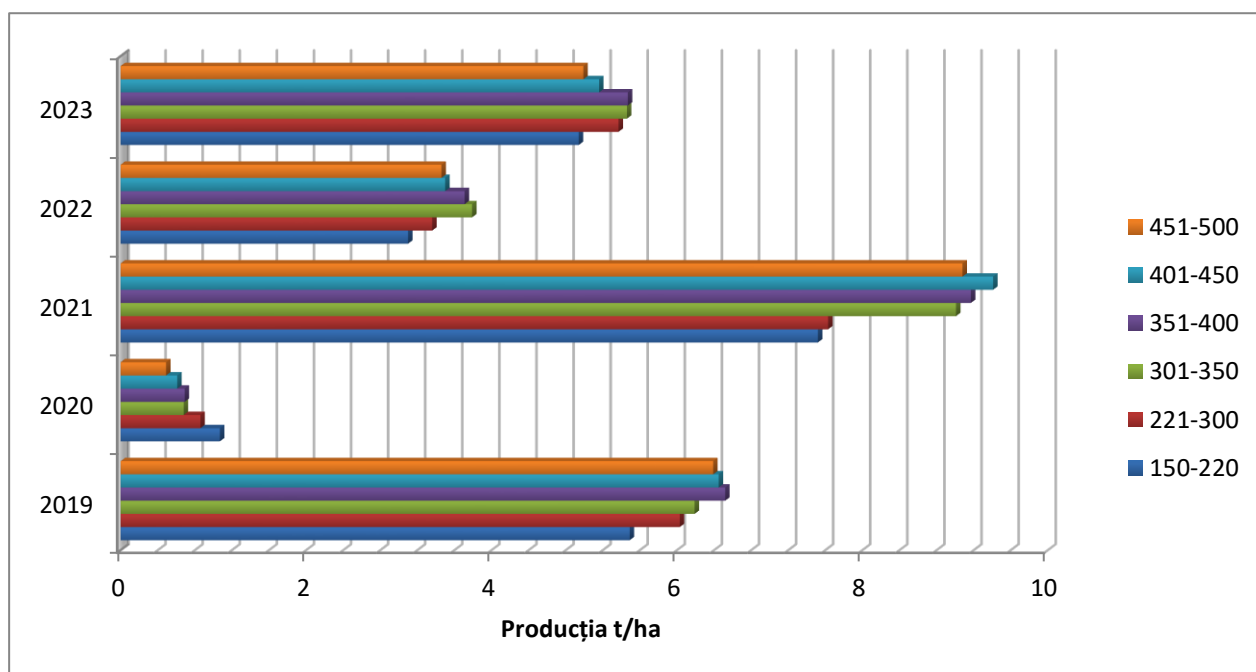


Figura 6. Producția hibrizilor de porumb marca „Porumbeni”, t/ha

## Concluzii

Producția de porumb în Republica Moldova variază mult de la an la an, fiind influențată semnificativ în special de producerea fenomenelor meteo-climatice extreme.

Recolta de boabe, în mare măsură, depinde de cantitatea de precipitații căzute și rezerva de umiditate productivă din sol

În anii extrem de secetoși (2020) se atestă o productivitate mai mare la hibrizi de porumb din grupele FAO mai timpurii.

Schimbările climatice pot avea un impact considerabil asupra acestei culturi care în consecință, conduc la reducerea considerabilă a producției. Temperaturile ridicate, perioadele de secetă, precipitațiile limitate și repartizarea lor neuniformă defavorizează producția de porumb.

## Bibliografie

1. V. Haș , N. Tritean , A. Copândeian , C. Vana , A. Varga, R. Călugăr , L. Ceclan , A.Șimon, F.Russu. Efectul schimbărilor climatice asupra comportării unor hibrizi de porumb omologați, creați la S.C.D.A. Turda AN. I.N.C.D.A. FUNDULEA, VOL. LXXXIX, 2021 GENETICĂ ȘI AMELIORAREA PLANTELOR
2. Г. А. Лассе. Климат Молдавской ССР. 1978
3. Ghid tehnologic pentru grâu, porumb și floarea soarelui. Gheorghe Petcu, Elena Petcu. Domino 2008

## USE OF INDICES IN ENVIRONMENTAL TESTING OF MAIZE HYBRIDS

*Muzafarov N. M., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Maize Breeding and Seed Production*

*Chernobai L. M., Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Maize Breeding and Seed Production Laboratory*

*Barsukov I. P., Ponurenko S. G., Sikalova O. V., Kapustian M.V. Candidates of Agricultural Sciences,*

*Institute of Plant Industry named after V.Y. Yuriev NAAS Kharkiv, Ukraine*

**Abstracts.** The article presents the results of environmental testing and determination of the environmental assessment of new maize hybrids in different soil and climatic conditions of Ukraine. The methodology used in the research is based on the determination of breeding indices, as well as the selection of promising maize hybrids with a general high adaptive capacity in combination with high yield and harvesting moisture content of grain. The environmental test was conducted in different growing zones of the Steppe, Forest-Steppe and Woodland of hybrids Hart, Argo, HA Quinta and Damir. When calculating the breeding index of hybrid value, the best hybrids were noted, namely, BVI = 167.2 and BVI = 116.4, respectively. The use of these indices to evaluate the results of environmental testing allows us to identify hybrids with high overall adaptability for different growing conditions.

**Key words.** adaptability; genotype; potential; productivity; stability; environmental conditions.

The creation and introduction of new high-yielding varieties and hybrids is of great importance in increasing crop yields. Modern maize hybrids are adapted for different environments, resistant to stress factors, have complex immunity to major diseases and pests, and are suitable for growing using modern advanced technologies.

The breeding institutions of Ukraine, including the Yuriev Institute of Plant Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, are breeding maize to create high-yielding hybrids of different maturity groups and uses with an optimized structure of productivity elements, with rapid moisture release from the grain during maturation, and resistant to bio- and abiotic factors. Seed production of maize hybrids is carried out on a sterile background, which reduces the cost of growing them.

Studies by many scientists have shown that the main features of adaptive breeding are regional character and ecological orientation, i.e. focusing not on potential yields, but on actual yields in specific environmental conditions. Modern maize hybrids of the V.Y. Yuriev Institute of Plant Production of the National Academy of Agrarian Sciences are tested in different ecological zones of the country. Different methods are used to determine the environmental assessment. We used a methodology based on the use of breeding indices, as well as the selection of promising ones with a general high adaptive capacity for different growing conditions in combination with high yield and lowest harvesting grain moisture.

The environmental test was conducted in different growing zones of Steppe, Forest-Steppe and Woodland of hybrids Hart, Argo, HA Quinta and Damir. Each zone had its own test locations. The total number of test locations was 12. This approach reduces the negative impact of possible errors in determining the yield of hybrids in individual test locations, as well as the normalization of the hybrids' response to individual locations, which gives an objective assessment. This simple method allows us to identify genotypes with a wider adaptive capacity to specific growing conditions and recommend them for specific conditions in which the highest yield and lowest harvest moisture content are formed.

In our research, when analyzing the data, we determined the index of conditions of each growing zone ( $I_j$ ), and found that the most favorable conditions during the research period were in the Forest-Steppe zone ( $I_j = 11.26$ ), close to optimal conditions in the Woodland zone ( $I_j = -1.67$ ) and less favorable in the Steppe zone ( $I_j = -9.59$ ). We also calculated a breeding index (BI) that allows us to evaluate hybrids simultaneously by yield and harvest moisture content. The optimal combination of this index was noted in the hybrid Hart (BI = 4.20), and for other hybrids such as Argo, HA Quinta and Damir, BI = 3.48 to 3.72.

When using the hybrid breeding value indicator (BV), the advantage was noted for genotypes that form the optimally high potential yield and environmental stability, namely the hybrid Garth and Damir, namely BV = 3978.43 and BV = 3272.68, respectively. For a better assessment, we also calculated the breeding value index of the hybrid (BVI). This index allows simultaneously taking into account the level of yield and early maturity, as well as the stability of their manifestation. When calculating this index, the hybrids Garth and Damir were also noted, namely BVI = 167.2 and BVI = 116.4, respectively.

Thus, the use of these indices to evaluate the results of the environmental test by breeding indices allows us to identify hybrids with a high overall adaptive capacity for different growing conditions, as well as high yields combined with low harvest moisture.

### References

1. Zapisotska, M., Voloshchuk, O., Voloshchuk, I., & Hlyva, V. (2021). Weather Factors and Their Influence on the Adaptive Properties of Winter Wheat Varieties in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 24(6), 34–40. doi: 10.4 8077/sc i-hor.24(6).2021.34-40.
2. Demydov, O. A., Khomenko, S. O., Chuhunkova, T. V., & Fedorenko, I. V. (2019). Productivity and homeostaticity of collection samples of spring wheat. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 47–51. doi: 10.31073/agrovisnyk201909-07 [In Ukrainian]

### EXPERIENCE UTILIZING MICROBIAL PARTNERSHIPS FOR SUSTAINABLE HYBRID MAIZE PRODUCTION.

*Walter A Goldstein<sup>1</sup> and James F White<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Corresponding author. Mandaamin Institute, W2331 Kniep Road, Elkhorn, WI 53121 USA; [wgoldstein@mandaamin.org](mailto:wgoldstein@mandaamin.org).

<sup>2</sup> Department of Plant Biology, Rutgers University, New Brunswick, NJ 08901, USA. [jwhite3728@gmail.com](mailto:jwhite3728@gmail.com).

**Abstract:** The Mandaamin Institute (MI) developed maize inbreds and with bacterial partnerships. Specific endophytic, seed-borne bacteria are multiplied and exuded into the surrounding soil, where they again multiply and are taken up by growing roots. The bacteria colonize the entire plant intracellularly, produce nitrate, and stimulate root production. They are degraded in the plant to release nitrogen and minerals to plant tissues. The partnerships enhance chlorophyll content, and N-uptake. They increase stress resistance, competitiveness with weeds, growth and yield under N-limited conditions, and nutritional value of grain (methionine, lysine, minerals). Trials showed that the MI hybrid outyielded the conventional hybrid on stressful sites and unmanured conditions, but the conventional hybrids had somewhat higher yields on less stressful sites with high inputs. The bacteria partnership-based nutrient acquisition system present in MI hybrids could be useful in Moldova on stressful sites, where N-fertilizer inputs are restricted, and where nutritional quality is desired.

**Keywords:** Endophyte, rhizophagy, organic farming, nitrogen, mineral nutrition, methionine.

**Context:** Maize is the most widely grown row-crop in the USA. The maize hybrids presently used by most farmers are bred by large private companies to perform under conventional conditions with high levels of synthetic nitrogen fertilizers, pesticide applications and high-density plantings (Mastrodomenico et al., 2018). When grown organically for hybrid production conventionally bred inbreds often appear nutrient deficient and compete poorly against weeds. Chicken manure is often used as a fertilizer by organic maize producers to address N needs, but it can be expensive, difficult to handle, potentially polluting of water and air, and is often derived from large confinement operations.

**Utilizing bacterial endophytes:** Plant vigor, disease resistance, and stress tolerance are intimately connected with the microbiota living as bacterial and fungal endophytes in plants (White et al., 2019a and b). These organisms can stimulate photosynthesis, germination, growth, rooting; produce plant hormones; alter plant metabolism; antagonize pathogens, induce plant systemic resistance to biotic stress; improve plant resistance to heat, drought, and salt; assist plant acquisition of nutrients from the soil; fix N<sub>2</sub>; and modulate the plant's defense system involving the reactive oxygen species (ROS) superoxide and hydrogen peroxide.

**Effects of breeding:** Plant domestication and breeding has also altered the structure of the microbiome packaged into *Zea* seeds. However, a core set of bacterial genera is passed from generation to generation through the seed, and it dominates the juvenile plant microbiome, the phyllosphere, endosphere, and rhizosphere (Johnston-Monje et al. 2016; Johnston-Monje et al., 2021). These seed-borne bacteria may enhance plant fitness using a variety of mechanisms including stimulation of germination, protection against pathogens, aiding in nutrient acquisition and improving tolerance to stresses. Some new endophytic microorganisms are also recruited from the soil and this effect likely increases as plants age.

**Rhizophagy** is a recently discovered, cryptic, but widespread plant/bacterial partnership associated with nutrient acquisition by plants (White et al., 2018). Endophytic bacteria carried in seed, have been observed to live and multiply by budding in the periplasmic space of root cells located in root tips. The bacterial cells are buffeted by ROS secreted by host cell plasma membrane oxidases. As the root cells age, the bacteria lose their cell walls and become naked protoplasts. Oxidation of these bacteria degrades cell walls and bacterial membranes, releasing proteins and minerals that are absorbed by the host cell. The surviving bacteria in older root cells stimulate production of root hairs. They are subsequently ex-

pelled out of root hair tips into the rhizosphere as root hairs grow, where they grow cell walls again. Rhizophagy strongly stimulates root hair production, root branching, the production of root tips within which bacteria multiply, mineral uptake, and also N<sub>2</sub> fixation as measured by <sup>15</sup>N gas uptake by seedlings (Chang et al, 2021). The bacterial species in rhizophagy can originate from the seed, but fresh soil bacteria are recruited into root cells behind the root tip in the zone of maximal root exudation. ROS induced by the partnership stimulates higher levels of plant resistance to stresses (White et al., 2019a and b). ROS induces microbial production of methionine as a protective mechanism against oxidation, and might affect methionine accumulation by plants. Disinfection of the seed-borne bacteria strongly reduced root branching and uptake of macro- and micro-nutrients. Disinfection stopped N<sub>2</sub> fixation in seedlings of maize as measured by acquisition of <sup>15</sup>N enriched atmospheric N.

***Colonization of shoots:*** Recent work by the White lab at Rutgers University, with numerous plant species, has revealed that the colonization and nutrient cycling associated with rhizophagy extends also into the above ground plant organs (Chang et al., 2019; Micci et al., 2022). The endophytic bacteria in leaves are fostered and fed by plants in the area around plant hairs (trichomes). These microbes, working in the leaves, epidermal cells, and reproductive organs of different non-leguminous species, produce nitrate and are engaged in N<sub>2</sub> fixation. The quantity of N<sub>2</sub> that can be fixed by such endophytes is presently unknown.

**Methods:** The pedigree-based breeding process took place over 36 years and 57 growing seasons in Wisconsin, Chile, and Puerto Rico (Goldstein, 2023). A microbially associated nutrient-acquisition-system (MANAS) was found in ancient corn landraces and in our own adapted cultivars. We concentrated these microbial partnerships by selecting for productivity on soils with high levels of microbial biomass but limited levels of soluble N. The program made crosses between appropriate parents followed by inbreeding and selection under nutrient limited conditions. Criteria for nursery selection of inbred lines evolved over time to include emergence, chlorophyll content in leaves, height, brace root formation and mucigel production, and yield (Goldstein, et al., 2019), N<sub>2</sub>-fixation (isotopic natural abundance method), and grain protein and methionine in grain and per hectare. Data gathered from per se performance of inbreds in nurseries was coupled with yield data from hybrid trials to determine which inbred families and lines to advance.

We carried out multiple years of on-farm trials to test the best MI hybrids relative to commercial hybrids. The MI hybrids were tested in Illinois, Indiana, and Wisconsin for yield and quality in 2018 and 2019 in strip trials on 26 sites (Goldstein et al., 2023). Seedlings of MI inbreds were grown under axenic conditions at Rutgers University and inspected with microscopy and histological stains for nitrate, ammonium, ethylene, nitric oxide, superoxide, and hydrogen peroxide. In 2023, the putative rhizophagic MI inbred C4-6, as well as other MI inbreds were compared with conventional inbreds both under laboratory and field conditions for microbial colonization of tissues.

### **Results:**

Throughout this selection process heritable mutations and genomic shifts, coupled with selection, led to greater methionine, lysine, and cysteine, Fe, Cu, Zn, and Mn in grain and greater N efficiency (Jaradat and Goldstein 2013; Goldstein et al., 2019). Early HPLC analysis of amino acids in grain showed that Mandaamin hybrids had 31% more protein, 53% more methionine, 39% more cysteine, and 13% more lysine than conventional hybrids. The MI cultivars appear to produce more high value protein without accumulating high proportions of low nutritional quality  $\alpha$  and  $\gamma$  zeins.

Leaves had more chlorophyll and inbred plants were developed with greater vigor, phenotypic plasticity, and stress resistance than commercial inbreds. Microscopic examination shows that the seed-borne bacteria extensively colonize shoot and root growing points starting at very early developmental stages. Inspection of seedling tissues showed the presence of large numbers of seed-borne bacteria that were multiplying and living inside root cells of the MI inbreds but not in conventional inbreds (Goldstein, 2022). These bacteria were also visibly excreted from root hairs into the rhizosphere. Bacterial colonies fostered in the roots of young MI cultivars are rich in  $N_2$  fixing bacteria. Microscopic stains showed that the bacteria were surrounded by oxidative substance produced by the plants to degrade the bacteria. Inspection showed colonization is seed-borne, that microbes reproduce rapidly, spread through the vascular system and are quickly released from root hairs and from growing root apices in the form of extensively colonized, mucoid producing, sloughed off root cap cells. The bacteria were found to very actively colonize trichomes, epidermal tissues, chloroplasts, and reproductive tissues including cobs, silks, pollen and embryos. The microbes multiply and circulate in trichomes. Their dead biomass appear to accumulate in special convoluted cell tissues found in the epidermis and in cob glumes and bracts. The accumulation of ni-

trate and ammonium indicated by histological stains often appeared associated with bacteria (White and Goldstein, 2024). There was clear colonization of chloroplasts in both mesophyll and bundle sheath tissues by the second leaf stage of development. Commercial inbreds appeared to lack these partnerships or express them more slowly in their development or to a lesser extent.

The MI hybrids differ clearly from commercial hybrid checks by delivering significantly more methionine, carotenoids, and trace minerals in their grain at comparable yield levels. Methionine levels in the Mandamin maize averaged 21 to 57% higher than for the conventional maize. Dietary modelling studies showed that use of the high methionine maize in poultry diets would reduce the need for organic soybean meal and synthetic methionine and would enable a premium for grain that would displace potential yield losses (Goldstein et al., 2023).

Overall yields were similar, but the conventional hybrid responded positively to pre-planting applications of manure while the most efficient MI hybrid did not (Goldstein, 2022). The MI hybrid outyielded the conventional hybrid when manure was not directly applied before cropping, especially on poorer soils. But yields were slightly lower than conventional corn on manured sites. Diagram 1 shows comparisons of yield of conventional hybrid FOS8500 with the MI hybrid 17.461 which possesses MANAS. Trials took place on a set of organic and conventional farms in Wisconsin for two years. The MI hybrid 17.461 outyielded FOS8500 especially under conditions where manure was not used and soils were poor.

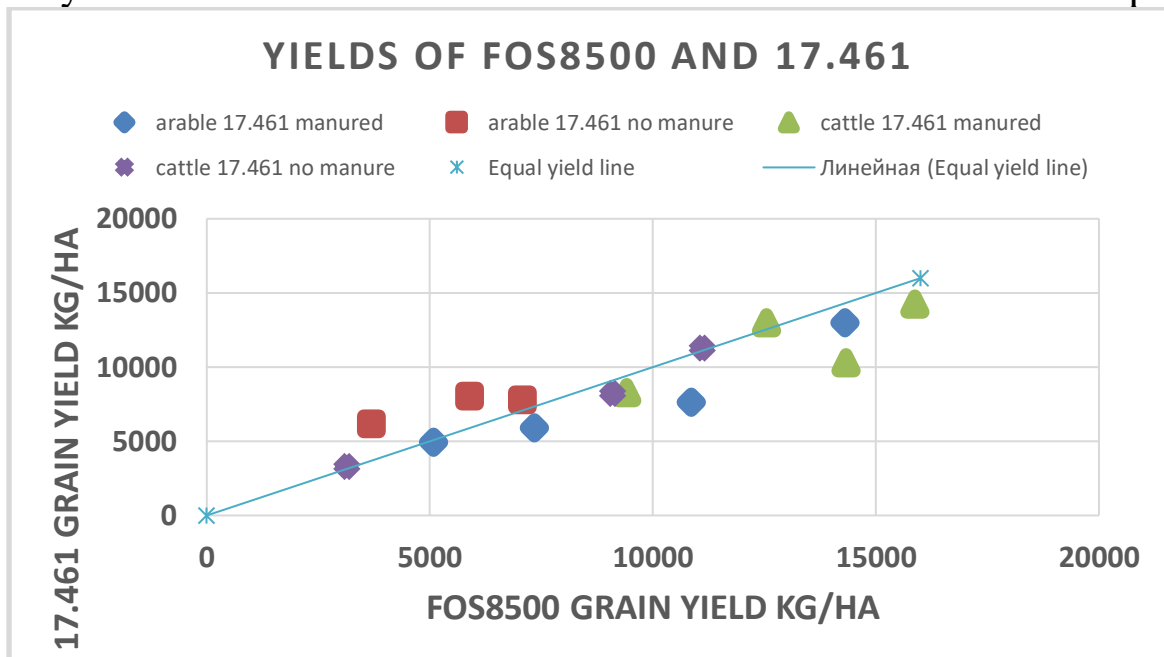


Diagram 1. Yields of MI and conventional (FOS8500) on multiple sites.



At harvest the MI hybrids had lower available N (SLAN), nitrate, and higher aggregate stability which indicates different rhizosphere N dynamics associated with root exudates, utilization of labile N, and less nitrification. MI hybrid yields correlated with soil protein content.

### **Discussion and Conclusions:**

Specific selection practices by the MI breeding program appeared to foster the development of plant partnerships with beneficial endophytes. The seed-borne bacteria fostered in the young plants are exuded into the surrounding soil thereby extending the seed's culture into the rhizosphere. The growing seedlings take up soil bacteria multiplied in the rhizosphere. The bacteria colonize the whole plant including the root cap cells and hairs, vascular system, epidermis, trichomes, chloroplasts, silks, cobs, pollen, and grain. Overall, their living activity produces nitrate, stimulates root production, and increases stress resistance, chlorophyll content, and competitiveness with weeds. The bacteria are also degraded in the root and shoot by ROS and release nitrogen and minerals to plant tissues.

The maize plants take up and multiply microbial biomass in their surrounding soil and bodies and it provides them with a significant source of nitrogen and minerals. In commercial corn, the natural MANAS has probably been reduced by conventional breeding focused on yield in response to N fertilizer and pesticides. It was enhanced through selection by the MI maize program.

The bacteria and their biomass help the plant to obtain nutrients without fertilizers. Aside from microscopic examination, there found four other indicators that MI corn plants are taking up nutrients from microbial biomass. 1) Their inbreds were shown to strongly accumulate lipids with microbial signatures in their leaves derived from the degradation of bacterial cell walls. 2) The MI hybrids accumulate more minerals in roots, stover, and grain. In two years, our best adapted hybrid accumulated 12% and 20% more macro-minerals (N+K+Mg+P+S) in grain than the commercial hybrid, respectively and 28% and 98% more micro-minerals (Ca+Cu+Fe+Mn+Zn)/ha respectively. 3) The MI hybrids with MANAS accumulate more N in roots and stover. But that N had high  $\delta^{15}\text{N}$  isotope ratios generally associated with soil microbial biomass-N. These ratios correlated strongly and positively with increased minerals in both stover and grain and with methionine and lysine in grain. Based on N isotope levels in roots, stover, and grain the contributions from microbial partners

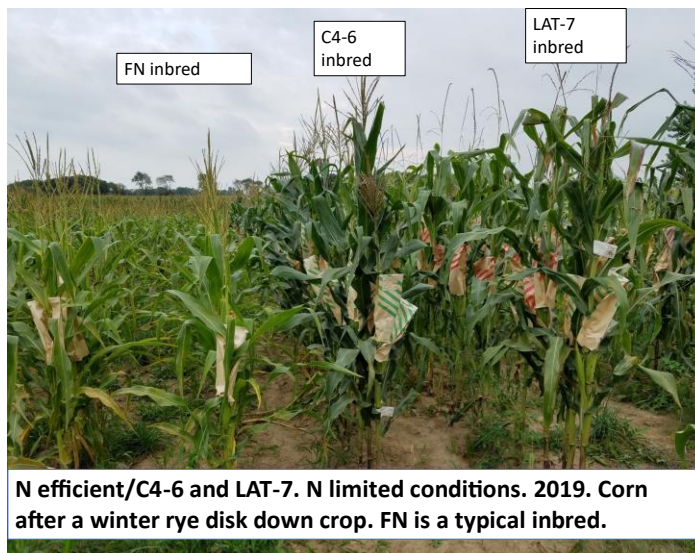
to the total accumulation of N by the plant were estimated at 27% in the 2019 trials on N rich soils and 61% in 2020 on N limited soils.

In light of 2024 and future uncertain weather, farmer risk, and the cost of N fertilizer the MANAS present in MI hybrids could be useful to breed or select maize for Moldova. Especially for stressful sites, where N-fertilizer inputs are restricted, and where nutritional quality and enhanced feed value is desired.

### **Bibliography:**

- 1.Chang, X.; Kingsley, K.L.; White, J.F. 2021, Chemical interactions at the interface of plant root hair cells and intracellular bacteria. *Microorganisms*2021,9, 1041. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051041>
- 2.Goldstein W., A.A. Jaradat, C. Hurburgh, L.M. Pollak, M. Goodman. 2019. Breeding maize under biodynamic-organic conditions for nutritional value and N efficiency/N<sub>2</sub> fixation. *Open Agric.* 2019; 4: 322–345.
- 3.Goldstein, W. 2022. Testing N efficient, high methionine corn hybrids with organic farmers. Final Report USDA-NIFA-SARE project LNC 17-389. [https://projects.sare.org/sare\\_project/lnc17-389/](https://projects.sare.org/sare_project/lnc17-389/)
- 4.Goldstein, W. A. 2023. The evolution of a partnership-based breeding program for organic corn. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 13(1), 71–90. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2023.131.011>
- 5.Goldstein, W., J.E. Andrade Laborde, P. Meyer, E. Gullkirpik, M. Toc, 2023. Testing the quality of corn that has been selected for organic poultry. eOrganic Publication. <https://eorganic.org/node/35728>
- 6.Jaradat, A.A., and W. Goldstein. 2013. Diversity of maize kernels from a breeding program for protein quality: physical, biochemical, nutrients and color traits. *Crop Sci.* 53:956-976.
- 7.Johnston-Monje, D., Lundberg, D. S., Lazarovits, G., Reis, V. M., & Raizada, M. N. (2016). Bacterial populations in juvenile maize rhizospheres originate from both seed and soil. *Plant and Soil*, 405(1), 337-355.
- 7.Johnston-Monje, D., Gutiérrez, J. P., & Lopez-Lavalle, L. A. B. (2021). Seed-Transmitted Bacteria and Fungi Dominate Juvenile Plant Microbiomes. *Frontiers in Microbiology*, 12.
- 8.Mastrodomenico, A.T., J. W. Haegele, J.R. Seebauer, and F. E. Below. 2018. Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment. *Crop Sci.* 58:230–241.
- 9.Micci A, Zhang Q, Chang X, Kingsley K, Park L, Chiaranunt P, Strickland R, Velazquez F, Lindert S, Elmore M, Vines PL, Crane S, Irizarry I, Kowalski KP, Johnston-Monje D, White JF. Histochemical Evidence for Nitrogen-Transfer Endosymbiosis in Non-Photosynthetic Cells of Leaves and Inflorescence Bracts of Angiosperms. *Biology (Basel)*. 2022 Jun 7;11(6):876. doi: 10.3390/biology11060876.

10. White, J.F. and W.A. Goldstein. 2024. Ciclo rizofagico: processo per un'agricoltura sostenibile – Chpt 8 Pag 113 – 123; in Book. V. M. Sellitto (Editor) - MICROBIOMA One Health: dal suolo al benessere dell'Uomo - Published by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl» - ISBN 978-88-506-5653-0
11. White, J.F., K.L. Kingsley, S. Butterworth, L. Brindisi, J.W. Gatei, et al. 2019a. Seed-vectored microbes: their roles in improving seedling fitness and competitor plant suppression. Chapter 1, page 3-20. In Verma, S.K. and J.F. White (editors). Seed Endophytes, Biology and Biotechnology. 12. Springer Nature Press, Switzerland.
12. White, J.F., Kingsley, K.L., Zhang, Q., Verma, R., Obi, N., Dvinskikh, S., Elmore, M.T., Verma, S.K., Gond, S.K. and Kowalski, K.P. 2019b, Review: Endophytic microbes and their potential applications in crop management. Pest. Manag. Sci. 75: 2558-2565. doi:10.1002/ps.5527.
13. White, J.F., K.L. Kingsley, S.K. Verma, and K.P. Kowalski. 2018. Rhizophagy cycle: an oxidative process in plants for nutrient extraction from symbiotic microbes. Microorganisms, 6, 95; doi:10.3390/microorganisms 6030095 www.mdpi.com/journal/microorganisms.



## II. TEHNOLOGIA DE CULTIVARE ȘI PROTECȚIA PLANTELOR

CZU:633.15:581/1:631.895

### EFFECTUL ASOLAMENTULUI ȘI FERTILIZĂRII SOLULUI LA CULTIVAREA PORUMBULUI PENTRU BOABE

*Boincean B., membru coresp. Al AȘM, prof. cercet., dr. hab.*

*Cebanu D., drd., Zaharco D., drd., Prozorovschi M., cercet. șt., Rotari A., cercet. șt. stag., Bulat L. cercet. șt.*

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

**Sumar.** Cultivarea porumbului în asolament cu o diversitate mai mare de culturi este cu mult mai avantajoasă decât cultivarea porumbului în cultura permanentă.

Efectul asolamentului, în medie pentru anii 1994-2023, a constituit pe fond nefertilizat +1,61 t/ha sau 46,3%, iar pe fond fertilizat 0,35 t/ha sau 6,8%.

Efectul fertilizării, în medie pentru anii 1994-2023, a constituit în cultura permanentă +1,64 t/ha sau 47,1%, iar în asolament +0,38 t/ha sau 7,5%.

Creșterea efectului asolamentului pe fond nefertilizat și creșterea efectului fertilizării solului în cultura permanentă sunt determinate de starea sănătății solului și corespunzător a sistemului radicular a plantelor.

Prin ameliorarea sănătății pe întreg lanțul trofic în sol pot fi reduse cheltuielile de producere la aplicarea fertilizanților minerali, pesticidelor și arăturii cu plug cu cormană.

Ponderea fertilității solului în asolament constituie 100%, iar în cultura permanentă 68,0%.

Cuvinte cheie: porumb la boabe, asolament, cultura permanentă, fertilizare, efectul asolamentului, efectul fertilizării, materia organică a solului, carbon organic.

**Abstract.** Cultivation of corn for grain in crop rotation has more advantages than in monocropping.

The effect of crop rotation, in average for 1994-2023, on unfertilized plots has consisted +1,61 t/ha or 46,3%, but on fertilized plots – (+0,35 t/ha or 6,8%). The effect of fertilization, in average for 1994-2023, has consisted in permanent cropping (+1,64 t/ha or 47,1%), but in crop rotation +0,38 t/ha or 7,5%.

The increased effect of crop rotation on unfertilized plots and the increased effect of fertilization in permanent cropping are determined by the state of soil health and correspondingly the state of root health.

By improving the health of the entire food chain in the soil it becomes possible to reduce expenses related to the application of mineral fertilizers, pesticides, moldboard plow etc.

The share of soil fertility in yield formation in crop rotation consists 100% and in permanent cropping 68,0%.

**Key words:** corn for grain, crop rotation, permanent cropping, fertilization, effect of crop rotation, effect of fertilization, soil organic matter, organic carbon.

## Introducere

Tranziția spre un sistem de agricultură durabilă și rezilient este de importanță primordială la nivel global, regional și local în condițiile provocărilor cu care se confruntă agricultura la moment și pe viitor [1,2]. Simplificarea sistemului de agricultură în vederea obținerii unui nivel maxim de producție și profit a dus la suprasaturarea structurii suprafețelor de însemînțare cu culturi prășitoare, inclusiv cu porumb la boabe; nerespectarea asolamentului, majorarea nejustificată a cantității de îngrășăminte minerale și pesticide etc.

Necătînd la toate aceste schimbări, care au avut loc în perioada intensificării tehnologice a agriculturii, rolul asolamentului cu o diversitate mai mare de culturi rămîne esențială pentru obținerea unui nivel mai înalt de producție comparativ cu cultura permanentă.

O atenție deosebită necesită sănătatea (calitatea) solului, care permite nu doar menținerea și majorarea nivelului de producție, dar și acordarea serviciilor ecosistemice și sociale [3,5,6]. Interacțiunea dintre microorganismele din sol și plante favorizează crearea noilor soiuri și hibridi de plante mai bine adaptați la condițiile stresogene ale mediului ambiant [4].

## Condițiile și metodele de cercetare

Cercetările au fost efectuate în experiențe de câmp de lungă durată pe asolamente și culturi permanente. Asolamentele de câmp de lungă durată au fost fondate în 1962, iar culturile permanente, inclusiv pe porumb la boabe, în 1965.

Se studiază opt asolamente, fiecare a câte zece câmpuri. Asolamentele includ diferite grade de saturare cu culturi prășitoare de la 40 pînă la 70%, inclusiv 20-40% porumb; 10-20% floarea soarelui; 10-30% sfecla de zahăr. Toate asolamentele includ 30% culturi cerealiere de toamnă, adică trei câmpuri, însă amplasate după diferiți premergători: un câmp după premergători cu termen de recoltare timpurie; alt câmp – după porumb la siloz și pe alt câmp – după porumb la boabe. Sistemul de fertilizare a solului în di-

ferite asolamente a fost descris în lucrările noastre precedente [1,2]. Suprafața fiecărei parcele în asolamente constituie 283 m.p., în trei repetiții.

În cultura permanentă suprafața parcelei experimentale constituie 450 m.p., fără repetiții.

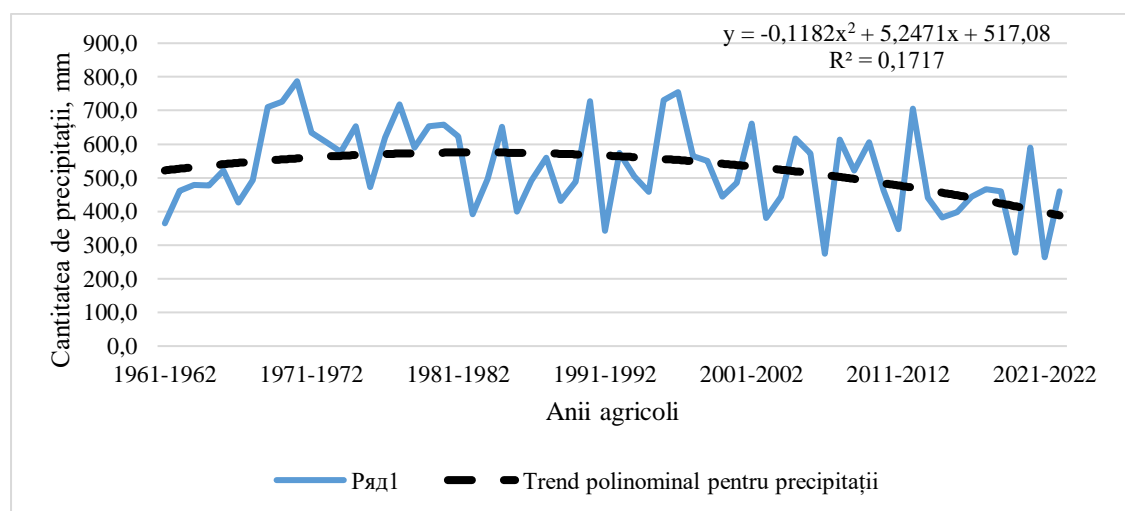
După doi ani de întrerupere pentru a stabili schimbările în fertilitatea solului timp de trei rotații depline a tuturor asolamentelor, cercetările au continuat pentru următoarele rotații de culturi. Pentru a evidenția influența separată a rotației culturilor și fertilizării solului, asolamentul №7 a fost folosit în calitate de martor (nefertilizat). Asolamentul №3, cu aceeași componență a culturilor a fost fertilizat cu îngrășăminte minerale și organice. Astfel, pe parcursul ultimilor trei rotații depline a asolamentelor (1994-2023) a devenit posibilă determinarea efectului asolamentului și fertilizării solului asupra producției diferitor culturi, inclusiv a porumbului.

Solul lotului experimental este reprezentat de Cernoziom Tipic pe argilă grea. Analizele de laborator realizate în 1993 au constatat un conținut de materie organică după I.V.Tiurin, în mărime de 4,8-5,0% în stratul de sol 0-20 cm, pH în apă – 7,3, iar pH CaCl<sub>2</sub> – 6,2; conținutul total de azot, fosfor și potasiu – 0,20-0,25; 0,09-0,11 și 1,22-1,28%, respectiv.

## Rezultate și discuții

Cantitatea de precipitații pentru toată perioada de cercetare este prezentată în Fig.1, iar pe segmente separate de ani în Fig.2-4.

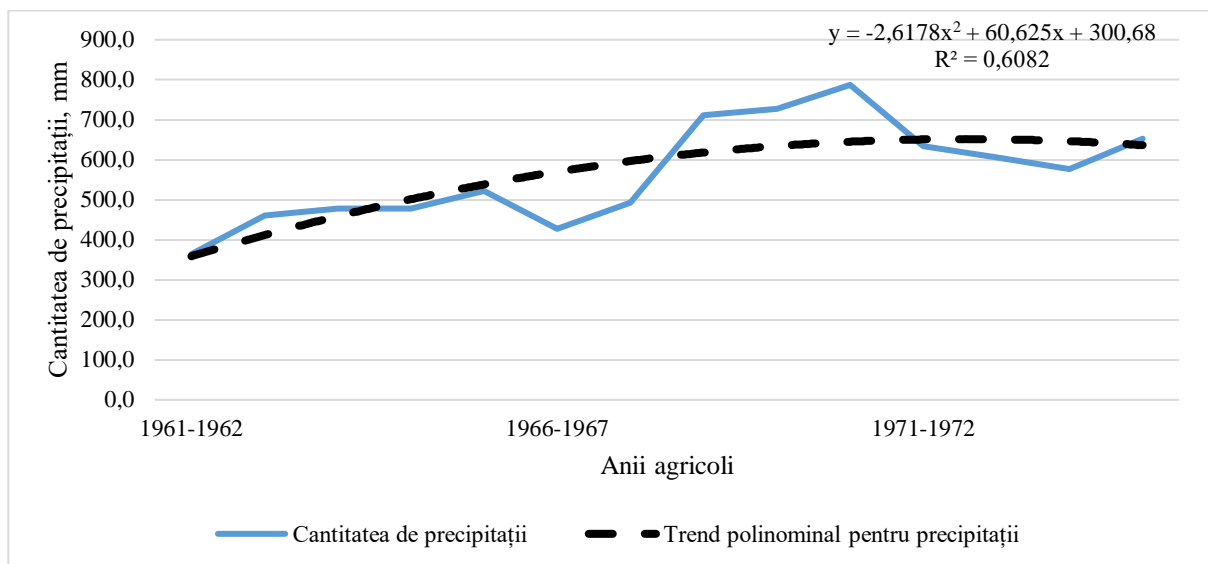
Cantitatea medie de precipitații pentru toată perioada cercetărilor (1962-2023) a constituit 527,3 mm (Fig.1) cu tendință de reducere pe ani.



Med. – 527,3 mm

**Fig. 1.** Trendul precipitațiilor atmosferice pentru anii agricultori 1962-2023

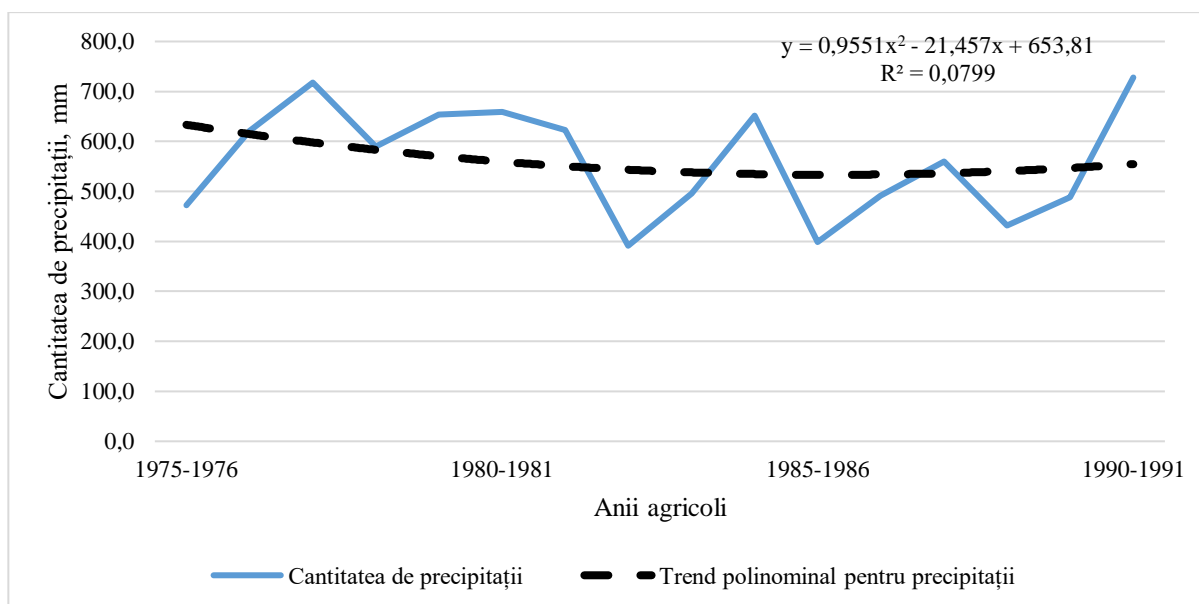
În prima perioadă de timp (1962-1972) cantitatea medie anuală de precipitații a constituit 565,6 mm cu tendință de creștere semnificativă (Fig.2).



Med. – 565,6 mm

**Fig. 2.** Trendul precipitațiilor atmosferice pentru anii agricoli 1961-1975

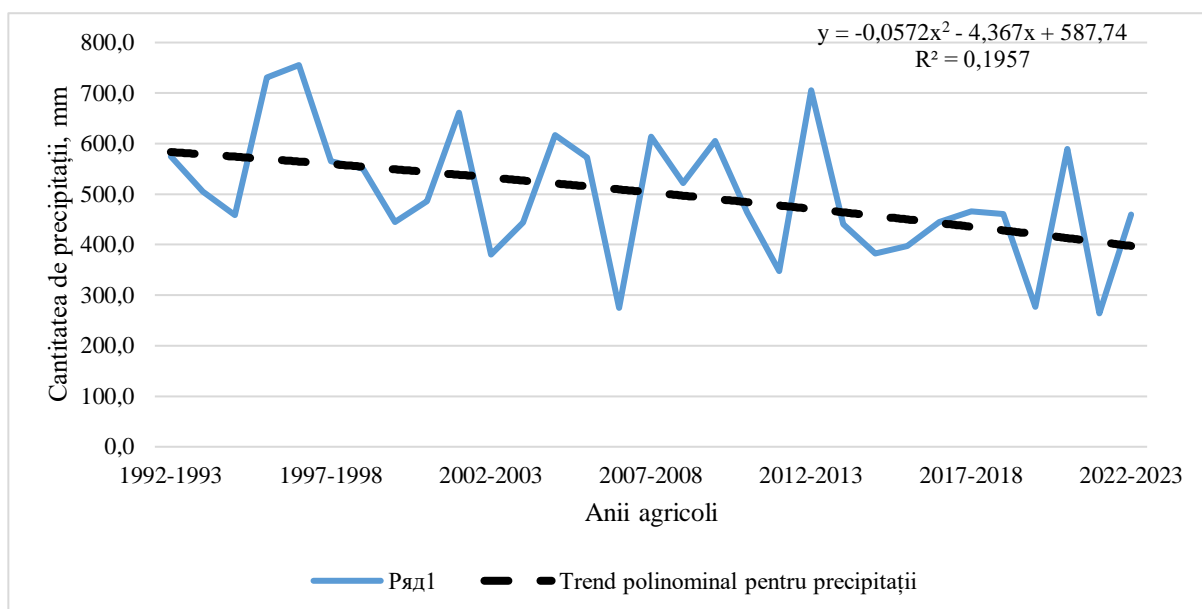
Următoarea perioadă (1976-1991) s-a soldat cu o tendință de reducere a precipitațiilor (Fig.3).



Med. – 560,7 mm

**Fig. 3.** Trendul precipitațiilor atmosferice pentru anii agricoli 1975-1991

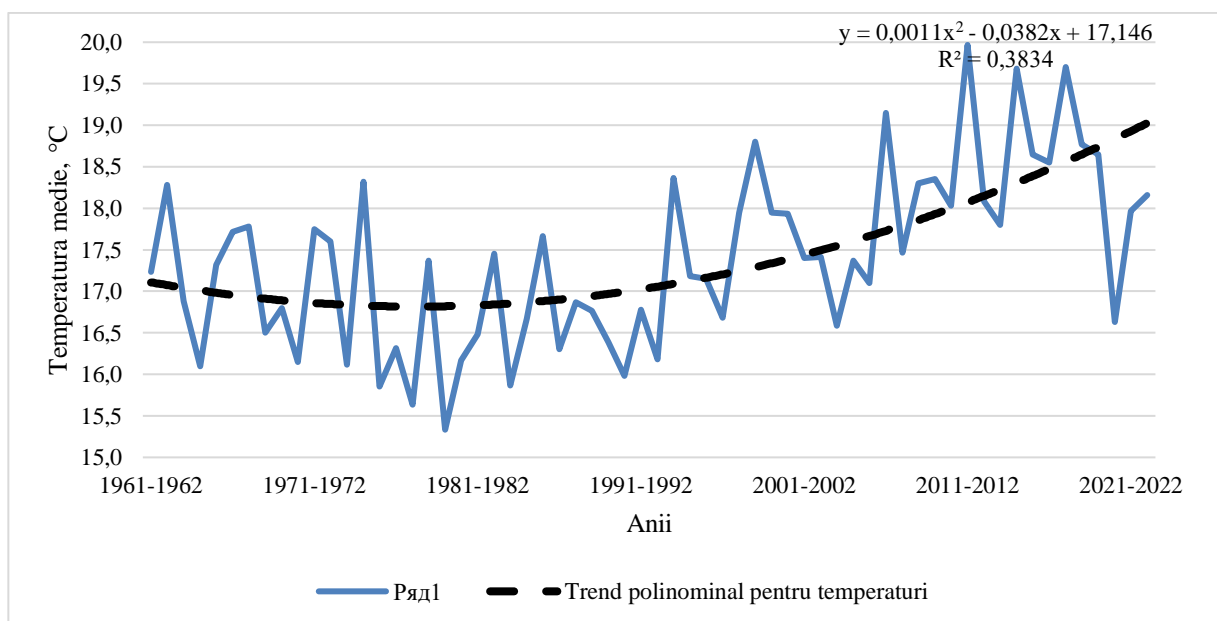
Ultimele trei rotații a asolamentelor (1994-2023) s-au soldat cu o medie anuală de precipitații de 493,8 mm, cu o evidentă tendință de reducere a lor (Fig.4).



Med. – 493,8 mm

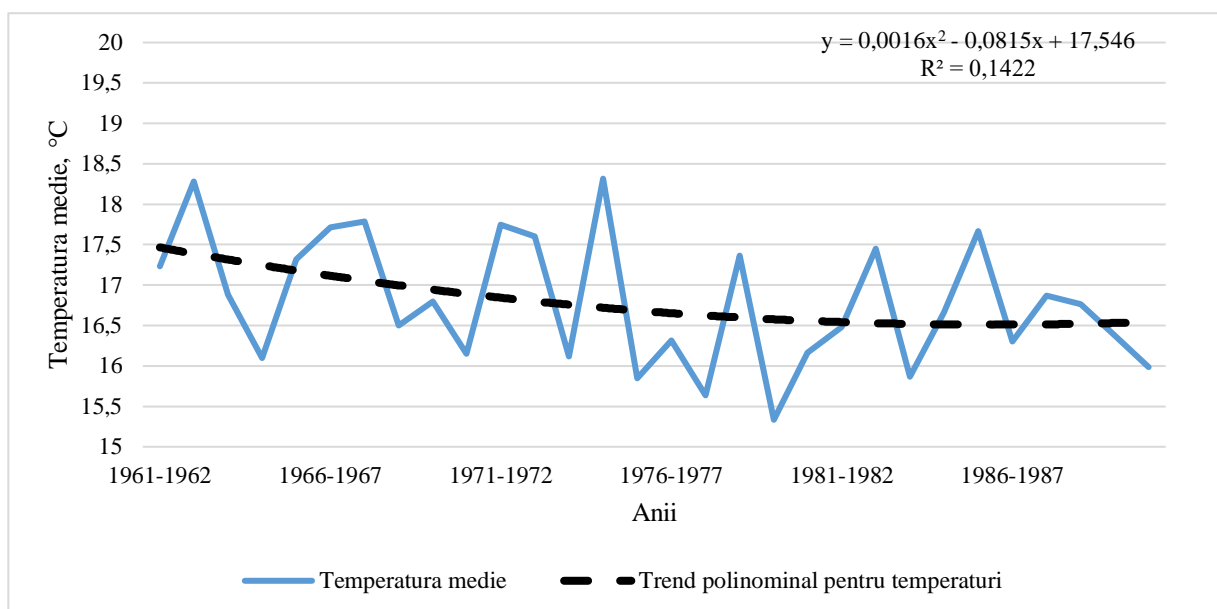
**Fig. 4.** Trendul precipitațiilor atmosferice pentru anii agricoli 1991-2023

Temperaturile pentru perioada de vegetație a porumbului pentru toată perioada de studii s-au majorat aproximativ cu 1°C (Fig.5). În prima perioadă de timp (1962-1991) temperaturile au avut tendința de reducere (Fig.6), iar în a doua perioadă de timp (1992-2023) ele au crescut cu aproximativ 1,5°C (Fig.7).

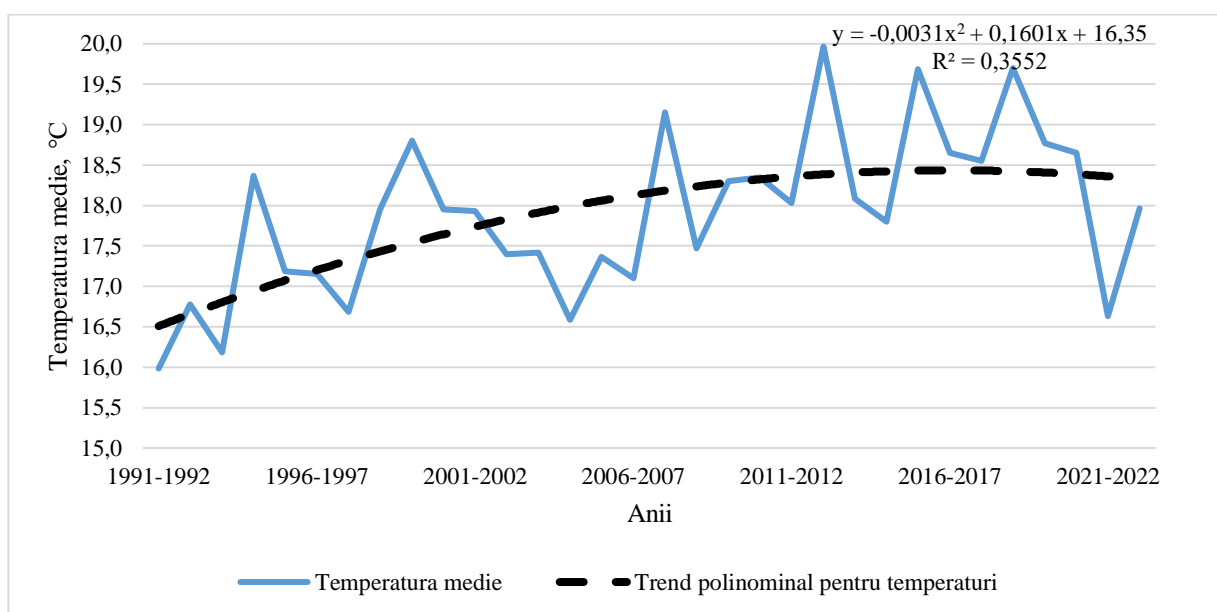


**Fig. 5.** Trendul temperaturilor în perioada de vegetație a porumbului la boabe (1 aprilie – 30 septembrie) anii 1962-2023



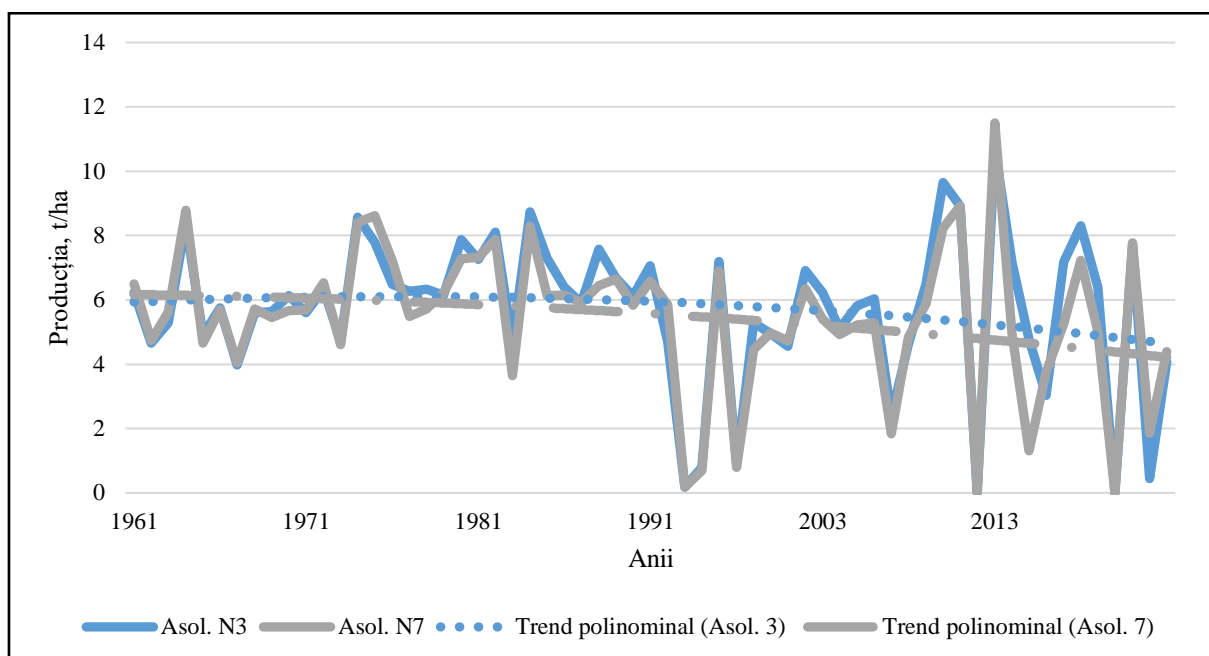


**Fig. 6.** Trendul temperaturilor în perioada de vegetație a porumbului la boabe (1 aprilie – 30 septembrie) anii 1962-1987

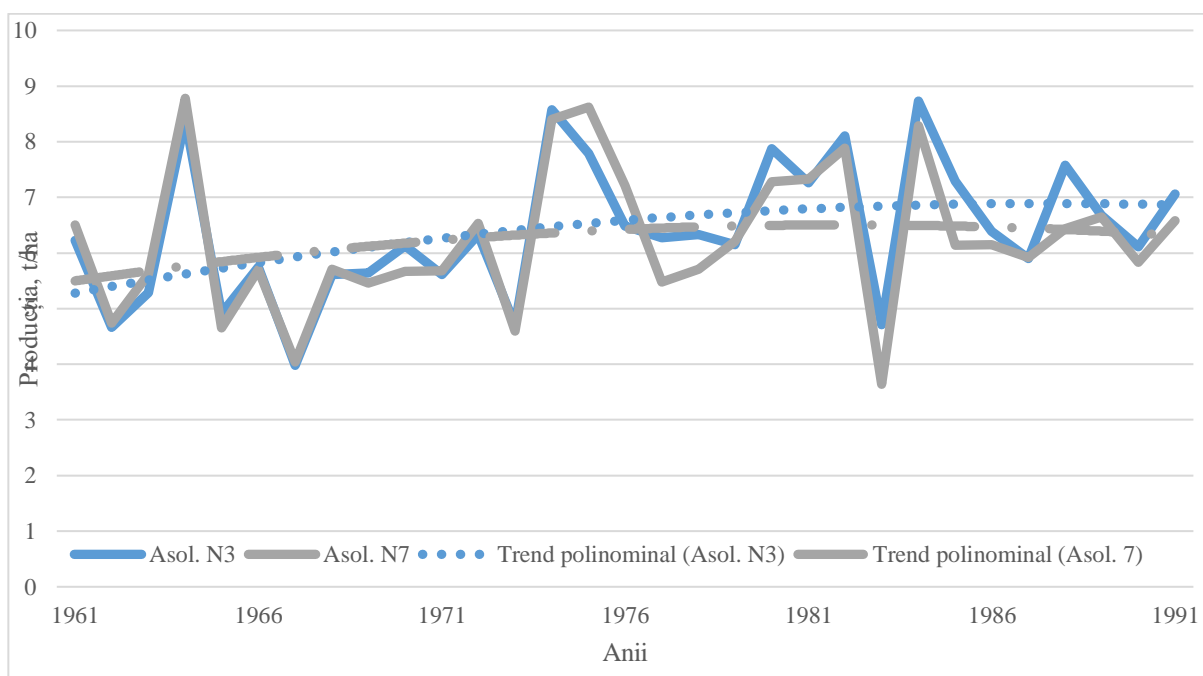


**Fig. 7.** Trendul temperaturilor în perioada de vegetație a porumbului la boabe (1 aprilie – 30 septembrie) anii 1991-2023

Dinamica producției porumbului la boabe în asolamentul №3 mărturișește despre o mică tendință de reducere a nivelului de producție, în deosebi pentru ultimele trei rotații a asolamentului (Fig.8). Lipsa fertilizării solului în asolamentul cu aceeași structură a culturilor (№7) nu contribuie la o scădere bruscă a nivelului de producție pentru toată perioada de cercetare (1962-2023) (Fig.8). Pentru ambele perioade de timp (1961-1991) – Fig.9 și (1994-2023) – Fig.10 se observă tendința de creștere a nivelului de producție fără diferențe esențiale dintre cele două asolamente.

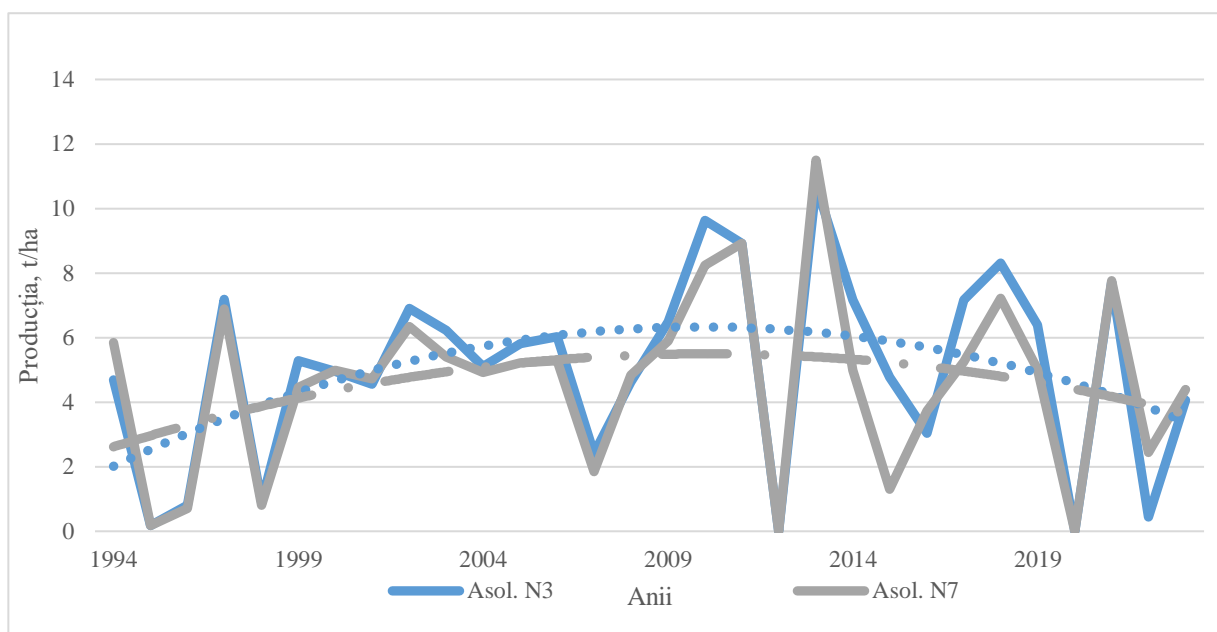


**Fig. 8** Producția porumbului la boabe în asolamentele N 3 și N7, anii 1961-2023

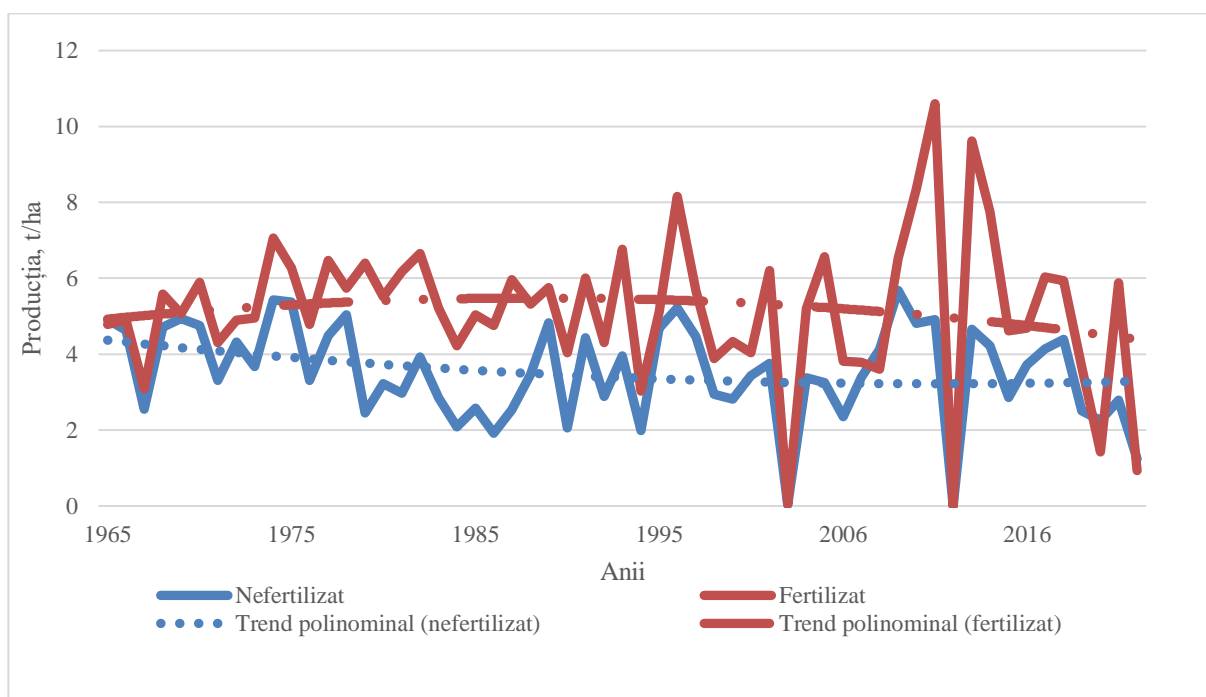


**Fig. 9.** Producția porumbului la boabe în asolamentele N3 și N7, pentru perioada anilor 1961-1991

Producția porumbului la boabe în cultura permanentă pentru toată perioada de timp (1965-2023) a avut tendința de reducere a nivelului de producție pe ambele fonduri de fertilizare (Fig.11). Producția porumbului a fost semnificativ mai mare pe fond fertilizat comparativ cu fondul nefertilizat.

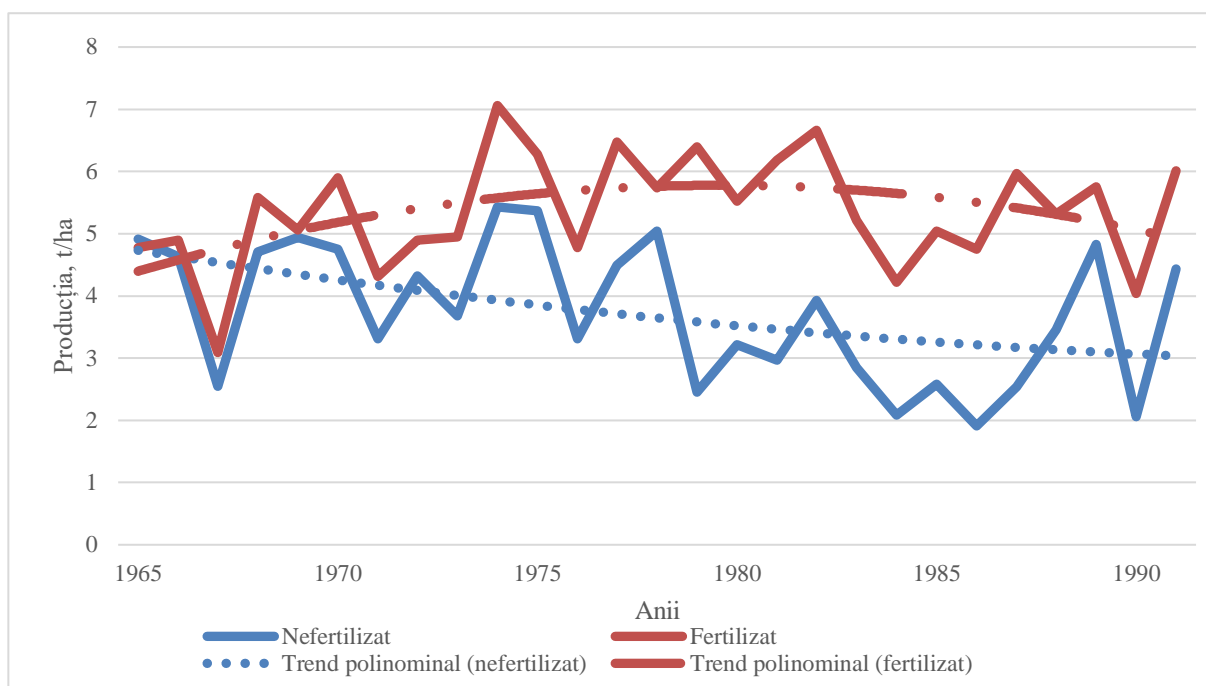


**Fig. 10.** Producția porumbului la boabe în asolamentele N3 și N7 pentru perioada anilor 1994-2023

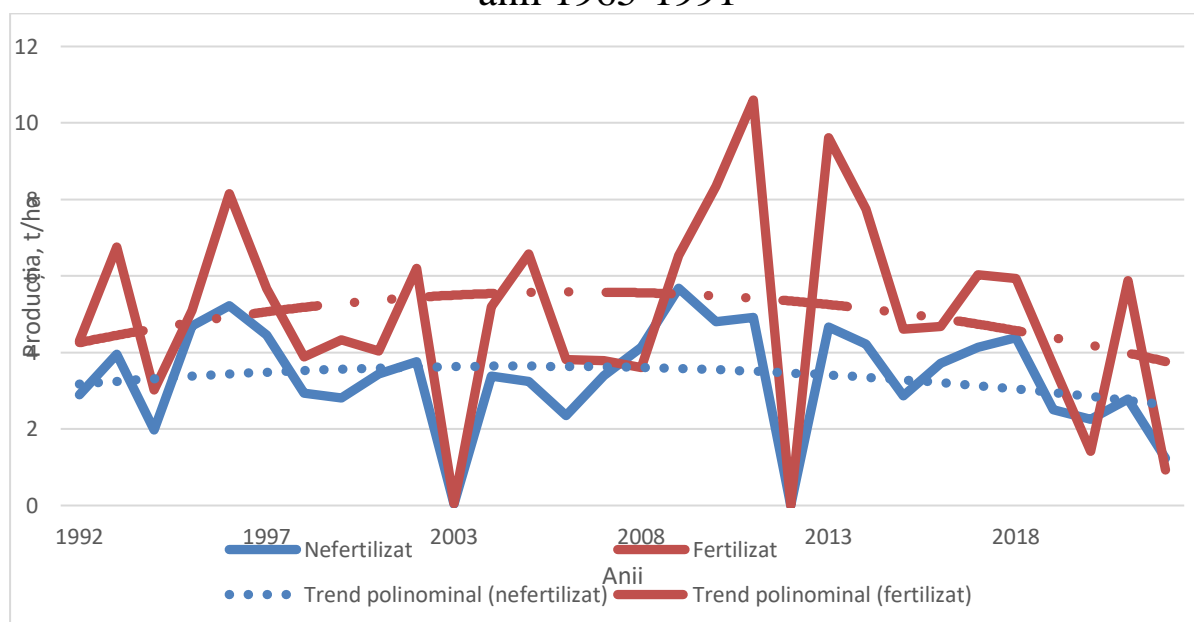


**Fig. 11** Producția porumbului la boabe în cultura permanentă, 1965-2022

Dacă în prima perioadă de timp (1965-1971), porumbul în cultura permanentă, pe fond fertilizat, a avut o mică tendință de creștere (Fig.12), apoi în a doua perioadă de timp (1992-2023) tendința de reducere a rămas aceeași ca și pentru toată perioada de timp (Fig.13).



**Fig. 12** Producția porumbului la boabe în cultura permanentă, anii 1965-1991



**Fig. 13** Producția porumbului la boabe în cultura permanentă, anii 1992-2022

În baza rezultatelor obținute în asolament și în cultura permanentă, pe ambele fonduri de fertilizare, am determinat efectul asolamentului (diferența în nivelul de producție obținut în asolament și în cultura permanentă, pe fond fertilizat și nefertilizat) și efectul fertilizării (diferența în nivelul de producție pe fond fertilizat și nefertilizat, în asolament și în cultura permanentă) (tab.1). Calculele au fost realizate pentru ultimele trei rotații a asolamentelor (1994-2023), deoarece în schema experienței a fost inclus asolamentul №7, similar asolamentului №3 după componența și alternarea

culturilor, dar în lipsa fertilizării solului. Efectul asolamentului, în medie pentru trei rotații (1994-2023), a constituit pe fond nefertilizat +1,61 t/ha (46,3%) și +0,35 t/ha (6,8%) pe fond fertilizat, corespunzător. Aceiași legitate s-a observat pentru diferite perioade în rotația culturilor.

Astfel, fertilizarea solului contribuie la reducerea bruscă a efectului asolamentului, comparativ cu fondul nefertilizat (tab.1).

Efectul fertilizării solului este considerabil în cultura permanentă, constituind, în medie pentru 1994-2023, +0,38 t/ha (7,8%) în asolament și +1,64 t/ha (47,1%) în cultura permanentă (tab.1). Efectul fertilizării a crescut considerabil în perioada 2004-2013, odată cu majorarea cantității de precipitații, constituind în medie +1,97 t/ha (62,1%) în cultura permanentă, dar fără schimbări esențiale în asolament – (+0,37 t/ha – 6,9%). Astfel, efectul fertilizării este considerabil mai mare în cultura permanentă comparativ cu asolamentul.

Prin respectarea asolamentului devine posibil de a reduce semnificativ cheltuielile legate de aplicarea fertilizanților minerali.

Atât efectul asolamentului cât și efectul fertilizării sunt determinați de starea sănătății sistemului radicular a porumbului. Cercetări suplimentare în acest aspect prezintă un interes deosebit pentru tranziția la un sistem durabil și rezilient de agricultură.

Corespunzător, starea sănătății sistemului radicular a porumbului influențează asupra eficacității folosirii elementelor nutritive din sol și din îngrășămintele aplicate, inclusiv a azotului.

Plantele de porumb în asolament folosesc postacțiunea azotului folosit în perioada precedentă sub alte culturi, deoarece azotul nu se folosește direct sub această cultură. Astfel, ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție a porumbului la boabe constituie 100% (tab.2).

În cultura permanentă eficacitatea folosirii azotului din îngrășămintele constituie 62,8%, iar ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție constituie 68,0%.

Necâtînd la creșterea eficacității folosirii azotului din îngrășămintele de către sistemul radicular a culturii, totuși ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție a porumbului în cultura permanentă rămîne foarte înaltă.

Datele obținute relevă existența unei interacțiuni complexe dintre rădăcinile plantelor și microflora din sol. Cercetări aprofundate cu participarea specialiștilor din diferite domenii științifice (microbiologia solului, fiziologia plantelor ș.a.) pot deschide perspective noi spre tranziția la un nou sistem durabil și rezilient de agricultură.

Aceasta se referă nu doar la tehnologiile de cultivare a culturilor și la sistemele de agricultură, adaptate la provocările actuale și de viitor a agriculturii, dar și la ameliorarea culturilor. Recent, cercetările realizate în comun dintre prof. James White de la Universitatea Rutgers și Dr. Walter Goldstein de la institutul Mandaamin (statul Wisconsin) SUA au demonstrat că sănătatea plantelor și rezistența lor la factorii biotici și abiotici depinde de interacțiunea lor cu microorganismele solului. Microorganismele solului ajută plantele (semințele) la germinare, creșterea, dezvoltarea sistemului radicular, la intensitatea proceselor de fotosinteză. Ele produc la fel hormoni de creștere; antanogiști patogenilor, induc rezistența la boli și stresuri biotice și abiotice. Concomitent microorganismele favorizează rezistența la secetă, arșită, săruri. La porumb au fost identificate forme, care datorită simbiozei cu microorganismele fixatoare de azot din sol au capacitatea de ași îndeplini necesitatea sa în azot [4].

Schimbările în rezerva de carbon organic în stratul 0-100 cm în dependență de asolamentele studiate și cultura permanentă a porumbului la boabe de rând cu pîrloaga și orogul negru sunt prezentate în tab.3 și 4.

Dacă comparăm rezultatele obținute comparativ cu rezervele inițiale de carbon în stratul de 0-100 cm, apoi constatăm o majorare semnificativă în asolament pe fond fertilizat (+36,08 t C/ha) și, în deosebi, în cultura permanentă (+64,6 t C/ha), spre deosebire de asolamentul nefertilizat (+2,76 t C/ha) (tab.3).

De menționat că acumularea materiei organice pe profilul solului în asolament și în cultura permanentă are loc preponderent în straturile inferioare a solului – de la 40 pînă la 100 cm adîncime. În stratul superficial de sol (0-40 cm) rezervele de carbon sau scad sau cresc în măsură mai mică comparativ cu straturile aprofundate.

În pîrloagă rezervele de carbon cresc cu o repartizare echivalentă a cantității de carbon în straturile de sol 0-40 și 40-100 cm (tab.3).

În ogor negru, pierderile de materie organică în stratul 0-40 cm sunt de aproape patru ori mai mari decât în stratul 40-100 cm.

Astfel, rolul sistemului radicular a plantelor în acumularea materiei organice în sol este considerabilă în pîrloagă spre deosebire de variantele cu lucrarea mecanică a solului. Necesitatea includerii pășunatului în asolamentele de câmp este o opțiune, care merită atenție.

**Tab.1. Efectul asolamentului și efectul fertilizării în timp pentru porumbul la boabe în experiența de câmp de lungă durată a Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția” (mun. Bălți), 1994-2023**

	1994-2003			2004-2013			2014-2023			1994-2023		
	Nefert.	Fertil.	Efectul fertiliz., t/ha și %	Nefert.	Fertil.	Efectul fertiliz., t/ha și %	Nefert.	Fertil.	Efectul fertiliz., t/ha și %	Nefert.	Fertil.	Efectul fertiliz., t/ha și %
Asolament	5,4	5,9	+0,44/ 8,1	5,4	5,8	+0,37/ 6,9	4,5	4,8	+0,36/ 8,1	5,1	5,5	+0,38/ 7,5
Cultura permanentă	4,2	5,7	+1,5/ 36,1	3,2	5,1	+1,97/ 62,1	3,1	4,6	+1,43/ 45,8	3,5	5,1	+1,64/ 47,1
Efectul asolamentului, t/ha și %	1,25/ 30,0	0,19/ 3,4		2,23/ 70,3	0,63/ 12,3		1,33/ 42,6	0,25/ 5,5		1,61/ 46,3	0,35/ 6,8	

**Tab.2. Eficacitatea folosirii azotului și ponderea fertilității solului în formarea producției porumbului la boabe în asolament și în cultura permanentă, experiențele de câmp de lungă durată a Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția” (mun. Bălți), media pentru 1994-2023**

	Producția medie la porumb, anii 1994-2023, t/ha		Diferența, t/ha	N extras cu sporul de producție, kg/ha	N aplicat cu îngrășăm. minerale, kg/ha	Eficacitatea folosirii azotului, %	N extras cu toată producția, kg/ha	Ponderea fertilit. solului în formarea producției, %
	Nefertilat	Fertilizat						
Asolament	5,1	5,5	+0,4	8,7	0	-	125,8	100
Cultura permanentă	3,5	5,1	+1,6	37,7	60	62,8	117,8	68,0

**Tab.3. Schimbări în rezerva de carbon organic (t c/ha) pe Cernoziomul Tipic din stepa Bălțului în asolament și în cultura permanentă comparativ cu rezerva inițială în experiența de câmp de lungă durată a ICC „Selecția”, anul 2020**

Stratul de sol, cm	Inițial, 1968		Asolament, 60% culturi prăși-toare						Culturi permanente, fertilizat					
	Rezerva de C, t/ha		Nefertilizat		Fertilizat		Porumb la boabe		Ogor negru		Pârloagă			
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%		
<b>0-20</b>	59,8	100	55,0	-4,8	62,0	+2,2	57,2	-2,6	48,6	-11,2	73,5	+13,7		
<b>20-40</b>	53,0	100	55,9	+2,9	57,6	+4,6	62,6	+9,6	47,5	-5,5	60,2	+7,2		
<b>40-60</b>	41,5	100	41,3	-0,2	52,8	+11,3	59,0	+17,5	40,8	-0,7	49,4	+7,9		
<b>60-80</b>	25,2	100	34,2	+9,0	34,4	+9,2	51,5	+26,3	25,8	+0,6	32,8	+7,6		
<b>80-100</b>	20,4	100	16,2	-4,2	29,1	+8,7	34,2	+13,8	16,0	-4,4	23,5	+3,1		
<b>0-100</b>	199,9	100	202,7	+2,8	236,0	36,1	264,5	+64,6	178,7	-21,2	239,4	+39,5		
<b>Pierderi sau acumulare de carbon din totalul de pierderi sau acumulare</b>														
	112,8		110,9	-1,9	119,6	+6,8	119,8	+7,0	96,1	-16,7	133,7	+20,9		
	87,1		91,7	+4,6	116,3	+29,2	144,7	+57,6	82,5	-4,6	105,7	+18,6		



**Tab.4. Schimbări în rezerva de carbon organic (t c/ha) pe Cernoziomul Tipic din stepa Bălțului în asolament și în cultura permanentă comparativ cu asolamentul nefertilizat, 2020**

Stratul de sol, cm	Asolament, 60% culturi prășitoare						Culturi permanente, fertilizat							
	Nefertilizat		Fertilizat		Porumb la boabe		Ogor negru		Pârloagă					
	t/ha	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%			
<b>0-20</b>	55,0	100	62,0	+7,0	+12,8	57,2	+2,2		48,6	-6,4	-11,6	73,5	+18,5	33,6
<b>20-40</b>	55,9	100	57,6	+1,7	+3,0	62,6	+6,7		47,5	-8,4	-15,0	60,2	+4,3	-7,7
<b>40-60</b>	41,3	100	52,8	+11,4	+27,7	59,0	+17,7		40,8	-0,5	-1,3	49,4	+8,9	+21,4
<b>60-80</b>	34,2	100	34,4	+0,3	+0,8	51,5	+17,3		25,8	-8,4	-24,6	32,8	-1,4	-4,1
<b>80-100</b>	16,2	100	29,1	+12,9	+79,3	34,2	+18,0		16,0	-0,3	-1,7	23,5	+7,3	44,8
<b>0-100</b>	202,7	100	236,0	+33,3	+16,4	264,5	+61,8		178,7	-24,0	-11,8	239,	+36,7	+18,1
<b>Pierderi sau acumulare de carbon din totalul de pierderi sau acumulare</b>														
<b>0-40</b>	110,9	54,7	119,6	+8,7	26,2	119,8	+8,9	14,4		-14,8	-61,6		+22,8	62,1
<b>40-100</b>	91,7	45,3	116,3	+24,6	73,8	144,7	53,0	85,6		-9,2	-38,4		+13,9	+37,9

Comparând rezervele de carbon în asolamentul nefertilizat cu cel analogic fertilizat observăm o majorare a rezervelor de carbon pentru stratul de sol 0-100 cm cu 33,32 t/ha (tab.4). În cultura permanentă se acumulează de două ori mai multă materie organică, cea ce este determinat de un nivel de producție mai mic. De menționat că acumularea unei cantități mai mari de materie organică în stratul profund al solului (40-100 cm) în cultura permanentă a porumbului la boabe comparativ cu asolamentul, este determinat de dominarea proceselor de degradare cu levigarea compușilor humici pe profilul solului în cultura permanentă. În pârloagă acumularea materiei organice are loc preponderent în stratul superficial de 0-40 cm în lipsa vegetației, adică în orogul negru are loc pierderea materiei organice preponderent din stratul 0-40 cm (tab.4).

### **Concluzii**

Pe parcursul celor 60 ani de cultivare a porumbului la boabe în asolament și în cultura permanentă precipitațiile atmosferice s-au redus, în special în ultimii 30 ani (1994-2023), iar temperatura aerului a crescut considerabil, în special în ultimii 30 ani (1994-2023).

Producția porumbului la boabe în asolament a avut tendința de reducere timp de 60 ani, în special, în ultimii 30 ani (1994-2023). Producția medie a porumbului la boabe în ultimii 30 ani a constituit pe fond nefertilizat 5,09 t/ha, iar pe fond fertilizat 5,47 t/ha.

Producția porumbului la boabe în cultura permanentă a scăzut considerabil pe întreagă perioadă de experimentare, dar în deosebi pe fond nefertilizat. Producția medie a porumbului la boabe, în medie pentru anii 1994-2023, a constituit pe fond nefertilizat 3,48 t/ha, iar pe fond fertilizat 5,12 t/ha. Astfel, fertilizarea în cultura permanentă asigură același nivel de producție -5,12 t/ha ca și în asolament pe fond nefertilizat -5,09 t/ha, în medie pentru 1994-2023.

Prin ameliorarea calității (sănătății) solului devine posibilă reducerea considerabilă a cheltuielilor de producere în asolament comparativ cu cultura permanentă. Posibilitatea reducerii cheltuielilor de producere depinde de sănătatea solului.

Efectul asolamentului, în medie pentru anii 1994-2023, a constituit pe fond fertilizat (+0,35 t/ha sau 6,8%), iar pe fond nefertilizat (+1,61 t/ha sau 46,3%).

Efectul fertilizării, în medie pentru ultimii 30 ani, a constituit (+0,38 t/ha sau 7,5%) în asolament, iar în cultura permanentă (+1,64 t/ha sau 47,1%).

Ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție constituie 100% în asolament și 68,0% în cultura permanentă.

Rezerva de materie organică a solului (după carbon) în stratul 0-100 cm crește în asolament, în deosebi pe fondul fertilizat, și în cultura permanentă a porumbului la boabe, comparativ cu rezerva inițială de carbon organic.

Creșterea are loc datorită straturilor inferioare a solului (40-100 cm) comparativ cu stratul superior (0-40 cm).

Rezerva de materie organică a solului (după carbon) crește semnificativ mai mult în cultura permanentă a porumbului la boabe comparativ cu asolamentul, fond fertilizat și, în deosebi, comparativ cu asolamentul, fond nefertilizat.

Spre deosebire, în ogorul negru, pierderile de materie organică au loc preponderent din stratul 0-40 cm, iar în pârloagă acumularea materiei organice are loc preponderent la fel în stratul 0-40 cm.

Complexitatea problemei tranziției la un sistem durabil și rezilient de agricultură impune necesitatea elaborării unui program național multidisciplinar cu participarea specialiștilor din diferite domenii de cunoștințe.

### **Bibliografie**

1. Boris Boincean, David Dent. Farming the Black Earth. Sustainable and Climate-Smart Management of Chernozem Soils. Springer Nature Switzerland AG, 2019, 226 p.
2. Boris Boincean, David Dent. Management durabil și rezilient al solurilor de Cernoziom. Prut International, Chișinău, 244 p.
3. Doran I., Sarantonio M., Liebig M. (1996). Soil health and sustainability. Advances in agronomy, 56.
4. James White, Raquele Strickland, Walter Goldstein. Transfer of N-fixing bacteria from N-fixing corn selection (Mandeamin Institute selection PHI-40 from Peruvian Piricinco) to Poa reptants. Journal of Agriculture Food Systems and Community Development, Nov. 2023.
5. Howard Sir A. (1943). An agricultural testament. Oxford University Press.
6. Lal R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, Science, 304, 1623-1627.

УДК 633.15:631.559: 631.531.04

## **ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН РАЗЛИЧНОЙ МАССЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ЕГО ВЛАЖНОСТЬ**

*Вадим Костеневич, соискатель,*

*Артем Зелена, младший научный сотрудник*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,*

**Аннотация.** Исследованиями, проведенными в 2022–2023 гг. на связно супесчаной почве центральной части Беларуси, установлено, что на полевую всхожесть семян существенное влияние оказывает генотип в совокупности с погодными условиями, затем – масса семян, глубина их заделки и срок сева. Высота растений кукурузы зависит от условий влагообеспеченности в первой половине вегетации, затем срока сева, глубины заделки семян и в меньшей степени от их массы и близкого по скороспелости генотипа. В среднем, за 2 года исследований, наибольшую урожайность зерна (84,9–85,5 ц/га) с наименьшей его уборочной влажностью (35,9–37,3 %) гибриды Дарьян (ФАО 210) и Полесский 202 (ФАО 230) обеспечили при раннем (19–28 апреля) сроке сева крупной фракцией семян (8–9 мм) с массой 1000 шт. 273–323 г на глубину заделки 2–3 см.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, срок сева, глубина заделки, масса семян и полевая всхожесть, высота растений, урожайность.

### **Введение**

Высокая продуктивность, стабильность, технологичность и хорошее энергосодержание в корме поставили кукурузу в ряд наиболее важных кормовых культур Беларуси. Ее посевная площадь в 2023 г. составляла 1,2 млн. га, из которой 250 тыс. га убиралось на зерно при его урожайности в амбарном весе 65,3 ц/га.

Кукурузу рекомендуют высевать при устойчивом прогревании почвы на глубине заделки семян до 8–10 °С [1]. Однако когда семена и проростки длительное время находятся в почве, увеличивается вероятность их повреждения болезнями и вредителями [2]. Чем выше температура почвы и воздуха, тем короче довсходовый период и в итоге меньшие потери всходов в полевых условиях [3]. Особенно велики потери у семян с низкими посевными качествами [4].

Глубина заделки семян существенно влияет на дружность появления всходов, их полноту, а также рост, развитие и продуктивность ку-

курузы. Польский ученый Петр Шульц [5] считает, что наиболее выгодно размещать семена кукурузы на глубине, которая должна быть примерно в 5 раз больше их диаметра. Результаты его исследований показали, что наилучшая всхожесть семян кукурузы получена при заделке на 3 см. По данным отечественных ученых в опытах на супесчаной почве при севе в конце апреля – начале мая на глубину заделки 2–4 см семян по сравнению с 6–8 см на 1–2 дня сокращался довшходовый период и обеспечивалась более высокая полевая всхожесть [6]. В Украине А. Бовсуновский, М. Шепеля [7] рекомендуют при севе на 10–12 дней раньше оптимальных сроков глубину заделки семян уменьшать до 3–4 см, а при прогревании почвы до 10 °С на глубине заделки семян рекомендуемая ими глубина посева составляет 5–6 см.

### **Условия и методика проведения исследований**

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2023 гг. на дерново-подзолистой связно супесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг  $P_2O_5$ , 257–286 мг/кг  $K_2O$ , рН – 6,05–6,14.

Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные ( $K_{60-120}$ ) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения ( $P_{30-45}$ ) в виде аммонизированного суперфосфата вносились с учетом содержания этих элементов в почве перед зяблевой вспашкой. Весной под культивацию использовали карбамид в дозе 130 кг/га д.в. азота. Посев осуществлялся в 2 срока: первый (ранний) 28 апреля 2022 г. и 19 апреля 2023 г., второй (оптимальный) – соответственно через 2 недели после первого. Протравленные 17 марта 2022 г. препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семена гибрида Дарьян (ФАО 210) мелкой фракции (7 мм) имели массу 1000 шт. 202 г и лабораторную всхожесть 96 %, крупной фракции (9 мм) – 273 г и 99 %, гибрида Полесский 202 (ФАО 230) мелкой фракции (7 мм) – 257 г и 93 %, крупной (8 мм) – 323 г и 99 %. В 2023 г. протравленные теми же препаратами семена гибрида Дарьян мелкой фракции имели массу 1000 шт. 196 г и лабораторную всхожесть 97 %, крупной – 290 г и 100 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции – 193 г и 96 %, крупной – 305 г и 94 %. Норма высева семян – 100 тыс. шт./га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялась баковая смесь гербицидов Люмакс, 3,5 л/га + Дублон, 0,2 л/га.

В 2022 г. май оказался холоднее нормы на 2,1 °С, а июнь на столько же превысил этот показатель. Осадков в апреле выпало 102 мм или 2,5 нормы, в мае – 94 мм или 1,5 нормы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Дефицит влаги в почве растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, которое наступило в среднем 3–4 августа при раннем севе и 5–6 августа при оптимальном. Жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки (-2 °С), также приведшие к частичному отмиранию листьев.

Среднесуточная температура воздуха в апреле 2023 года оказалась на 1,3 °С выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм или 63 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха соответствовала норме (13,2 °С), а осадков выпало лишь 8 % от нормы. Июнь был теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. По этой причине рост растений кукурузы практически прекратился. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °С, в 2023 г. – 1148 °С при норме 896 °С, осадков по данным метеостанции Борисов выпало соответственно 352 мм и 181 мм при норме 370 мм.

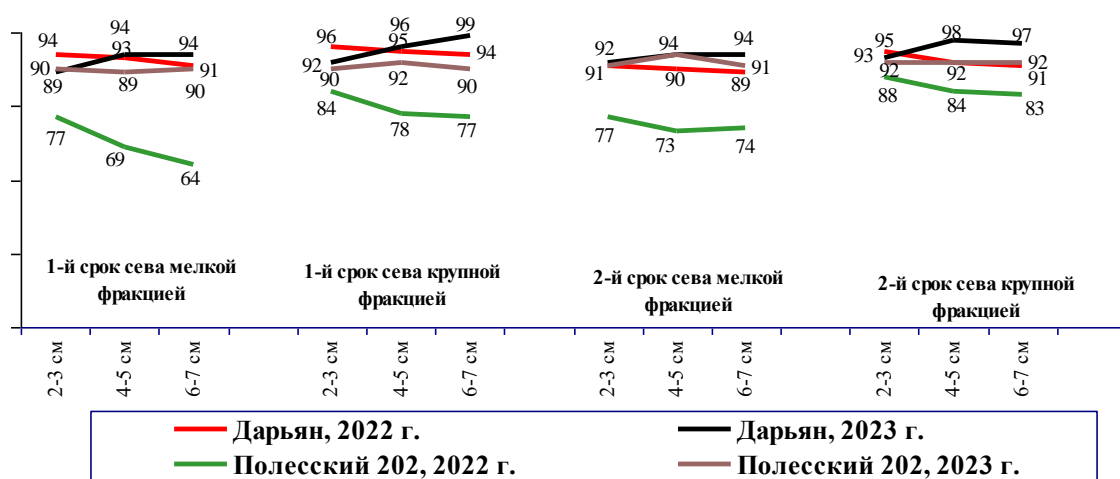
### **Результаты исследований и их обсуждение**

При раннем сроке сева, когда средняя температура воздуха не достигала 10 °С, довсходовый период кукурузы составил 22–25 сут в 2022 г. и 22–23 сут в 2023 г. Сев кукурузы в оптимальные сроки обеспечивал появление всходов через 18–20 суток в 2022 г. и 15–17 суток в 2023 г. Увеличение глубины заделки семян приводило к задержке появления всходов. В то время как масса 1000 семян в пределах 193–323 г не оказывала влияния на продолжительность данного периода.

В 2022 г. при избытке осадков и недостатке тепла увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см приводило к снижению полевой всхожести, особенно у гибрида Полесский 202, где оно составило

7–13 % при первом сроке сева и 3–5 % при втором (рисунок 1). По гибриду Дарьян снижение меньше – от 2 до 4 %. Если у гибрида Дарьян полевая всхожесть семян относительно лабораторной снизилась в среднем на 4,9 %, то у Полесского 202 – на 18,7 %.

Семена гибрида Дарьян в полевых условиях обеспечили среднюю всхожесть при раннем севе 92,5–94,6 %, оптимальном – 89,8–92,8 %. Она повышалась при мелкой заделке и большей массе семян. Полесский 202 показал полевую всхожесть 70,0–79,5 % при раннем севе и 74,4–85,2 % при оптимальном с аналогичными закономерностями в зависимости от глубины заделки и массы семян. Крупные семена независимо от срока сева обеспечивали в полевых условиях лучшую всхожесть.



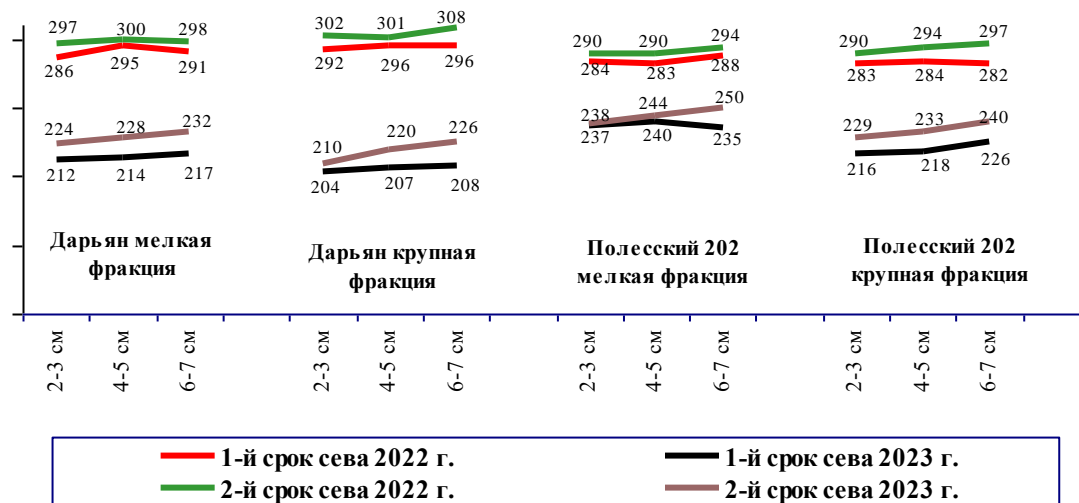
**Рис. 1.** Полевая всхожесть семян кукурузы в зависимости от их массы, глубины заделки и сроков сева, %

В 2023 г. при существенном дефиците осадков отмечена иная закономерность, когда у Полесского 202 полевая всхожесть семян не изменялась от глубины их заделки, а у семян Дарьяна даже повышалась на 2–5 % при севе мелкой фракцией и на 4–7 % – крупной. В этот год полевая всхожесть семян у обоих гибридов оказалась высокой – в среднем по всем вариантам опыта 91,1–94,3 % и относительно лабораторного показателя снижение составило лишь 3,9–4,2 %.

На высоту растений кукурузы сильное влияние оказывали погодные условия. При существенном дефиците осадков в первую половину вегетации кукурузы в 2023 г. этот показатель колебался в пределах 204–250 см (рис. 2).

Он в целом возрастал с увеличением глубины заделки семян и при более позднем сроке сева. Растения гибрида Полесский 202 обеспечили лучший рост, чем гибрид Дарьян, в то время как в 2022 г. отмечалась обратная картина, где их высота колебалась в пределах 282–

308 см и в большей степени изменялась от срока сева. По глубине заделки семян закономерности не просматриваются.



**Рис. 2.** Высота растений гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева, фракции и глубины заделки семян, см

Проведенный 26 сентября 2022 г. учет урожая показал, что глубокая заделка семян на 6–7 см в целом приводила к снижению урожайности зерна у обоих гибридов (таблица 1). Особенно положительно мелкая заделка семян сказалась при раннем севе.

**Таблица 1.** Урожайность зерна кукурузы стандартной влажности в зависимости от срока сева, массы и глубины заделки семян

Глубина заделки семян, см (С)	Фракция семян (В)	Срок сева (А)	Гибрид							
			Дарьян			Полесский 202				
			2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее		
2-3	Мелкая	Ранний	68,7	86,8	77,8	68,5	77,2	72,9		
			4-5	69,0	88,7	78,9	65,7	77,8	71,8	
			6-7	61,7	86,6	74,2	66,2	73,3	69,8	
2-3		Крупная	Оптимальный	61,6	87,4	74,5	64,8	73,6	69,2	
				4-5	63,6	88,9	76,3	68,7	76,2	72,5
				6-7	60,8	89,9	75,4	65,4	74,4	69,9
2-3	Среднее		Ранний	79,4	90,3	84,9	76,4	94,5	85,5	
				4-5	74,9	90,6	82,8	70,2	98,6	84,4
				6-7	74,2	89,3	81,8	69,6	96,5	83,1
2-3		НСР <sub>05</sub>	Оптимальный	72,5	87,7	80,1	69,7	93,2	81,5	
				4-5	71,4	90,8	81,1	71,6	92,2	81,9
				6-7	72,1	90,8	81,5	65	95,3	80,2
<b>Среднее</b>			<b>69,2</b>	<b>89,0</b>	<b>79,1</b>	<b>68,5</b>	<b>85,2</b>	<b>76,9</b>		
	НСР <sub>05</sub>		ABC	6,2	11,9	9,5	7,5	10,1	8,9	
			C	3,2	6,0	4,8	3,6	5,0	4,4	
		A, B	2,6	4,9	3,9	3,2	4,1	3,7		



Ранний сев, как и крупная масса семян, обеспечили более высокую урожайность зерна. Учет урожая в 2023 г. показал несколько иные закономерности. При оптимальном сроке сева глубокая заделка семян, напротив, способствовала росту урожайности зерна, а при раннем сроке сева оптимальной можно считать глубину 4–5 см. Что касается раннего сева и крупной массы семян, то сохранились те же закономерности, что и в прошлом году. В итоге, в среднем за 2 года ранний сев способствовал приросту урожая зерна в среднем на 2,0 ц/га, а посев более крупными семенами обеспечил прибавку 5,8 ц/га у гибрида Дарьян и 11,8 ц/га у гибрида Полесский 202. Для раннего сева более предпочтительной оказалась мелкая заделка семян на 2–3 см.

Притом что ранний сев оказал незначительное влияние на повышение урожайности зерна, вместе с тем, он важен и для снижения его уборочной влажности, о чем свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2. Уборочная влажность зерна кукурузы в зависимости от срока сева, массы и глубины заделки семян отечественных гибридов

Глубина заделки семян, см	Фракция семян	Срок сева	Гибрид					
			Дарьян			Полесский 202		
			2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
2-3	Мелкая	Ранний	43,9	29,5	<b>36,7</b>	42,8	39,4	<b>41,1</b>
4-5			44,2	30,1	<b>37,2</b>	43,1	38,4	<b>40,8</b>
6-7			44,5	31,2	<b>37,9</b>	43,5	40,4	<b>42,0</b>
2-3		Оптимальный	46,1	33,4	<b>39,8</b>	43,7	41,8	<b>42,8</b>
4-5			45,8	33,2	<b>39,5</b>	42,9	41,0	<b>42,0</b>
6-7			44,9	34,9	<b>39,9</b>	42,7	41,8	<b>42,3</b>
2-3	Крупная	Ранний	41,1	30,6	<b>35,9</b>	42,1	32,4	<b>37,3</b>
4-5			43,5	29,5	<b>36,5</b>	42,4	32,4	<b>37,4</b>
6-7			43,0	30,4	<b>36,7</b>	41,9	32,6	<b>37,3</b>
2-3		Оптимальный	44,9	31,6	<b>38,3</b>	43,6	35,1	<b>39,4</b>
4-5			44,2	32,4	<b>38,3</b>	43,6	35,0	<b>39,3</b>
6-7			43,6	33,4	<b>38,5</b>	44,5	35,7	<b>40,1</b>
<b>Среднее</b>			<b>44,1</b>	<b>31,7</b>	<b>37,9</b>	<b>43,1</b>	<b>37,2</b>	<b>40,1</b>

Так, при раннем севе мелкой фракцией семян влажность зерна в среднем за 2 года у гибрида Дарьян снизилась на 2,4 %, у гибрида Полесский 202 – на 1,1 %. При севе крупной фракцией семян у гибрида Дарьян снижение составило 2,0 %, Полесский 202 – 2,3 %. Можно также заметить, что увеличение глубины заделки семян с 2–5 см до 6–7 см способствует повышению уборочной влажности зерна, которая в среднем по опыту возросла с 38,9 до 39,3 %. Если в 2022 г. в среднем по

всем вариантам опыта влажность зерна у гибрида Полесский 202 была ниже на 1,0 %, то в 2023 г., напротив, на 5,5 % большей. Особенно большая разница отмечена по мелкой фракции семян – 8,4 %.

### Заключение

1. На полевую всхожесть семян влияет много факторов. Среди изучаемых в опыте главными явились генотип (средняя разница между гибридами 9,2 %) в совокупности с погодными условиями (7,7 %), затем – масса семян (+ 4,0 % в пользу крупных), глубина заделки семян (+1,3 % на мелкой) и срок сева (+1,2 % к раннему).
2. На рост растений кукурузы сильное влияние оказывают условия влагообеспеченности в первой половине вегетации (разница по годам 68 см), затем срок сева (+10 см при оптимальном), глубина заделки семян (+6 см на 6–7 см) и в меньшей степени их масса и генотип (разница по 4 см).
3. В среднем за 2 года исследований наибольшую урожайность зерна (84,9–85,5 ц/га) с наименьшей его уборочной влажностью (35,9–37,3 %) гибриды Дарьян и Полесский 202 обеспечили при раннем (19–28 апреля) сроке сева, крупной фракцией семян (8–9 мм) с массой 1000 шт. 273–323 г на глубину заделки 2–3 см.

### Литература

1. Вплив строків сівби на врожайність та вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості / С. В. Красненков [та ін.]// Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 2014. – № 7. – С. 62–66.
2. Фуйассар, К. О качественных семенах кукурузы/ К. Фуйассар // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 64–65.
3. Влияние погодных условий и протравителей на полевую всхожесть семян гибридов кукурузы / Ф. И. Привалов [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 6–11.
4. Богданов, А. З. Продуктивность и кормовая ценность гибридов кукурузы, возделываемых на силос в центральной части Беларуси при различной густоте стояния растений, сроках сева и уборки : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. З. Богданов. – Жодино, 2023. – 22 с.
5. Шульц, П. Глубина посева очень важна для кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2022. – №1. – С. 28–29.
6. Шлапунов, В. Н. Срок сева и глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / В. Н. Шлапунов, Н. Ф. Надточаев, В. В.
7. Шолтанюк // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. –2005. – №4. – С. 64–74.
8. Бовсуновский, А. Без разделения на зерновую и фуражную / А. Бовсуновский, М. Шепеля // Зерно. – 2008. – № 2. – С. 38–43.

CZU:633.15:581.1:631.895.

## PRODUCTIVITATEA PORUMBULUI PENTRU BOABE ÎN FUNCTIE DE NIVELUL FOSFORULUI MOBIL ÎN CERNOZIOMUL LEVIGAT

*Leah Nicolai, Panu Vera, Savin Elena*

*Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”,  
Chișinău*

**Abstract.** The evaluation results of the maize-grain yield cultivated on the chernozem leached according to the level of fertilization and agrometeorological conditions of the years 2012-2022 are presented. Maize-grain yields obtained from the unfertilized variant (witness) varied from 0.42 t/ha to 6.03 t/ha. Administration of fertilizers on the natural background on average for 10 years led to the increase of maize yields from 3.14 t/ha to 5.02 t/ha, the production crop yield was 30-60%. At phosphorus levels, the crop yield increased from 13% on the level of 1.5 mg to 27-30% - 2.5-3.5 mg/100 g of mobile phosphorus versus the background level  $N_{120}K_{30}$  mg/100 of soil. The optimal soil phosphorus level for chernozem leached in grain maize cultivation was 2.5-3.5 mg/100 g of soil.

**Keywords:** Chernozem leached, Phosphorus level, Grain maize, Productivity.

### Introducere

În agricultura Republicii Moldova, porumbul ocupă primul loc în structura culturilor cerealiere și a celor furajere. În ultimii zece ani porumbul pentru boabe s-a cultivat anual pe o suprafață de peste 470 mii ha, cu o producție medie în acești ani de la 1,23 până la 5,36 tone la hectar [11].

Productivitatea culturilor agricole în mare parte depinde de umiditatea și nivelul fertilității efective a solului. Cercetările efectuate în Republica Moldova au demonstrat, că cantitatea medie multianuală de precipitații asigură obținerea a 5,6 t/ha porumb pentru boabe. Din contul fertilității naturale a solurilor pot fi obținute 3,1 t/ha porumb boabe. Cantitatea nevalorificată a producției de porumb în condițiile de umiditate a solului constituie 2,5 t/ha. Această cantitate de producție poate fi acoperită din contul sporirii fertilității solului prin administrarea îngrășămintelor și perfecționarea recomandărilor privind folosirea lor rațională [1, 2, 8, 10].

Solurile agricole din republică sunt relativ bogate în humus, media ponderată constituind 3,1%. În procesul mineralizării materii organice anual în sol se produc circa 74 kg/ha azot, cea ce nu este suficient pentru obținerea unor producții profitabile de porumb. După conținutul de fosfor

solurile din republică sunt sărace. Conform rezultatelor ultimului ciclu al cartării agrochimice a solurilor, circa 60% din suprafață cercetată au un grad de asigurare sub conținutul optim de fosfor mobil în sol. Până la 90% din soluri sunt relativ optim asigurate cu potasiu accesibil plantelor. Rezerva principală de potasiu accesibil o prezintă forma schimbabilă, care se restabilește în mare parte în baza dezagregării mineralelor cu potasiu din sol. Din regimurile nutritive a solurilor din Republica Moldova în prim minim este azotul și fosforul [3, 5, 6, 7, 9].

În vederea perfecționării sistemului de fertilizare a cernoziomului levigat din zona de centru a fost evaluată productivitatea și calitatea porumbului pentru boabe în funcție de nivelul de fertilizare și condițiile agrometeorologice a anilor 2012 - 2022.

### **Materiale și metode**

Cercetările au fost efectuate în zona de centru a Republicii Moldova, la Stațiunea experimentală de lungă durată a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo", comuna Ivancea r-l Orhei. Stațiunea de Pedologie și Agrochimie a fost fondată în anul 1964 pe cernoziom levigat luto-argilos. Conținutul de humus în stratul arabil constituie 3,4%;  $pH_{apros} = 6,8$ ;  $\Sigma Ca+Mg = 37,4$  me/100g sol. În asolament se cultivă: grâu de toamnă, porumb boabe, floarea soarelui, orz de toamnă, rapiță și leguminoase (lucernă, mazăre, fasole, soia). La cultivarea porumbului pentru boabe cultura premergătoare pe parcursul anilor 2012-2022 a fost grâul de toamnă. Experiențele de câmp au fost executate în 4 repetiții cu suprafața parcelei de cercetare de 200 m<sup>2</sup> [4]. Investigațiile s-au întreprins pe următoarele nivele de nutriție minerală: fosfor mobil (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) în sol – 1,0-1,2 (fond natural); 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 și 4,5 mg/100 g; potasiu schimbabil (K<sub>2</sub>O) în sol – 29 - 32 mg/100 g de sol. Conținutul de fosfor și potasiu din sol a fost determinat prin metoda Machigin (extras în soluție de 1% de carbonat de amoniu în raport de 1:20, pH=9). Nivelurile de fosfor mobil în sol s-au menținut prin compensarea exportului de fosfor de cultura premergătoare cu aplicarea îngrășămintelor cu fosfor la lucrarea de bază a solului. Îngrășămintele cu potasiu în experiențe din anul 2010 și până în prezent nu s-au aplicat. Doza de azot (N) 120 kg/ha s.a. (substanță activă) a fost aplicată primăvara sub cultivație.

### **Rezultate și discuții**

Cantitatea de precipitații, cât și distribuția lor în perioada de vegetație a plantelor, a condiționat productivitatea porumbului. Pe parcursul anilor agri-

coli de investigare, condițiile agrometeorologice au fost diferite. Din unsprezece ani de cercetare la Stațiunea „Ivancea” doi ani au fost relativ secetoși (2012 și 2015), cu un deficit de umiditate de 17-21% și doi foarte secetoși (2020, 2022), cu deficit de apă de 37-39% de la media multianuală (tab.1).

**Tabelul 1.** Depunerile atmosferice la Stațiunea Experimentală ”Ivancea” în anii 2012-2022

Anul	Luna IX a.2011 - III		IV		V		VI		VII		VIII		IV-VIII		Anul agricol	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
2012	153	60	38	90	114	215	48	61	59	97	22	37	281	95	434	79
2013	293	114	20	47	64	121	84	106	126	206	46	77	340	115	633	115
2014	261	102	25	60	112	211	36	46	55	90	20	33	248	84	509	92
2015	325	127	39	93	10	19	33	42	37	61	15	25	134	45	459	83
2016	252	98	31	74	57	107	133	168	3	5	36	60	260	88	512	89
2017	251	97	99	236	46	87	60	76	91	149	49	82	345	117	596	108
2018	409	159	3	7	27	51	113	143	93	152	13	22	249	84	658	119
2019	237	92	37	88	78	147	90	114	36	59	35	58	276	93	513	93
2020	128	50	10	24	77	145	71	90	57	93	3	5	218	74	346	63
2021	379	147	39	93	101	190	87	110	114	187	117	195	458	155	837	152
2022	141	55	94	224	22	41	5	6	2	3	75	125	198	67	339	61
M.11 ani	257	100	39	93	64	121	69	87	61	100	39	65	273	92	530	96
Mull tia- nual	257	100	42	100	53	100	79	100	61	100	60	100	295	100	552	100

**Notă.** Perioada anilor agricoli se consideră 01.09.2011 – 31.08.2022

Cantitatea de precipitații atmosferice depuse în anii 2014, 2017 și 2019 a fost de 509-596 mm, constituind 92-108% din normă. Peste normă sau așa numiții ”ani umezi” au fost anii 2013, 2018 și 2021, alcătuind 115-152% față de media multianuală. Media anuală a depunerilor atmosferice pe 11 ani a fost cu 22 mm mai mică decât media multianuală, constituind 530 mm (tab.1).

Precipitațiile din perioada rece a anului (septembrie-martie), au creat condiții favorabile de umiditate la desprimăvărare, care au influențat creșterea și dezvoltarea normală a plantelor de porumb. Cantitatea medie de precipitații pentru 11 ani în perioada rece la stațiune a fost la nivelul medii multianuale, constituind 257 mm. Variația depunerilor atmosferice în perioadă septembrie-martie a fost destul de mare, de la 128 mm până la 409 mm, constituind 50% și 159% față de media multianuală. În anii 2020, 2022 și 2012 cantitatea de precipitații a fost numai de 50-60% de la normă, iar 2015, 2018 și 2021 – cu 127-159% peste normă (tab.1).

Depunerile atmosferice pentru perioada activă a culturilor de câmp (aprilie-august) în acești unsprezece ani s-au redus în medie cu 5% față de media multianuală, iar în anul 2015 au fost cu 55% mai puține, constituind 134 mm. Seceta s-a pronunțat mai puternic în lunile iulie și august, unde seceta de sol și aer a coincis, iar cantitatea lunară de precipitații în anii 2015, 2016 și 2020, 2022 s-a micșorat cu 75-97% față de media multianuală, iar temperaturile medii ale aerului au depășit norma cu 2,0-3,9°C (tab.1). În anii 2020 și 2022, ani foarte secetoși, producția de porumb la Stațiune practic a fost compromisă.

Îngrășămintele minerale au influențat pozitiv creșterea și dezvoltarea culturii de porumb. Administrarea lor a condus la mărirea și îmbunătățirea calității producției față de varianta nefertilizată. Producția de porumb boabe pe fondul natural (variante nefertilizată) a variat în acești ani, de la 0,42 t/ha până la 6,03 t/ha (tab.2). Mărimea recoltelor obținute pe fondul natural a fost influențată în mare parte de condițiile agrometeorologice. În deosebi, nivelul recoltelor a fost determinat de rezerve de umiditate în sol la desprimăvărare și precipitațiile din lunile mai-iulie. Aplicarea îngrășămintelor minerale în acești 10 ani a condus la majorarea recoltelor în medie, de la 3,14 t/ha la varianta nefertilizată până la 5,02 t/ha pe variantele fertilizate. Producția de porumb a crescut față de varianta nefertilizată (martor) cu 0,95-1,88 t/ha, obținând un spor de producție de 30-60%. Sporul în recolta la variantele fertilizate cu fosfor s-a mărit în medie de la 13,1%, pe fondul de 1,5 mg de fosfor mobil, până la 27,1-29,7% – 2,5-3,5 mg/100 g de sol față de fondul N<sub>120</sub>P<sub>1,0</sub>K<sub>29-32</sub> (tab.2).

În anii secetoși îngrășămintele minerale au contribuit semnificativ la formarea recoltelor. Cu toate că, recolta globală a scăzut în acești ani, productivitatea culturii de porumb față de varianta nefertilizată s-a mărit în anul 2012 cu 33-64%, în anul 2015 cu 29-70%, iar în anii 2020 și 2022 – de două-trei ori (tab.2). Destul de revelator la formarea recoltelor de porumb în anii de secetă au fost îngrășămintele cu fosfor.

Rolul lor la formarea producției de porumb în acești ani a fost de 7-98%. În anii 2020 și 2022 în afară de seceta de sol plantele de porumb au fost influențate și de seceta de aer, care la rândul ei a condus la formarea știuletelui mic cu boabe puține și în consecință obținerea unei producții modeste (tab.2).

Calitatea porumbului pentru boabe a fost influențată direct de aplicarea îngrășămintelor. Conținutul de proteină brută în boabele de porumb a variat de la 6,2% până la 12,0%. Valoarea medie a proteinei brute în acești zece ani la varianta nefertilizată a fost de 7,59%, crescând pe variantele fertilizate până la 8,53-9,28%. Pe nivelele de fosfor mobil conținutul proteinei brute s-a mărit în medie de la 0,25% până la 0,75% față de fondul N<sub>120</sub>P<sub>1,0</sub>K<sub>29-32</sub> (tab.3).

**Tabelul 2.** Recolta de porumb boabe obținută pe cernoziomul levigat funcție de nivelul de fertilizare, t/ha

Varianta	Anul de investigare										Me- dia, t/ha	Spo- rul, %
	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Martor	2,25	6,03	3,76	2,63	2,72	4,64	3,94	0,42	4,17	0,88	<b>3,14</b>	-
N <sub>120</sub> P <sub>1,0</sub> K	3,01	7,18	5,23	3,39	3,37	5,98	5,38	0,78	5,63	1,00	<b>4,09</b>	<b>30,2</b>
N <sub>120</sub> P <sub>1,5</sub> K	3,29	7,66	6,15	3,62	3,52	6,20	5,85	0,92	6,15	1,65	<b>4,50</b>	<b>43,3</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,0</sub> K	3,42	8,00	6,35	4,06	3,77	6,50	6,31	0,95	6,61	1,80	<b>4,78</b>	<b>52,2</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,5</sub> K	3,67	8,01	6,50	4,36	4,09	6,54	6,41	1,07	6,75	1,97	<b>4,94</b>	<b>57,3</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,0</sub> K	3,59	7,92	6,35	4,47	4,38	6,60	6,59	1,10	6,93	1,98	<b>4,99</b>	<b>58,9</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,5</sub> K	3,69	8,07	6,50	4,32	4,55	6,54	6,59	1,24	6,89	1,95	<b>5,02</b>	<b>59,9</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,0</sub> K	3,60	7,98	6,47	4,28	4,44	6,57	6,46	1,15	6,76	1,89	<b>4,96</b>	<b>57,9</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,5</sub> K	3,62	8,23	6,03	4,29	4,49	6,59	6,50	1,08	6,80	1,94	<b>4,96</b>	<b>57,9</b>

\*K – fond, conținutul de potasiu schimbabil în sol este 29-32 mg/100g de sol.

Cantitatea de proteină brută la cultivarea porumbului raportată la o unitate de suprafață este un indicator integral privind evaluarea productivității culturii.

**Tabelul 3.** Conținutul de proteină brută (N, % x 6,25) în boabele de porumb cultivat pe cernoziomul levigat, %

Varianta	Anul de investigare										Media, %
	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Martor	9,6	6,2	7,3	8,4	6,8	6,6	7,4	9,0	7,0	7,6	<b>7,59</b>
N <sub>120</sub> P <sub>1,0</sub> K	10,8	7,0	8,2	8,9	8,1	7,4	8,1	9,8	8,1	8,9	<b>8,53</b>
N <sub>120</sub> P <sub>1,5</sub> K	11,2	7,2	8,3	9,1	8,7	7,6	8,4	10,2	8,3	8,8	<b>8,78</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,0</sub> K	11,3	7,4	8,7	9,3	9,4	7,9	8,7	10,3	8,4	8,8	<b>9,02</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,5</sub> K	11,8	7,6	8,3	9,2	9,6	8,1	8,8	10,8	8,3	8,9	<b>9,14</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,0</sub> K	11,9	7,9	8,5	9,2	9,7	8,4	8,9	10,9	8,5	8,9	<b>9,28</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,5</sub> K	12,0	7,8	8,4	9,3	9,9	8,5	9,0	10,0	8,4	9,0	<b>9,23</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,0</sub> K	12,0	7,7	8,6	9,2	9,4	8,3	8,9	10,0	8,4	9,0	<b>9,15</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,5</sub> K	12,0	7,7	8,7	9,3	9,6	8,4	9,0	10,0	8,4	8,7	<b>9,18</b>

\*K – fond, conținutul de potasiu schimbabil în sol este 29-32 mg/100g de sol.

Administrarea îngrășămintelor minerale practic a dublat cantitatea de proteină brută obținută la 1 ha față de fondul natural. În medie în acești ani pe nivelurile de fertilizare cantitatea de proteină brută s-a majorat de la 226 kg/ha până la 450 kg/ha (tab.4).

**Tabelul 4.** Cantitatea de proteină brută de porumb obținută în funcție de nivelul de fertilizare, kg/ha

Varianta	Anul de investigare										Me- dia, kg/h a	Ran- damen- tul, %
	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Martor	216	374	274	221	185	306	291	38	292	67	<b>226</b>	-
N <sub>120</sub> P <sub>1,0</sub> K	325	502	429	302	273	442	436	76	456	89	<b>333</b>	<b>47</b>
N <sub>120</sub> P <sub>1,5</sub> K	368	551	510	329	306	471	491	94	510	145	<b>377</b>	<b>67</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,0</sub> K	386	592	552	377	354	513	549	98	555	158	<b>413</b>	<b>83</b>
N <sub>120</sub> P <sub>2,5</sub> K	433	609	539	401	393	530	564	115	560	175	<b>432</b>	<b>91</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,0</sub> K	427	626	540	411	425	554	586	120	589	176	<b>445</b>	<b>97</b>
N <sub>120</sub> P <sub>3,5</sub> K	443	629	546	402	450	556	593	124	579	175	<b>450</b>	<b>99</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,0</sub> K	432	614	556	394	417	545	575	115	568	170	<b>439</b>	<b>94</b>
N <sub>120</sub> P <sub>4,5</sub> K	434	634	525	399	431	554	585	108	571	169	<b>441</b>	<b>95</b>

\*K – fond, conținutul de potasiu schimbabil în sol este 29-32 mg/100g de sol.

Randamentul îngrășămintelor minerale aplicate la porumb a fost semnificativ, măriindu-se de la 47% până la 99% față de varianta nefertilizată (martor). La variantele cu nivelurile de fosfor pe fondul N<sub>120</sub>P<sub>1,0</sub>K randamentul acțiunii fosforului a crescut de la 20% până la 52%. Pe nivelurile de fosfor mobil mai ridicate de 3,5 mg/100 g de sol producția de porumb nu s-a majorat, randamentul reducându-se cu 4-5% (tab.4).

### Concluzii

Administrarea îngrășămintelor minerale în experiențe de lungă durată pe fondul natural a cernoziomului levigat în medie de 10 ani a condus la majorarea producției de porumb pentru boabe de la 3,14 t/ha până la 5,02 t/ha, obținându-se un spor de 30-60%.

Nivelurile de fertilizare cu fosfor de la 1,5 mg până la 4,5 mg/100 g de sol fosfor mobil pe fondul optimal de azot și potasiu au condus la mărirea recoltelor de porumb boabe cu 13-30%. Nivelurile de fosfor mobil mai mari de 3,5 mg/100 g de sol n-au sporit productivitatea porumbului, randamentul fiind în descreștere.

S-a stabilit, că pentru obținerea unei cantități de porumb pentru boabe de 5-6 t/ha, nivelul optimal de fosfor mobil pe cernoziomul levigat este de 2,5-3,5 mg/100 g de sol (metoda Macighin).

### Bibliografie

1. ANDRIEȘ S., 2007 – Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Editura Pontos, Chișinău, pp: 14-29. ISBN 978-9975-102-23-0.



2. ANDRIEȘ S., LUNGU, V., DONOS, A., LEAH, N., 2008 - Sistem inofensiv de fertilizare a plantelor de cultură pentru diminuarea consecințelor secetei și conservarea fertilității solului. În: Diminuarea impactului factorilor pedoclimatici extremi asupra plantelor de cultură. Tipografia A.Ș.M., Chișinău, pp: 67-77. ISBN 978-9975-62-231-8.
3. ANDRIEȘ S., 2011 – Agrochimia elementelor nutritive fertilitatea și ecologia solurilor. Editura Pontos, Chișinău, pp: 26-70. ISBN 978-9975-51-203-9.
4. ANDRIEȘ S., LUNGU V., LEAH N., 2014 – Long-Term Field Experiments as a Foundation for Conserving and Enhancing Soil Fertility. In: Soils World Heritage. Springer Science+Business Media Dordrecht, pp: 201-207. ISBN 978-94-007-6186-5.
5. BURLACU I., 2000 – Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova. Editura Pontos, Chișinău, pp: 26-114. ISBN 9975-938-16-7.
6. LEAH N., LEAH Tamara, ANDRIEȘ S., 2010 – Impactul îngrășămintelor chimice asupra calității cernoziomurilor levigate din Moldova Centrală. În: Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova (baza de date, concluzii, prognoze, recomandări). Editura Pontos, Chișinău, pp: 348-355. - ISBN 978-9975-51-138-4.
7. LEAH Tamara, LEAH N., 2012 – Evolution of chernozems leached quality under intensive agriculture in the Republic Moldova. In: Scientific Papers. USAMV Bucharest. Series A. Agronomy, Vol. LV, pp: 70-74. ISSN 2285-5785.
8. LUNGU V., ANDRIEȘ S., LEAH N., GRIȚUC S., 2013 – Productivitatea culturilor agricole în asolamente de câmp în funcție de sol și nivelul de nutriție în experiențele de lungă durată. In: Cernoziomurile Moldovei – evoluția, protecția și restabilirea fertilității lor. Culegere de articole științifice. – Chișinău: S. n. (Tipogr. „Reclama”), pp: 241-244. ISBN 978-9975-4494-1-0.
9. PROGRAMUL complex de valorificare a terenurilor degradate și spori rea fertilității solurilor. Partea a II-a: Sporirea fertilității solurilor. Chișinău: Pontos, 2004, pp: 8-29. ISBN 9975-927-97-1.
10. ЛУНЕВА Р.И., РЯБИНИНА Л.Н., МАРКИНА С.И., ЛЕСИНА Т.И., 1986 – Бонитировка почв. В: Почвы Молдавии. – Т. 3: Использование, охрана и улучшение / Кишинев: Штиинца, с. 29-55.
11. \*\*\*<https://statbank.statistica.md>. Buletin statistic 2021/Nr IV. Accesat la 30.03.2022.

CZU: 633.15:581.1:635.895

## **ACȚIUNEA ÎNGRĂȘĂMINTELOR COMPLEXE APLICATE ÎNAINTE DE SEMANAT ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII PORUMBULUI PENTRU BOABE**

*Tamara Leah, dr.conf., Vasile Lungu, dr.conf., Nicolai Leah, cercet. șt.  
Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”*

**Rezumat.** Administrarea îngrășământului complex *Syner Tech Petrodava-1* în doze de 150-200 L/ha la cultivarea porumbului pentru boabe în condiții de secetă a condus la creșterea recoltelor de boabe cu 0,38-0,42 t/ha,

iar randamentul de proteină brută cu 43-49 kg/ha în comparație cu varianta nefertilizată. Eficacitatea agronomică a fertilizantului *SynerTech Petrodava-1* a constituit 135-140%. Se recomandă producătorilor agricoli ca îngrășământul complex *SynerTech Petrodava-1* să fie inclus în sistemul de fertilizare a porumbului pentru boabe în condițiile Republicii Moldova, epoca de aplicare - primăvara prin stropirea solului la pregătirea patului germinativ, în doză de 150-200 L/ha.

**Cuvinte cheie:** *SynerTech Petrodava-1*, porumb boabe, fertilizare, eficacitatea agronomică, proteină brută.

**Abstract.** The administration of the *SynerTech Petrodava-1* complex fertilizer in doses of 150-200 L/ha when growing grain corn in drought conditions led to an increase in grain yields by 0.38-0.42 t/ha, and the yield of crude protein with 43-49 kg/ha compared to the non-fertilized version. The agronomic efficiency of *SynerTech Petrodava-1* fertilizer was 135-140%. It is recommended to agricultural producers that the *SynerTech Petrodava-1* complex fertilizer be included in the corn fertilization system for grains under the conditions of the Republic of Moldova, the time of application - spring by sprinkling the soil when preparing the seed bed, in a dose of 150-200 L/ha.

**Keywords:** *SynerTech Petrodava-1*, grain corn, fertilization, agronomic efficiency, crude protein.

### Introducere

În Republica Moldova porumbul pentru boabe se cultivă anual pe cca 470-500 mii ha sau pe 33% din suprafața totală arabilă. Recolta în medie pe ultimii 10 ani nu a depășit 3,0 tone la 1 ha [9].

Productivitatea porumbului în mare parte depinde de umiditatea și nivelul fertilității efective a solului. Solurile Moldovei se caracterizează printr-o fertilitate naturală relativ ridicată, dar persistă deficitul de macro- și microelemente [1, 2]. Unul din factorii producției scăzute este aplicarea unor norme de îngrășămintă foarte reduse de 20-30 kg/ha. De aceea pentru a obține recolte înalte și stabile de porumb, este necesar să fie aplicate îngrășămintă în doze, epoci și proporții optime. Una dintre modalitățile de optimizare a nutriției minerale a plantelor de porumb și de eliminare rapidă a carenței elementelor biofile este hrănirea suplimentară prin introducerea în sistemul de fertilizare a noilor tipuri de îngrășămintă efective [4, 5].

O rezervă importantă de sporire a productivității porumbului este implementarea în producere a noilor tipuri de fertilizanți complecși cu macro-, microelemente și stimulatori de creștere. Fertilizarea suplimentară a plantelor cu

îngrășăminte complexe compensează deficitul de macro- și microelemente și conduce la creșterea productivității culturii de porumb [1, 4, 5, 6].

*Scopul* cercetărilor a fost testarea fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* în doză de 150-200 L/ha aplicat prin stropirea solului la pregătirea patului germinativ, în vederea determinării eficacității agronomice la cultivarea porumbului pentru boabe în condițiile Republicii Moldova.

### **Materiale și metode**

Lucrările de testare a fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* au fost efectuate în Laboratorul de agrochimie a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo". Experiența de câmp a fost fondată pe teritoriul Stațiunii experimentale a Institutului (com. Ivancea, r-l Orhei), situată în zona pedoclimaterică de Centru a Republicii Moldova. Învelișul de sol al lotului experimental este reprezentat de cernoziom levigat luto-argilos pe argilă lutoasă.

Pentru determinarea eficacității agronomice a fertilizantului *SynerTech Petrodava-1* în doză de 150-200 L/ha aplicat la cultivarea porumbului pentru boabe în condițiile Republicii Moldova a fost fondată o experiență de câmp cu următoarea schemă:

1. Martor (nefertilizat)
2. Nitroamofosca 16:16:16 (standard) – 150 kg/ha
3. SynerTech Petrodava-1 – 150 L/ha
4. SynerTech Petrodava -1– 200 L/ha

**Notă.** *Syner Tech Petrodava 1* [**Macroelemente:** N - 14,1%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 18,0%. **Microelemente:** B - 0,1%; Zn - 0,2%. *PHYSIO PRO-2* (extract din plante - stimulator de creștere)].

Porumbul pentru boabe a fost cultivat în asolament cerealier. Cultura premergătoare – floarea soarelui. Experiența a fost fondată în 4 repetiții, variantele – amplasate sistematic randomizat conform metodicii [3]. Suprafața parcelei elementare - 102 m<sup>2</sup>.

Porumbul pentru boabe, hibridul *Union* (FAO 380-400) a fost semănat la 13.05.2022. Acest hibrid este omologat și recomandat pentru cultivare în Republica Moldova. Primele plantule de porumb au răsărit după 22.05.2022. Densitatea plantelor la răsărire a fost de 56 mii la 1 ha.

Testarea eficacității agronomice a fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* a fost efectuată în conformitate cu „Programa de Stat de Testare” elaborată de Centrul de Stat. Fertilizantul testat a fost aplicat prin stropirea solului înainte de cultivație la pregătirea patului germinativ, la data de 13.05.2022 în dozele recomandate de firmă.

Indicii agrochimici ai solului au fost determinați conform metodelor:

Humusul, % – metoda Tiurin, GOST 26213-84;

Azotul nitric (N-NO<sub>3</sub>), mg/kg – metoda Grandvali-Leaju, cu acid fenol-disulfonic

Fosforul mobil, mg/kg – metoda Macighin, GOST 26205-84;

Potasiul schimbabil, mg/kg – metoda Macighin, GOST 26205 – 84;

Capacitatea de nitrificare, mg/kg – metoda Kravkov;

pH extrasul apos, unități – metoda potențiomtrică;

Umiditatea solului, % – metoda prin uscare în etuvă;

Microelementele în probele de sol au fost determinate în Laboratorul de Încercări “Calitatea solului, plantelor și a fertilizanților” a IPAPS ”Nicolae Dimo”; Proteina brută în boabele de porumb,% – metoda Kjeldahl ( $N_{total} * 6,25$ ).

Pe parcursul vegetației porumbului au fost efectuate observații fenologice privind creșterea și dezvoltarea culturii. Recoltarea porumbului pentru boabe s-a efectuat manual. Prelucrarea matematică a datelor experimentale obținute a fost realizată prin metode de statistică [8].

### **Rezultate și discuții**

Conform condițiilor pedoclimatice ale Republicii Moldova locația testării a fost zona de Centru. Media anuală de precipitații constituind 541 mm, iar temperatura medie anuală fiind de 9,5°C [7]. Acești indicatori oscilează în limite mari de la an la an. Coeficientul hidrotermic constituie 1,0. Condițiile agroclimatice formate permit obținerea a cca 5-6 tone de porumb.

*Condițiile agrometeorologice* a anului agricol 2021-2022 n-au fost favorabile pentru creșterea și dezvoltarea porumbului. Cantitatea, cât și repartizarea precipitațiilor atmosferice în perioada de vegetație au condiționat nivelul recoltei. Pe parcursul anului agricol la Stațiunea Experimentală “Ivancea” s-au depus 339 mm de precipitații, sau 63% din media multianuală, aceasta cantitate fiind catalogată ca o secetă foarte puternică (tab.1).

Cantitatea de precipitații depuse în perioada caldă (aprilie-septembrie) s-au repartizat neuniform în timp, iar vremea s-a menținut cu temperaturi la un nivel destul de ridicat. În perioadă activă de vegetație a porumbului (mai-iulie), s-au depus de la 2 mm până la 22 mm de precipitații sau 3-42% față de media multianuală, iar temperaturile medii lunare au fost mai ridicate cu 1,7-2,2°C (tab.1).

Cantitatea de precipitații în perioada rece a anului (septembrie-martie) a fost de 94 mm, cu 111 mm mai puțin decât media multianuală. Ca rezultat la semănat în sol s-a creat un deficit de umiditate, care a influențat creșterea și dezvoltarea normală a plantelor. În confirmare vom menționa că rezervele de umiditate la semănat pe cernoziomul levigat la cultivarea porumbului au constituit 85 mm (tab.1).

Tabelul 1. Condițiile agrometeorologice a anului agricol 2021-2022 din zona de Centru la Stațiunea experimentală din Ivancea, Orhei [7]

Indicii agrometeorologici	Perioada, luna								
	X-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	Annual
Precipitații,mm	94	94	22	5	2	75	47	245	339
<i>Media multi-anuală, mm</i>	205	41	52	71	67	59	46	336	541
<b>Devierea, %</b>	<b>46</b>	<b>229</b>	<b>42</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>127</b>	<b>102</b>	<b>73</b>	<b>63</b>
Temperatura aerului, °C	4,1	11,3	15,6	21,0	22,9	23,7	16,4	18,5	11,3
<i>Media multi-anuală, °C</i>	2,1	10,1	15,8	19,3	20,7	20,1	15,3	16,9	9,5
<b>Devierea, °C</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>	<b>- 0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>	<b>3,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>

Regimul termic ridicat și deficitul de precipitații, semnalate în decursul lunii iunie - iulie, au contribuit la acutizarea secetei atmosferice și pedologice. Ca urmare a secetei la porumb s-a semnalat îngălbenirea prematură a frunzelor de la nivelul inferior. Cantitatea de precipitații din luna august a compensat o parte din deficitul de umiditate format în lunile iunie-iulie, ameliorând într-o măsură oarecare creșterea și umplerea boabelor în știuleți (tab.1).

Condițiile agrometeorologice severe aproape pentru toată perioada de vegetație a porumbului au avut un impact negativ asupra formării recoltei. Plantele pe tot parcursul de creștere și dezvoltare a culturii au fost în stres fiziologic, fenofazele de dezvoltare pe variante au mers în același timp fără diferențe evidente, nu s-au observat semne de acțiune fitotoxică asupra plantelor, morfogeneză, anomalii.

*Condițiile agropedologice.* Până la fondarea experienței, de pe câmpul experimental au fost recoltate probe de sol pentru determinarea indicilor agrochimici. Învelișul de sol al lotului experimental este prezentat de cernoziom levigat luto-argilos pe argilă lutoasă. Conținutul de humus în stratul arabil este 3,41%; pH în extractul apos - 6,8; fosforul mobil  $P_2O_5$  - 46,7 mg/kg și potasiul schimbabil  $K_2O$  - 390 mg/kg de sol. În stratul de 1 m de sol au fost determinate rezervele de apă și azot nitric, care au constituit, respectiv: 85 mm și 98 kg/ha. Conținutul de microelemente în stratul arabil este moderat pentru bor, ridicat pentru cupru și excesiv pentru mangan, zinc și molibden (tab.2). Conform clasificăției agrochimice solul lotului demonstrativ este optimal pentru cultivarea porumbului [5].

În perioada de vegetație a porumbului s-au efectuat observații fenologice privind creșterea și dezvoltarea culturii. Semănăturile de porumb au

răsărit după 22.05.2022 într-o stare bună cu densitatea medie de 56 mii plante la ha. Pe lotul experimental densitatea plantelor a fost uniformă, fără plante cu semne de acțiune fitotoxică, morfogeneză și anomalii.

Tabelul 2. Indicii agrochimici ai solului terenului de încercări (11.05.2022)

Stratul de sol, cm	Umiditatea solului		N-NO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Humus, %	pH extract apos
	%	Productivă, mm	mg/kg	kg/ha	mg/kg de sol			
0-20	17,6	13,8	8,7	20,8	4,67 optimal	39 ridicat	3,41 optimal	6,8 slab acid
20-40	20,5	19,1	9,1	22,9	-	-	-	-
40-60	21,2	19,8	7,0	18,8	-	-	-	-
60-80	19,6	15,7	4,3	11,9	-	-	-	-
80-100	20,5	16,8	8,4	23,4	-	-	-	-
<b>0-100</b>		<b>85,2</b>		<b>97,8</b>	-	-	-	-
<b>Conținutul de microelemente în stratul arabil</b>								
Stratul de sol, cm	Mn	Zn	Cu	B	Mo			
0-30	1748,2	78,6	9,9	9,4	65,7			
-//-	1195,3	42,2	13,0	8,8	33,3			
-//-	1504,9	39,9	8,2	9,6	49,6			
<b>Media</b>	1482,8 excesiv	53,6 excesiv	10,7 ridicat	9,3 moderat	49,5 excesiv			

Porumbul la 30.05.2022 a fost în faza de două frunze reale. La 24.06.2022 porumbul s-a aflat în fenofaza de 6-8 frunze. În a doua jumătate a verii la 28.07.2022 s-a semnalat formarea și înflorirea paniculului și știuletelui. În luna august porumbul s-a dezvoltat ajungând în fenofazele de coacere în lapte și ceară a boabelor. În septembrie, la porumb s-au dezvoltat fenofazele - coacerea în ceară și coacerea deplină.

Principalul indicator de evaluare a eficacității îngrășămintelor este recolta și calitatea ei. Recolta porumbului la varianta martor a fost în medie de 1,51 t/ha, iar pe cele fertilizate 1,89-1,93 t/ha. Aplicarea fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* a mărit recolta cu 0,38-0,42 t/ha față de martor. Sporul producției obținute a constituit 125-128% (tab.3). Sporurile obținute de la fertilizantul testat în doze de 150-200 L/ha față de martor sunt statistic dovedite. Statistic nu s-a dovedit diferența în recoltă dintre dozele de îngrășămintă (tab.3).

Tabelul 3. Influența fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* asupra producției de porumb, a.2022

Varianta	Repetiții				Recolta medie, t/ha	Sporul	
	I	II	III	IV		t/ha	%
Martor (nefertilizată)	1,56	1,32	1,79	1,37	1,51	-	<b>100</b>
Nitroamofosca 16:16:16 (standard) – 150 kg/ha	1,58	2,91	1,63	1,56	1,92	0,41	<b>127</b>
SynerTech Petrodava 1 – 150 L/ha	1,58	2,02	1,88	2,08	1,89	0,38	<b>125</b>
SynerTech Petrodava 1 – 200 L/ha	2,16	1,75	2,20	1,61	1,93	0,42	<b>128</b>
DL <sub>0,95</sub> , t/ha - <b>0,26</b>			P, % - <b>6,49</b>				

Administrarea fertilizantului *SynerTech Petrodava-1* a mărit cantitatea de proteina bruta obținută cu 43-49 kg/ha față de varianta martor. Eficacitatea agronomică a fertilizantului testat în doze de 150-200 L/ha a constituit 135-140 % (tab.4).

Așadar, aplicarea fertilizantului complex *SynerTech Petrodava 1* în doze de 150-200 L/ha poate fi folosit în calitate de îngrășământ suplimentar la optimizarea regimurilor de azot, fosfor, bor și zinc în perioada pregătirii patului germinativ.

Tabelul 4. Eficacitatea agronomică a fertilizantului *Syner Tech Petrodava-1* la cultivarea porumbului boabe, a.2022

Varianta	Recolta, t/ha	Sporul în recoltă		Proteina brută %	Randamentul de proteină brută	
		t/ha	%		kg/ha	%
Martor (nefertilizată)	1,51	-	100	8,0	121	100
Nitroamofosca 16:16:16 (standard) – 150 kg/ha	1,92	0,41	<b>127</b>	8,44	162	<b>134</b>
Syner Tech Petrodava 1 – 150 L/ha	1,89	0,38	<b>125</b>	8,69	164	<b>135</b>
Syner Tech Petrodava 1 – 200 L/ha	1,93	0,42	<b>128</b>	8,81	170	<b>140</b>
DL <sub>0,95</sub> , t/ha - 0,26		P,% - <b>6,49</b>				

### Concluzii

Testarea fertilizantului complex *SynerTech Petrodava-1* în calitate de îngrășământ suplimentar la optimizarea regimurilor de azot, fosfor, bor și

zinc a avut un efect pozitiv asupra productivității. Recolta de boabe a crescut cu 0,38-0,42 t/ha, iar randamentul de proteină cu 43-49 kg/ha în comparație cu varianta nefertilizată. Eficacitatea agronomică a fertilizantului *SynerTech Petrodava-1* în doze de 150-200 L/ha a constituit 135-140%.

Simptome fitotoxice a acțiunii fertilizantului *SynerTech Petrodava-1* asupra plantelor de porumb nu s-au observat.

În baza rezultatelor obținute se recomandă producătorilor agricoli ca îngrășământul complex *SynerTech Petrodava-1* să fie inclus în sistemul de fertilizare a porumbului pentru boabe în condițiile Republicii Moldova, cu epoca de aplicare primăvara prin stropirea solului la pregătirea patului germinativ în doză de 150-200 L/ha.

### Bibliografie

1. Andrieș, S. (2011). *Agrochimia elementelor nutritive fertilitatea și ecologia solurilor*. Ch.: Pontos, p.26-70.
2. Burlacu, I. (2000 ). *Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova*. Ch.: Pontos, p.26-114. ISBN 9975-938-16-7.
3. Îndrumări metodice pentru testarea îngrășămintelor (2014). Ch.: Print-Caro, 83 p.
4. Micu, V. Caraivanov, Gh. Pritula, Gr. Garbur, I. et al. (2001). *Recomandări privind cultivarea porumbului în Moldova*. Institutul CȘ pentru Porumb și Sorg din Republica Moldova. Pașcani.
5. Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor pe diferite tipuri de sol la culturile de câmp (2012). Ch.: Pontos, 68 p.
6. Spivacenco A., Meleca A., Criucicov O. (2021). *Rolul fertilizantilor foliari asupra recoltei porumbului*. Mater. Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective”, ed. 6-a, 20-21 mai 2022, BALȚI / coordonator (editor): Valeriu Capcelea. pp. 200-203. ISBN 978-9975-3465-5-9.
7. Агрометеорологический бюллетень. Ежедекадная информация. Гидрометеорологической Республики Молдова. 2021-2022.
8. Доспехов, Б.А. *Методика полевого опыта*. М., Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. \*\*\*<https://statbank.statistica.md>. Buletin statistic 2021/Nr. IV. Accesat la 03.03.2022.



## INFLUENȚA UNOR ELEMENTE TEHNOLOGICE ASUPRA PRODUCȚIEI LA ORZOAICA DE PRIMĂVARĂ

*Mărginean Raluca<sup>1</sup> Drd., Șopterean Laura<sup>2\*</sup> Dr., Șimon Alina<sup>2</sup> Dr.,  
Russu Florin<sup>2</sup> Dr., Rusu Teodor<sup>1</sup> Prof.dr., Duda Matei-Marcel<sup>1</sup>, Prof.dr.*

*<sup>1</sup>Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină  
Veterinară, Calea Mănăștur nr. 3-5, 400372, Cluj-Napoca, România*

*<sup>2</sup>Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda, Agriculturii, nr. 27,  
401100, Turda, România, \*Autor corespondent: ticulaura@yahoo.com*

**Rezumat.** Agricultura ecologică (a.e.) s-a extins în mare parte datorită unor factori sociali și politici, precum Green Deal și stimulentele acordate fermierilor. Nivelul producției agricole este, de obicei, cel mai important parametru urmărit de fermieri. În această lucrare ne-am propus studierea efectului tehnologiei aplicate, convenționale și ecologice, asupra producției la 8 soiuri de orzoaică de primăvară, în condițiile anului 2023, la SCDA Turda. În urma evaluării s-a confirmat că cele mai ridicate producții s-au obținut în sistem convențional (media de 3868 kg/ha, amplitudinea 3137-4342 kg/ha), cele mai productive soiuri fiind Romanița (4342 kg/ha), Daciana (4219 kg/ha) și Sunshine (4186 kg/ha). În sistemul ecologic producțiile au fost mai mici, în medie cu 195 kg/ha, cu diferențe distinct semnificative față de martor. Din genotipurile studiate aici, cele mai pretabile pentru agricultura ecologică au fost: Daciana, Tatum, Sunshine și Armada, producțiile celor 8 genotipuri fiind cuprinse între 3109-4066 kg/ha.

**Cuvinte cheie:** orzoaică de primăvară, tehnologii convenționale și ecologice, producție.

### Introducere

Agricultura ecologică (a.e.) a avut o creștere continuă la nivel mondial, acest trend fiind și în România, suprafețele înregistrate în sistem ecologic au crescut în ultimii ani de la 246 mii ha în 2015 la 579 mii ha în 2022 (Fibl Statistics, 2022). Potrivit Eurostat, a.e. în România reprezintă 4,42% din totalul suprafețelor agricole cultivate raportat la anul 2021. În România suprafața cultivată cu orz în sistem ecologic este de 426 mii ha, cu o producție medie de 4007 kg/ha (FAO). Prin Acordul Verde (Green Deal), Comisia Europeană și-a propus ca până în anul 2030, aprox. 25% din suprafața agricolă să fie certificată ecologic, iar Europa să fie primul continent neutru din punct de vedere climatic ([agriculture.ec.europa.eu](http://agriculture.ec.europa.eu)).

La nivel mondial, orzul este printre cele mai vechi cereale cultivate (Zohary și colab., 2012), având totodată și o mare plasticitate ecologică,

fiind cultivat atât în țările avansate cât și în cele în curs de dezvoltare, cu un impact economic semnificativ în furajarea animalelor și industria berii. Chiar și în prezent, orzul reprezintă o componentă importantă și în hrana oamenilor în unele zone ale lumii (Ullrich, 2011). Orzul se află pe locul cinci în lume, ca suprafață cultivată la nivel mondial, după grâu, porumb, orez și soia, cu o suprafață de 47 mil ha (FAO). Datorită perioadei mai scurte de vegetație poate fi luat în calcul ca și cultură principală sau secundară, fiind o soluție utilă pentru respectarea standardelor de ecocondiționabilitate (GAEC7) la rotația culturilor.

Schimbările climatice au început deja să aibă un impact substanțial asupra randamentelor, iar evenimentele meteorologice extreme, precum seceta și inundațiile, sunt de așteptat să apară în mod sistematic cu efecte catastrofale pentru producțiile agricole (climate-adapt.eea.europa.eu). Este posibil ca nivelul ridicat de materie organică să facă sistemul de agricultură ecologică mai puțin predispus la evenimente de secetă extremă, care ar putea fi confirmat de numărul mai mic de irigații (Schrama și colab., 2018).

### Materialul și metoda de cercetare

Cercetarea a fost amplasată la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda (SCDA Turda), la Laboratorul de tehnologii și mecanizare, cu 8 genotipuri de orzoaică, în 3 repetiții, cu suprafața recoltabilă a parcelei de 9 mp, desimea 550 b.g./mp. după metoda blocurilor randomizate, conform schiței (fig. 1), în anul 2023. Tipul de sol este cernoziom cambic, cu 2,89% humus și pH-ul de 8.49. Asolamentul de 5 ani: soia-grâu-porumb-grâu-orzoaică. Semănatul: la 30 martie, cu semănătoarea autopropulsată de cereale păioase Wintersteiger Plotseed, iar recoltatul la 5 august cu combina de cereale păioase Wintersteiger classic.

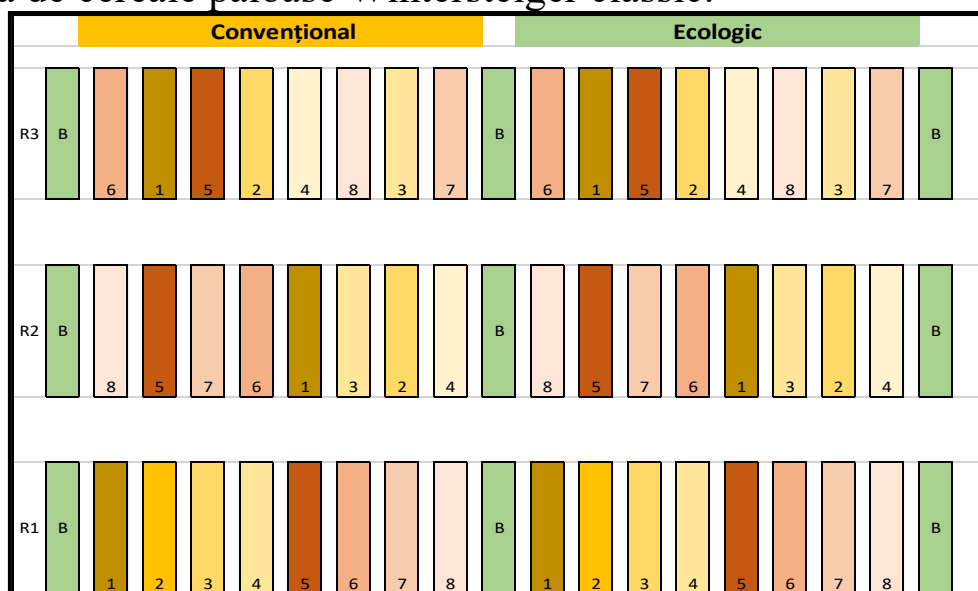


Fig. 1. Schema experienței

Protocolul privind inputurile utilizate în funcție de tehnologia aplicată culturii este prezentat în tabelul 1.

Tabelul 1. Lista inputurilor chimice și ecologice utilizate

Sistemul de cultivare	Inputul	Substanța activă	Momentul aplicării	Doza
Convențional	Tratament sămânță	difenoconazol	Înainte de semănat	1,5 l/1 t
	Îngrășământ	azot total, azot nitric, azot amoniacal, CaO, MgO	BBCH 0/24-25	150 kg/ha
	Erbicid	amidosulfuron, iodosulfuron-metil-Na, mefenpyr dietil	BBCH 24-25	0,1 l/ha
		acid 2,4 D și dicamba		1 l/ha
	Fungicid	protioconazol, spiroxamină, tebuconazol	BBCH 30	0,6 l/ha
Insecticid	tau-fluvalinat	BBCH 30	0,2 l/ha	
Ecologic	Tratament sămânță	extracte de plante, ulei de plante și fructe	Înainte de semănat	1 l/1 t
	Gunoii de grajd de bovine și de pasăre humificat	substanță organică humificată, N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, Carbon organic, acizi fulvici, cizi humici, SO <sub>3</sub> , Mn, B, Co, Zn, Mo, Mg.	BBCH 0/24-25	1000 kg/ha
	Fungicid	extract din coaja arborelui Mimosa	BBCH 30	1 l/ha
	Fungicid	Cu	BBCH 30	1 l/ha
	Insecticid	Zn	BBCH 30	1 l/ha
	Fertilizare foliară	S, Ca, N, P, K, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn, B	BBCH 24-25	0,5 l/ha

Studiul a cuprins următorii factori experimentali:

A) Sistemul de cultură, cu 2 graduări: sistemul convențional și sistemul ecologic.

B) Genotipul, cu 8 graduări: Turdeana, Aura, Daciana, Romanița, Sulilly, Tatum, Armada și Sunshine.

## 2. Condițiile climatice

Caracterizarea climatică a anului 2023 pe perioada de vegetație a orzoaicei de primăvară este prezentată în figura 2.

În ultimii ani s-a semnalat o încălzire a vremii, chiar și în zona de amplasare a experienței, lucru constatat și în anul 2023. Față de media pe 65 de ani, luna ianuarie s-a caracterizat ca fiind foarte caldă, totodată constându-se abateri pozitive pe toată perioada de vegetație, excepție făcând

luna aprilie, la care se înregistrează scăderi ale temperaturii medii anuale cu 1,2°C. Condițiile nefavorabile din luna aprilie, cu temperaturi scăzute chiar și sub 0°C, au dus la prelungirea procesului de germinare și la o răsărire neuniformă a plantelor. În lunile iunie și iulie s-au înregistrat abateri față de medie, de 1-2°C.

Regimul pluviometric a fost extrem, cu luni excesiv de ploioase și altele excesiv de secetoase. Față de media pe 65 de ani, în ianuarie și februarie precipitațiile căzute au fost mai mari cu 21 mm, respectiv 7,9 mm. În lunile martie, aprilie și mai s-au înregistrat precipitații mai puține decât media multianuală. În perioada critică pentru apă al orzoaicei, precipitațiile au fost în exces (144,5 mm), contribuind la diminuarea secetei din lunile precedente.

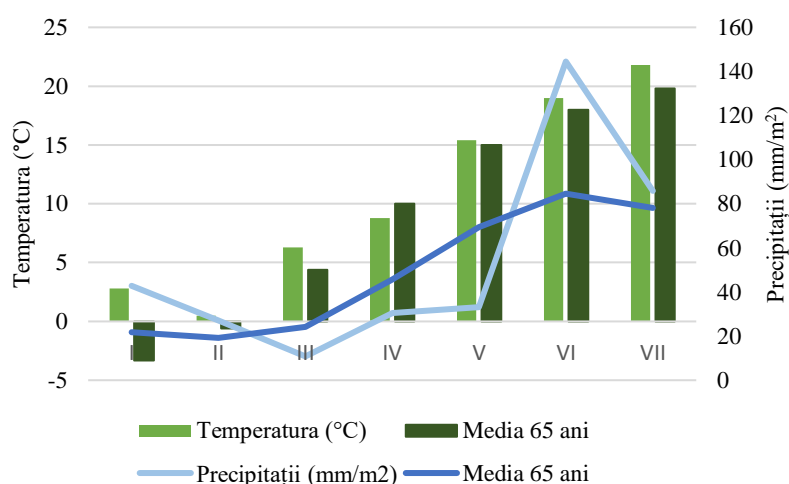


Fig. 2. Caracterizarea climatică (SCDA Turda, România, 2023)

### Rezultate obținute

În tabelul 2, de analiza varianței, se poate observa că cei 2 factori experimentali (sistemul de cultură și genotipul) și interacțiunea dintre aceștia (SxG) au o influență foarte semnificativă asupra producției.

Tabelul 2. Analiza varianței pentru capacitatea de producție (kg/ha), SCDA Turda, 2023

Sursa variației	Suma pătratelor	GL	Pătratul mediu	Testul F	Semnificația
Sistemul de cultură (S)	454741,30	1	454741,30	577,39	***
Genotipul (G)	7126457,00	7	1018065,00	32,46	***
S x G	814082,30	7	116297,50	3,71	***
Alte tipuri de interacțiuni	996293,27	32	121760,87		
Eroarea S	1575,17	2	787,58		
Eroarea G	878233,40	28	31365,48		
Total	10271381,57	77	1743017,74	613,55	

Determinând cotele de participare ale factorilor experimentali și a interacțiunilor dintre aceștia la producția orzoaicei de primăvară (fig. 3), se poate observa că genotipul exercită cea mai mare influență asupra producției (69.38%).

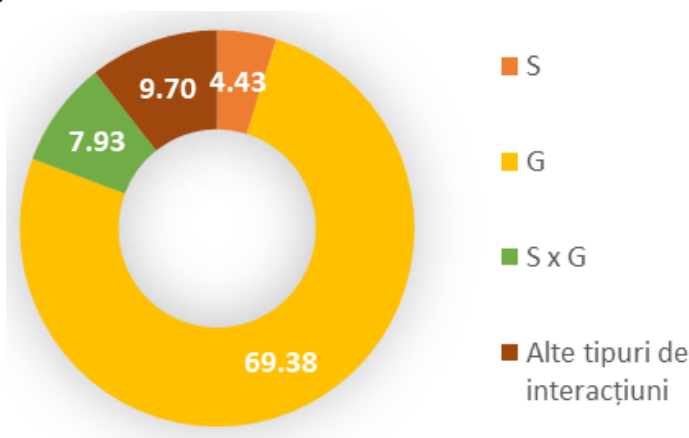


Fig. 3. Cotele de participare (%) a factorilor experimentali asupra producției

Producții mai mari s-au obținut în sistemul convențional (3868 kg/ha), decât în sistemul ecologic (3673 kg/ha) (tabelul 3). Față de convențional, în ecologic producția a avut o diferență distinct semnificativă (195 kg/ha). Producțiile din sistem convențional au fost cu 5% mai ridicate decât în cel ecologic, în timp ce alți autori au raportat creșteri de 34% (Seufert, 2012).

Tabelul 3. Influența sistemului de cultură asupra producției la orzoaica de primăvară

Sistemul de cultură	Producția (kg/ha)	Producția (%)	Diferența (kg/ha)	Semnificația
S. convențional	3868	100.0	0.00	Mt.
S. ecologic	3673	95.0	-194.67	00
DL (LSD) 5% = 35; DL (LSD) 1% = 80; DL (LSD) 0,1% = 256;				

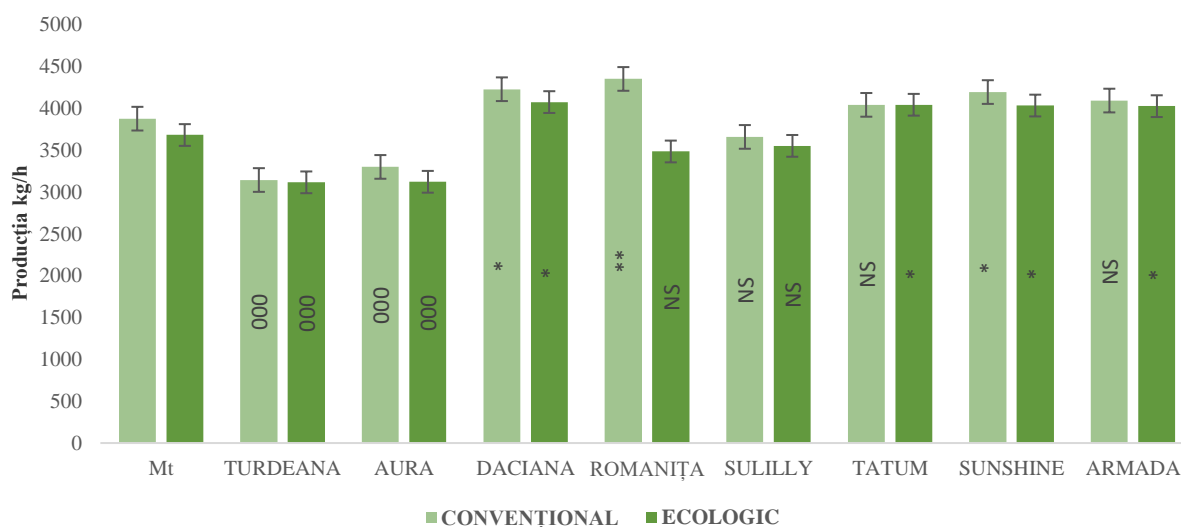
Față de media soiurilor, cele mai semnificative sporuri de producție le-a avut soiul Daciana (372 kg/ha), fiind urmat de soiurile Sunshine (334 kg/ha), Armada (280 kg/ha) și Tatum (263 kg/ha). În timp ce soiurile Turdeana (648 kg/ha) și Aura (567 kg/ha) au înregistrat pierderi foarte semnificative de producție comparativ cu martorul (tabelul 4).

Urmărind comportarea celor 8 genotipuri, în cele două tehnologii aplicate, observăm că în sistemul convențional, producțiile au fost între 3137 kg/ha și 4342 kg/ha, cele mai productive soiuri au fost Romanița, cu 474 kg/ha peste media soiurilor, urmat de Daciana (351 kg/ha) și Sunshine (318 kg/ha). Cele mai mici producții în acest sistem de cultură s-au obținut la soiurile Turdeana și Aura, care au înregistrat pierderi foarte semnificative față de martor.

Tabelul 4. Influența genotipurilor asupra producției la orzoaica de primăvară

Simbol	Genotipul	Producția (kg/ha)	Producția (%)	Diferența (kg/ha)	Semnificația
G0	Media soiurilor	3771	100.0	0	Mt.
G1	Turdeana	3123	82.8	-648	000
G2	Aura	3204	85.0	-567	000
G3	Daciana	4143	109.9	372	**
G4	Romanița	3910	103.7	139	NS
G5	Sulilly	3597	95.4	-174	NS
G6	Tatum	4034	107.0	263	*
G7	Sunshine	4105	108.9	334	**
G8	Armada	4051	107.4	280	*
DL (LSD) 5% = 210; DL (LSD) 1% = 282; DL (LSD) 0,1% = 375.					

În sistemul de cultură unde au fost aplicate îngrășăminte organice și produse acceptate în agricultura ecologică, cel mai bine a reacționat soiul Daciana, cu un spor de 393 kg/ha față de medie, urmat de Tatum, Sunshine și Armada, care au înregistrat creșteri semnificative de producție. Cele mai mici producții au fost de 3109 kg/ha și 3115 kg/ha. În acest sistem, producțiile obținute au variat între 3109 kg/ha și 4066 kg/ha.



DL (LSD) 5% = 296; DL (LSD) 1% = 399; DL (LSD) 0.1% = 531;

Fig. 4. Influența interacțiunii G x S asupra producției la orzoaica de primăvară

### Concluzii

Factorii experimentali și interacțiunea dintre aceștia manifestă o influență foarte semnificativă asupra producției la orzoaica de primăvară. Genotipul are cea mai mare influență (69,4%). Cele mai ridicate producții s-au obținut

în sistemul convențional (3868 kg/ha), cu 5% mai mari decât în sistemul ecologic (3673 kg/ha).

Cu valori mai ridicate de producție s-au remarcat soiurile Daciana (4143 kg/ha) și Sunshine (4105 kg/ha), cu diferențe distinct semnificative față de martor.

Toate soiurile analizate au înregistrat recolte mai mici în sistemul ecologic.

În sistemul convențional cele mai productive soiuri au fost Romanița, cu +474 kg/ha față de media soiurilor, urmat de Daciana (+351 kg/ha) și Sunshine (+318 kg/ha). Producțiile obținute au oscilat între 3137 kg/ha și 4342 kg/ha.

În sistemul de cultură unde au fost aplicate îngrășăminte organice și produse acceptate în a.e., cel mai bine a reacționat soiul Daciana, cu un spor de producție de 393 kg/ha față de medie, urmat de soiurile Tatum, Sunshine și Armada, cu diferențe semnificative față de martor. În sistemul ecologic producțiile obținute au fost cuprinse între 3109-4066 kg/ha.

Cele mai mici producții, atât în convențional cât și în ecologic, s-au obținut la soiurile Turdeana și Aura, care au înregistrat diferențe de producție foarte semnificative față de martor.

### **Bibliografia**

1. Schrama M., J. de Haan, M. Kroonen, H. Verstegen, W.H. van der Putten, 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 256, 123-130, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.023>.
2. Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture, *Nature*, 485, 229–232, DOI: 10.1038/nature11069.
3. Ullrich S.E., 2011. *Barley: production, improvement, and uses*, UK: Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-470-95862-9, 637.
4. Zohary D., Hopf M., Weiss E., 2012. *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*, (4th ed.), Oxford: Oxford University Press.
5. \*\*\* <https://statistics.fibl.org/world/area-world.html>, accesat la 23/03/2024.
6. \*\*\* <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, accesat la 20/03/2024.
7. \*\*\* [https:// agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/future-organics\\_ro](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/future-organics_ro), accesat la 11/02/2024.
8. \*\*\* <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, accesat la 23/03/2024.
9. \*\*\* <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/organic-agriculture-a-strategy-for-climate-change-adaptation>, accesat în 14/02/2024.

\* Această cercetare a fost finanțată de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, Proiectul ADER nr. 123/2023: Conservarea resurselor de sol prin utilizarea componentelor tehnologice de agricultură regenerativă în scopul obținerii unor recolte economice și durabile de cereale păioase în Podișul Transilvaniei.

## ВЛИЯНИЕ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК УДОБРЕНИЯМИ VOEMA STARTER И VOEMA VEGETATIVE НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

*Владимир Ротару,*

*Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений, Р. Молдова*

**Abstract:** Corn (*Zea mays* L.) is considered a major crop in the Republic of Moldova; however, its production is limited by low nutrients supply. Results of the study on the effect of foliar application of Voema starter and Voema vegetative on the yield and quality of corn grain cultivated in the central zone of the Republic of Moldova are given. The effect of fertilization on growth and development of cob corn is shown. Foliar nutrition contributes to enhancing the productivity of grain to 9,63 t/ha, that at 1,45 t/ha higher version without fertilizer application. The utilization supplemental foliage nutrition did not change the contents of crude oil and crude protein in corn grain. Fertilization of plants increased the export of nitrogen, phosphorus and potassium by grain yield. Hence, we concluded that the application of Voema starter and Voema vegetative is a biotechnological approach to improve the yield and quality of corn grain.

**Keywords:** corn, foliar fertilization, productivity, Voema starter, Voema vegetative.

### Введение

Кукуруза обладает огромным потенциалом для создания высоких урожаев зеленой массы и зерна. Кукурузу используют и как продовольственную культуру. Сухое зерно кукурузы содержит 12% белка, 4% жира и 65-70% без азотистых экстрактивных веществ. С ее зерна изготавливают муку, крупу, хлопья и другую продукцию. Зерно кукурузы является сырьем для производства биотоплива, спирта, крахмала, глюкозы, масла. Вследствие особенностей роста и развития, кукуруза предъявляет особые требования к обеспечению питательными веществами. Она полнее, чем другие зерновые культуры, использует питательные вещества почвы и удобрений, так как имеет более продолжительный вегетационный период. Установлено, что вынос элементов питания на 1 т зерна у кукурузы близок к другим зерновым культурам (30,2 кг N, 13,3 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 27,6 кг K<sub>2</sub>O). Питательные вещества кукуруза потребляет на протяжении всего периода вегетации,



вплоть до наступления восковой спелости зерна. Однако наиболее интенсивное их поглощение наблюдается в период быстрого роста за сравнительно короткий промежуток времени. К фазе цветения кукуруза усваивает до 60% азота, фосфора и до 80% калия от общего выноса урожая. В начальный период, до образования первого надземного стеблевого узла, кукуруза растет очень медленно; кроме того, сказывается стрессовое воздействие гербицидов на молодое растение. В начале вегетации культуры потребление питательных веществ, слаборазвитой корневой системой невысокое. Внесенное под вспашку основное удобрение еще недоступно, а получить в полном объеме необходимые питательные вещества из удобрений, внесенные перед посевом или вместе с ним, молодое растение кукурузы также не в состоянии. Однако недостаток элементов питания в этот период (от всходов до 7-9 листьев) впоследствии невосполним, так как именно в это время формируются стебель, корневая система и генеративные органы, определяющие урожайность. Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства за счёт увеличения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие технологии с использованием листовых удобрений. Поэтому проведение эффективных листовых подкормок в критический период - жизненно важный для кукурузы агроприем. Удобрений Voema Starter и Voema Vegetative являются эффективным удобрением, предназначенным, прежде всего для зерновых культур, которое помогает растениеводам, обеспечить полноценное питание растений на различных этапах их роста и развития. Конечным результатом их использования является получение высокого урожая.

**Цель работы** – изучение влияния некорневых подкормок с новыми видами листовых удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях Республики Молдова.

### **Материал и методика использований**

Цель и задачи решали путем проведения полевого опыта, а также лабораторными исследованиями. Объектом исследования служила кукуруза гибрид Охуген. Опыты проводили по следующей схеме: 1. Контроль – без обработки растений, 2. Стандарт, Blackjak 1,5 л/га; 3. Voema Starter 1 л/га (обработка растений через 14 дней после всходов) + Voema Vegetative 1 л/га (обработка растений в фазе 6-7 листьев); 4. Voema Starter 3 л/га (обработка растений через 14 дней после всходов)

+ Voema Vegetative 3 л/га (обработка растений в фазе 6-7 листьев). Опыт был заложен в 3-х кратной повторности. Метод размещения вариантов по делянкам полевого опыта систематический. Количество растений на 1 га – 55 тысяч. Размер площади учетной делянки составлял – 16 м<sup>2</sup>. Уборку кукурузы проводили вручную в фазу полной спелости зерна, учет урожайности проводили по общему валу убранной кукурузы – в початках и в зерне. Наряду с этим проводили структурный анализ урожая – определяли размеры початка (длину), их массу, массу 1000 семян, выход зерна. Анализ содержания хлорофилла в листьях кукурузы выполнен спектрофотометрическим методом при длинах волн 645 и 663 нм (8). Азот определяли по методу Къельдаля, фосфор – по Мерфи-Райли (1962) с восстановлением молибдена аскорбиновой кислотой с фотоколориметрическим окончанием, калий – на пламенном фотометре. Содержание сырого жира определяли на аппарате Соксклета (Минеев В.Г., 1989). Количество сырого протеина в зерне рассчитали путем умножения содержания общего азота в зерне на коэффициент 6,25. Экспериментальные данные обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа по Доспехову (5).

### **Результаты исследований и их обсуждение**

В период вегетации растений метеорологические условия несколько отличались от многолетних данных, температура воздуха была выше, а осадков выпало больше по сравнению с многолетними данными. Это удовлетворительно повлияло на рост и развитие кукурузы и в конечном счете на продуктивности культуры. Наибольшее значение в питании растений кукурузы некорневые подкормки имеют на ранних стадиях развития, когда корневая система сравнительно слабо развита и не может обеспечить растения необходимым количеством почвенных питательных веществ. Некорневые подкормки позволяют более эффективно использовать элементы питания из почвы и повышают урожайность культур.

Прямым показателем продуктивности растений является содержание зеленых пигментов в листьях. В литературе высказывается мнение о том, что использование некорневых подкормок приводит, в конечном итоге, к перераспределению питательных веществ в органах растений и таким образом влияет на фотосинтетическую деятельность листового аппарата. По содержанию зеленых пигментов в листовом аппарате можно судить о степени влияния удобрений на физиологическое состояние растений. Полученные экспериментальные

данные свидетельствуют о значительном влиянии исследуемых удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на накопление пигментов в листьях кукурузы (табл. 1).

Таблица 1. Влияние удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на содержание фотосинтетических пигментов в листьях кукурузы, мг/г сырого вещества

Вариант	Хлорофилл, <i>a</i>	Хлорофилл, <i>b</i>	Хлорофилл, <i>a+b</i>	Соотношение, <i>a/b</i>
Контроль – без удобрений	3,02	0,90	3,92	3,35
Стандарт Blackjak 1,5 л/га	3,12	0,97	4,09	3,22
Voema Starter 1л/га+Voema Vegetative 1л/га	3,34	1,00	4,34	3,34
Voema Starter 3л/га+Voema Vegetative 3л/га	3,57	1,14	4,71	3,13

Содержание хлорофиллов в листьях растений под влиянием Voema Starter и Voema Vegetative, а также стандартных удобрений существенно повышалось по сравнению с контролем. В результате некорневой подкормки во всех опытных вариантах отмечалось повышение содержания хлорофиллов *a* и *b* по сравнению с контрольными растениями. Более заметный рост концентрации хлорофиллов выявлен при сочетании Voema Starter и Voema Vegetative в дозе 3 л/га, особенно хлорофилла *a*. В стандартном варианте и в варианте с обработкой Voema Starter и Voema Vegetative в дозе 3 л/га выявлено наивысшее содержание зеленых пигментов. Таким образом, полученные экспериментальные данные показали, что под действием обоих листовых удобрений происходит накопление фотосинтетических пигментов в листьях кукурузы. Применение указанных удобрений оказывало слабое влияние на соотношение хлорофиллов *a/b* в листьях. Выявлено, что некорневые обработки с Voema Starter и Voema Vegetative в дозе 1 л/га фактически не оказало действие на соотношение хлорофиллов, *a/b* (табл. 1). На основании опытных данных можно сделать заключение, что применение листовых удобрений Voema Starter и Voema Vegetative улучшают условия для синтеза ассимиляционных пигментов в растениях кукурузы. Данные таблицы 2, показывают что применение удобрений способствует формированию более крупных по размеру (длина – 239 мм, в контроле – 215 мм; диаметру – 4,3 см, в контроле – 4,1 см) и массе (342г, в контроле – 319г) початка.

Таблица 2. Влияние удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на формирование початка кукурузы

Вариант	Длина початка, мм	Масса початка, г	% к контролю	Масса зерна с початка, г	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна, %
Контроль – без удобрений	215	319	100	273	226	85,6
Стандарт Blackjak 1,5 л/га	229	335	112,7	287	233	85,6
Voema Starter 1л/га +Voema Vegetative 1л/га	233	333	112,7	285	235	85,7
Voema Starter 3л/га + Voema Vegetative 3л/га	239	342	125,4	293	236	85,3

Усиление наращивания массы зерновками в опытных вариантах обуславливает повышение массы 1000 зерен (236г, в контроле – 226г) и массы зерна с початка (293г, в контроле – 273г). Однако последнее не сказалось на повышении выхода зерна (в опытном варианте - 85,3-85,7%, в контроле – 85,6%). Исследованиями показано, что применение комплексных удобрений с микроэлементами в хелатной форме способствовали получению большей массы зерна с початка. Также нами установлено, что наименьшее значение элементов структуры урожая получены в контрольном варианте, где не применялись удобрения.

Обобщающим показателем, характеризующим эффективность изучаемых приемов агротехники, в том числе и применение удобрительных средств, является урожайность культуры. Урожайность зерна кукурузы зависит от количества растений на единице площади, длина и масса початков на растении и выхода зерна с початка. Установлено, что некорневая обработка листовыми удобрениями положительно влияла на урожайность в початках и на урожайность в зерне кукурузы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на урожайность зерна кукурузы (НСР 05, т/га -0,8).

Вариант	Урожайность в початках, т/га	Прибавка к контролю		Урожайность в зерна, т/га	Прибавка зерна к контролю	
		т/га	%		т/га	%
Контроль – без удобрений	12,9		100	8,18		100
Стандарт Blackjak 1,5 л/га	14,3	1,4	110,8	9,05	0,87	110,6
Voema Starter 1 л/га + Voema Vegetative 1 л/га	14,4	1,5	111,6	9,11	0,93	111,4
Voema Starter 3 л/га+Voema Vegetative 3 л/га	15,2	2,3	117,8	9,63	1,45	117,7

Более рациональное расходование продуктов ассимиляции в опытных вариантах на образование большего числа более крупных зерен положительно сказалось на урожайности.

Так, урожайность кукурузы в початках возросла в опытных вариантах, по сравнению с контрольным вариантом на 17,8%, в зерне – на 17,7%. Применение стандартных удобрений (Blackjak 1,5 л/га) привело к росту урожайности зерна кукурузы на 10,6% по отношению к контролю. Проводимые исследования на кукурузе позволили установить, что изучаемые удобрения не только влияют на урожайность зерна, но и на содержание в них макроэлементов (т. 4).

**Таблица 4.** Влияние удобрений Voema Starter и Voema Vegetative на качество зерна

Вариант	Азот, %	Фосфор %	Калий, %	Сырой протеин, %	Сырой жир, %
Контроль – без удобрений	1,57	0,64	1,06	9,81	4,98
Стандарт Blackjak 1,5 л/га	1,61	0,68	1,09	10,06	4,85
Voema Starter 1 л/га + Voema Vegetative 1 л/га	1,62	0,73	1,10	10,12	4,68
Voema Starter 3 л/га + Voema Vegetative 3 л/га	1,60	0,65	1,07	10,00	4,86

Так, в зерне кукурузы в варианте без применения удобрений были отмечены минимальные значения содержания NPK в зерне – 1,57; 0,64; 1,06 % соответственно каждому элементу питания. Содержание сырого жира повышалось только в варианте с внесением Voema Starter и Voema Vegetative в дозе 1 л/га. В остальных вариантах не отмечались существенных изменений (табл. 4). Наблюдалась тенденция к большому содержанию в зерне белка, жира в варианте с подкормкой в фазе 6-7 листьев. В опыте были отмечены не существенные качественные изменения в зерне (содержание сырого протеина) при применении различных доз удобрений Voema Starter и Voema Vegetative. Так, их внесение привело к росту содержания сырого протеина на 3,2% относительно контроля. Опытные данные показали, что, несмотря на несущественное изменение в концентрации азота в зерне, при использовании удобрений Voema Starter и Voema Vegetative, вынос элемента заметно увеличивалось, превышая вариант без обработки растений на 20,3% (табл. 5). Также, вынос фосфора и калия повышалось под влиянием удобрений на 26,9% и 11,4%, соответственно. Можно заключить, что при использовании удобрения Voema Starter и

Voema Vegetative урожайность кукурузы возросла на 17,7% по сравнению с необработанными растениями. Одновременно произошло и улучшение показателей качества продукции (возросло содержание сырого протеина). Таким образом, использование данных удобрений для некорневых подкормок, обеспечивало агрономическую эффективность при выращивании кукурузы на обыкновенном черноземе в условиях Центральной зоны Молдовы.

**Таблица 5.** Влияние удобрений на вынос элементов питания с урожаем зерна, кг/га

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль – без удобрений	128	52	87
Стандарт Blackjak 1,5 л/га	146	61	99
Voema Starter 1 л/га+Voema Vegetative 1 л/га	146	66	100
Voema Starter 3 л/га+Voema Vegetative 3 л/га	154	63	103

### Выводы

Соблюдение всех технологических операций при выращивании кукурузы с интегральным применением удобрений Voema Starter и Voema Vegetative в условиях благоприятных условий для роста и развития растений позволило получить существенную достоверную прибавку урожая 17,7% по сравнению с контролем без некорневых подкормок (при 0,05 уровне значимости).

В варианте с применением Voema Starter (3 л/га) через 14 дней после всходов и Voema Vegetative (3 л/га) в фазе 6-7 листьев качественные показатели также оказались выше, чем в варианте без обработки растений. В целом исследованиями установлено, что двукратная некорневая подкормка кукурузы в период вегетации с Voema Starter и Voema Vegetative каждая в норме 3 л/га обеспечило прирост ее урожайности 1,45 т/га против контроля - 8,18 т/га. Комбинирование использования Voema Starter и Voema Vegetative также повышал содержание сырого протеина в зерне до 10,12%, когда на контроле его содержание составляло 9,81%.

На основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что удобрение Voema Starter и Voema Vegetative следует применять в дозе 3,0 л/га следующим образом: первую подкормку необходимо провести в фазе 4-5 листьев, вторую - в фазе 6-7 листьев. Расход рабочего раствора для каждой подкормки должен быть в пределах 250 л/га.

## Литература

1. Агафонов, Е.В. Оптимизация питания и удобрения культур полевого севооборота на карбонатном черноземе. – М.: Изд-во МСХА. - 1992. - 160с.
2. Адаев Н.Л., Э.Д. Адиньяев., Хамзатова М.Х., Амаева А.Г. Влияние нано удобрений на урожайность зерна гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции в степной зоне Чеченской Республики // Известия Горского ГАУ, 2014. - т. 51,ч.1.- С. 22-26.
3. Володарский Н.С. Биологические основы возделывания кукурузы /2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. - 189с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований //4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос,1977. -368с.
5. Гетманец А.Я. Влияние удобрений на продуктивность и качество различных гибридов кукурузы. Агрохимия. 1985. № 6. - С. 63-69.
6. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova. - Chișinău, 2002.-p.286.
7. Практикум по агрохимии, под ред. Минеев В.Г. М., 1989. 320с.
8. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. - 1983. - Vol.11. - № 5. - p. 591-592.

CZU: 633.15:631.82

### **BILANȚUL HUMUSULUI ȘI ELEMENTELOR NUTRITIVE SUB PORUMB BOABE ÎN AGRICULTURA MOLDOVEI 1991-2020**

*Lungu Vasile, IPAPS „N. Dîmo”, d.ș.a.c.ș.c.*

**Rezumat.** În articol sunt prezentate rezultatele determinării bilanțului humusului și elementelor nutritive sub porumb boabe în agricultura Moldovei în perioada 1991-2020.

**Cuvinte –cheie.** bilanț, porumb, humus, azot, potasiu

### **Introducere**

Bilanțul este un indicator numeric al schimbărilor rezervelor de materie organică și elemente nutritive în sol într-un an, sau într-o perioadă de timp. Importanța agroecologică și economică a bilanțului constă în faptul că el este un criteriu științific pentru stabilirea prognozei nivelului producției agricole cât și a necesarului de îngrășăminte în agricultură pentru conservarea fertilității solurilor

### **Materiale și metode**

La calcularea bilanțului s-au folosit datele biroului național de statistică a Moldovei din anii 1991-2020 și anume: suprafața, recolta, producția globală,

aplicarea îngrășămintelor minerale și organice (1). Din îngrășămintele organice s-a calculat cota elementelor nutritive care sau însumat la cele provenite din cele chimice. Datele statistice s-au generalizat și sistematizat consecutiv în perioade de câte 5 ani , s-a calculat media la fiecare 5 ani. Bilanțul humusului și elementelor nutritive s-a determinat pe date medii de pe fiecare perioadă, separat. Exportul elementelor nutritive cu recolta s-a calculat conform rezultatelor obținute în experiențele de lungă durată, cât și a normativelor medii de consum la o unitate de recoltă. Formula generală de determinare a bilanțului de elemente nutritive și humus a fost următoarea:  $B = A - E$ , unde B - bilanțul, A - aport de îngrășămintele și E – export cu recolta ( 2,3).

### Rezultate și discuții

Pentru evaluarea bilanțului humusului și elementelor nutritive a fost supusă cercetării suprafața agricolă de cca 1770-1755 mii ha ( tab.1).

Tabelul 1. Suprafața agricolă evaluată în studiu, medie pe perioade de 5 ani

Cultura	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Medie
grâu de toamnă	316,0	353,0	362,0	341,0	336,0	349	342,8
porumb boabe	300	403,0	502,0	434,0	475,0	496	435,0
floarea-soarelui	133	204,0	273,0	246,0	305,0	371	255,3
sfecla de zahăr	82	69,0	43,0	30,0	27,0	18,8	45,0
soia	10,8	7,8	20,4	49,2	57,0	33,8	29,8
rapița de toamnă	0,2	0,2	0,8	39,4	22,0	30,4	15,5
orz de toamnă	131	104,0	107,0	131,0	96,0	67,2	106,0
cartof	58	63,0	40,0	31,0	25,0	20,4	39,6
legume	70	50,0	46,0	39,0	32,0	32,6	44,9
bostănoase	6,6	6,0	6,6	9,4	7,2	6,8	7,1
tutun	27,8	19,6	8,6	3,4	2,0	0,4	10,3
porumb siloz	227	75,8	19,4	11,2	7,8	6	57,9
plante nutreț	199	80	45	65	56,0	54,6	83,3
total, arabil	1561,4	1435,4	1473,8	1429,6	1448,0	1487,0	1472,5
livezi	231	156,0	115,0	113,0	124,0	140	146,5
struguri	191	164,0	150,0	149,0	139,0	126	153,2
total	1983,4	1755,4	1738,8	1691,6	1711,0	1753,0	1772,2

La arabil aceasta a constituit 1430-1487 mii ha. Pe perioade suprafața totală cercetată a fost constantă, însă pe culturi a fost diferită în timp. Suprafața unor culturi s-a redus, iar a altora s-a majorat. S-a micșorat suprafața sfeclei de zahăr, tutunului, porumbului silos, legumelor, cartofului, ie-



burilor perene și plantațiilor pomicole și strugurilor. S-a majorat suprafața rapiței de toamnă, porumbului boabe, soiei, nuciferilor și pomușoarelor.

Dinamica recoltelor culturilor agricole a fost variată atât pe ani cât și pe perioade (tab. 2). În anii 1996-2010 recolta culturilor a fost practic constantă. O recotă mai majorată s-a înregistrat în anii 1991-1996 și 2016-2020. În această perioadă s-au administrat și cele mai multe îngrășăminte.

Tabelul 2. Recolta culturilor agricole evaluată în studiu, t/ha, medie pe perioade de 5 ani

Cultura	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	medie
grâu de toamnă	3,3	2,4	2,2	2,2	2,6	3,1	<b>2,6</b>
porumb boabe	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6	3,4	<b>3,0</b>
floarea soarelui	1,2	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0	<b>1,4</b>
sfecla de zahăr	21	18,2	23,0	27,0	30,1	37,0	<b>26,1</b>
soia	1	1,0	1,3	1,4	1,4	1,5	<b>1,3</b>
rapița de toamnă	0,5	0,6	0,9	1,2	1,6	2,2	<b>1,2</b>
orz de toamnă	3	1,7	1,8	1,7	1,9	2,8	<b>2,2</b>
cartof	7,3	5,6	8,8	9,0	9,7	9,4	<b>8,3</b>
legume	9,7	7,5	8,3	8,7	8,8	8,6	<b>8,6</b>
bostănoase	3	4,7	7,2	8,9	8,2	7,3	<b>6,6</b>
tutun	1,6	1,2	1,3	1,5	1,5	1,5	<b>1,4</b>
porumb siloz	13,7	8,8	9,5	9,8	12,6	17,8	<b>12,0</b>
plante nutreț	9,8	6,5	6,8	8,0	9,3	6,3	<b>7,8</b>
livezi	4,2	3,1	3,8	3,2	4,4	6,3	<b>4,2</b>
struguri	4,7	3,3	4,2	4,0	4,4	5,0	<b>4,3</b>

Aplicarea îngrășămintelor a fost foarte neomogenă și a variat de la 6447 tone în 1996-2000 pînă la 76595 tone în 2016-2020, media fiind de 37217 tone (tab.3). Cea mai mare cantitate s-a aplicat la grăul de toamnă cca 15398 tone sau 41 % din total. Sub porumb boabe și floarea soarelui s-au administrat cca 4-6 mii tone.

Administrarea îngrășămintelor organice în această perioadă a scăzut de la 3,9 mln tone în 1991-1995 la 78 mii tone în 2016-2020. Cea mai mare cantitate în medie pe 30 ani s-a aplicat la porumb boabe și silos, sfeclă de zahăr și legume. Doar în 1991-2000 doza de îngrășămintă organice la 1ha depășea 1 tonă, în rest a fost de zeci- sute de kg/ha. Aceasta a avut un impact negativ asupra bilanțului humusului în agricultură.

**Porumb boabe.** Suprafața porumbului boabe în perioada de studiu a crescut de la 300 mii ha în 1991-1995 pînă la 496 mii ha în 2016-2020 (tab.1.). Pe ani cea mai mică suprafață a fost în 1992-252 mii ha, iar cea mai

mare în 2004-558 mii ha. În perioada 2001-2015, recolta a fost de la 2,6-2,8 t/ha cu o creștere pînă la 3,2-3,4 t/ha în anii 1991-1995 și 1996-2020. Media recoltei de porumb în 30 ani de zile a fost de cca 3,0 t/ha. Doar în anii 1991-1995 și 2015-2020 această cultură a primit îngrășăminte. În celelalte perioade norma de azot a fost mizeră, iar cele de fosfor și potasiu practic au lipsit. Administrarea îngrășămintelor a început să se schimbe nesemnificativ începînd cu 2011 și pînă în 2020, cînd s-a ajuns la 12-35 kg/ha NPK.

Tabelul 3. Aplicarea îngrășămintelor minerale, NPK s.a. medie pe perioade, total, tone

Cultura	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Medie
<b>Total</b>	72388,0	6447,5	14104,0	18808,2	34962,6	76596,0	37217,7
grău de toamnă	20358,0	5613,3	8499,0	9416,6	20195,9	28305,6	15398,1
porumb boabe	15880,0	325,8	1248,0	908,8	5794,4	12316,8	6079,0
floarea- soarelui	4222,0	75,9	549,4	1131,3	5370,5	16930,2	4713,2
sfecla de zahăr	10028,0	1004,2	6145,8	1986,1	3496,2	3992,2	4442,1
soia	485,0	16,6	63,7	433,6	1108,9	810,2	486,3
cartof	143,0	19,7	106,9	747,2	645,8	428,4	348,5
legume	2618,0	242,9	264,9	543,5	573,2	583,7	804,3
bostănoase	61,0	0,9	2,5	8,2	5,5	31,2	18,2
tutun	1781,0	124,8	106,3	76,9	68,0	79,3	372,7
porumb siloz	8795,0	87,6	21,6	39,5	71,1	127,7	1523,7
Plante nutreț	2834,0	34,4	38,0	42,3	47,1	41,0	506,1
livezi	75,0	83,0	39,4	474,3	527,7	2955,6	692,5
struguri	20,0	42,0	39,0	88,8	652,5	1558,1	400,1

Tabelul 4. Bilanțul humusului și al elementelor nutritive la porumb boabe pe perioade, anii 1991-2020, kg/ha

Anii	S,ha	R,t/ha	export			aport			bilanț,+/-			
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	Humus
<b>1991/1995</b>	300	3,2	74,5	26	75,5	65,4	38,6	18,8	-9,1	12	-56,7	<b>-182</b>
<b>1996/2000</b>	403	3	69,5	24,8	70,4	0,9	0,2	0,3	-68,6	-24,6	-70,1	<b>-1372</b>
<b>2001/2005</b>	502	2,8	64,9	23,1	65,7	2,5	0,1	0,1	-62,4	-23	-65,6	<b>-1248</b>
<b>2006/2010</b>	434	2,7	62,6	22,3	63,4	1,8	0,2	0,2	-60,8	-22,1	-63,2	<b>-1216</b>
<b>2011/2015</b>	475	2,6	60,7	21,6	61,5	8,9	3	0,7	-51,8	-18,6	-60,8	<b>-1036</b>
<b>2016/2020</b>	496	3,4	78,7	28	79,7	17	6	2,7	-61,7	-22	-77	<b>-1234</b>
<b>Me-die</b>		<b>3,0</b>	<b>68,5</b>	<b>24,3</b>	<b>69,4</b>	<b>16,1</b>	<b>8,0</b>	<b>3,8</b>	<b>-52,4</b>	<b>-16,4</b>	<b>-65,6</b>	<b>-1048</b>
<b>total</b>			<b>2,05</b>	<b>0,73</b>	<b>2,08</b>	<b>0,48</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>-1,57</b>	<b>-0,49</b>	<b>-1,97</b>	<b>-31</b>

Bilanțul humusului sub porumb a fost negativ și constant 1036-1372 kg/ha, excepție fiind doar perioada 1991-1996 când pierderile de humus au constituit doar 180 kg/ha (tab.4). Aceasta se explică prin administrarea îngrășămintelor organice cu norma de 8 t/ha. Acest fapt demonstrează că prin aplicarea a 8-12 t/ha de materie organică deficitul de humus poate fi redus la minim. Deficitul de humus în total a constiuit în acest interval de timp cca 31 t/ha, sau în medie câte 1048 kg pe an (tab.4). Prin urmare majorarea nesemnificativă a normelor de îngrășămintă nu conduc la o compensare substanțială a pierderilor de materie organică din sol.

Pentru generarea unei tone de porumb boabe sunt necesare cca 23 kg de azot, 8,2 kg de fosfor și 23 kg de potasiu. Cu o recoltă medie de 3,0 t/ha s-a consumat din sol cca 68 kg de azot, 24 de fosfor și 69 de potasiu (tab.4), dar s-au aplicat doar 16 de azot, 8 kg de fosfor și 3,8 kg de potasiu. Ca rezultat bilanțul elementelor nutritive pe toate perioadele de cercetare este profund deficitar și stabil, excepție fiind doar perioada 1991-1996 când pierderile de NPK au constituit doar 54 kg/ha. Ca și în cazul humusului aceasta se datorează aplicării îngrășămintelor organice (tab.4). În acest interval de timp din sol s-au extras cca 4030 kg/ha de NPK din care cca 1570 kg de azot, 490 kg de fosfor și 1970 kg de potasiu. Ca rezultat aceste pierderi au condus la reducerea fertilității efective a solului la cultivarea porumbului boabe.

### **Concluzii**

Bilanțul humusului sub porumb boabe în agricultura Moldovei în perioada de cercetare a fost profund negativ și a constituit 1036-1372 kg/ha. Deficitul de humus în total a constiuit în acest interval de timp cca 31 t/ha, sau în medie câte 1048 kg pe an. Bilanțul elementelor nutritive pe toate perioadele de cercetare este profund deficitar și constituie 133 kg/ha anual. Prin urmare majorarea nesemnificativă a normelor de îngrășămintă nu conduc la o compensare substanțială a pierderilor de materie organică și elemente nutritive din sol sub această cultură.

### **Bibliografie**

1. Anuarile statistice ale Republicii Moldova, anii 1991-2020.
2. Instrucțiuni metodice perfecționate pentru determinarea și reglarea bilanțului de elemente biofile în solurile Moldovei. Chișinău, 2001. 23 p.
3. Îndrumări metodice perfecționate pentru determinarea bilanțului humusului în solurile arabile. Chișinău, 2002. 23 p.

# TEHNOLOGII INOVATIVE DE FERTILIZARE, BIOSTIMULARE ȘI NUTRIȚIE FOLIARĂ ÎN CULTURILE DE CEREALELE PĂIOASE, PORUMB ȘI OLEAGINOASE

*George TOADER<sup>2</sup>, Leonard ILIE<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București, Facultatea de Agricultură, Decan, Profesor Universitar Doctor*

*<sup>2</sup>Aectra Agrochemicals SRL, Cercetător Științific Gradul II, Doctor Inginer, Director Tehnic*

**Abstract:** Tehnologiile inovatoare de nutriție foliară, biostimulare și fertilizare sunt esențiale în agricultura modernă pentru a crește productivitatea și calitatea culturilor de cereale, porumb și oleaginoase. Creșterea productivității în agricultura modernă este bazată pe o serie de „stimuli” necesari susținerii producției agricole. În condițiile anului 2024 (secetă pedologică mare), deficitul de apă se înregistrează la peste 1000 L/mp<sup>2</sup>. Pentru a susține productivitatea culturilor agricole, fermierii se duc către utilizarea tehnologiilor de biostimulare și nutriție foliară în culturile agricole. Agricultura, un domeniu aflat în continuă evoluție oferă numeroase oportunități pentru îmbunătățirea practicilor agricole și creșterea sustenabilității producției agricole, cum ar fi aceste tehnologii inovatoare de fertilizare, biostimulare și nutriție foliară.

**Cuvinte cheie:** biostimulare, fertilizare foliară, tehnologii inovative.

## Introducere

Pentru a satisface cerințele moderne ale agriculturii, tehnologiile de fertilizare inovatoare oferă soluții eficiente și sustenabile pentru creșterea producției agricole. Situația actuală la nivel de Europa privind creșterea temperaturilor și accentuarea secetei conduce de multe ori către distrugerea culturilor agricole și pierderi foarte mari pentru fermieri. Se preconizează că la nivelul României, peste 70% din suprafața cultivată cu porumb și floarea-soarelui este calamitată de secetă, fermierii fiind nevoiți să accepte pierderile și, implicit un posibil faliment.

Biostimularea și nutriția foliară sunt esențiale pentru menținerea sănătății și productivității plantelor în secetă. Aceste tehnici ajută plantele să facă față stresului hidric și îmbunătățesc utilizarea resurselor. Acestea sunt câteva practici și tehnologii inovatoare de biostimulare și nutriție foliară care funcționează bine în condiții de secetă:

Extractul de alge marine: Conținut: Hormoni vegetali naturali, aminoacizi, vitamine și minerale sunt abundente în extractele de alge marine.

**Beneficii:** Acestea stimulează creșterea rădăcinilor, îmbunătățesc absorbția apei și nutrienților și cresc rezistența la stres hidric.â

**Aminoacizi și peptide:** Descriere: Acești compuși organici, aminoacizii și peptidele, sunt esențiali pentru procesele metabolice ale plantelor. **Beneficii:** Stimulează sinteza proteinelor și îmbunătățește funcționarea enzimelor, ceea ce ajută la reducerea efectelor stresului.

**Acizi humici și fulvici:** Descriere: Aceste substanțe organice obținute din materii vegetale descompuse pot îmbunătăți structura solului și pot crește capacitatea de retenție a apei. **Beneficii:** îmbunătățesc absorbția nutrienților și protejează plantele natural de secetă.

**Microorganisme benefice:** Descriere: Folosirea micorizelor, bacteriilor fixatoare de azot și a altor microorganisme benefice pentru a interacționa cu rădăcinile plantelor. **Beneficii:** Prin stimularea creșterii rădăcinilor și a absorbției de apă, aceste microorganisme îmbunătățesc disponibilitatea nutrienților și ajută plantele să facă față stresului hidric.

**Nutriția Foliară în Condiții de Secetă:**

Principala sursă de energie a plantelor este azotul. Azotul reprezintă un element de bază și indispensabil în procesele vitale ale plantelor. Fără azot plantele nu își pot produce energia și, implicit nu se pot reproduce. Datorită accentuării secetei încă din fenofaza ieșirii plantelor din iernat, fermierii români fac fertilizare fazială cu azot/uree chiar și în condiții de secetă, ceea ce **NU ESTE INDICAT!!!!**

Există o serie de motive pentru care utilizarea azotului granulat nu este recomandată în situații de secetă severă. Acestea sunt câteva dintre cele mai importante probleme și motive pentru care această practică nu este eficientă sau utilă:

**Lipsa de umiditate care împiedică solubilizarea azotului:** pentru ca azotul granulat să se dizolve și să poată fi absorbit de plante, este necesară umiditate. Lipsa de apă împiedică procesul în timpul secetei severe, lăsând azotul neutilizat în sol.

**Volatilizarea și levigarea azotului:** ureea și alte tipuri de azot amoniacal pot volatiliza și leviga în solurile uscate, transformându-se în gaz de amoniac care se pierde în atmosferă. Temperaturile ridicate și lipsa umidității accelerează acest proces, provocând pierderi mari de azot.

**Fitotoxicitatea:** Adăugarea de azot granulat pe sol uscat poate provoca acumularea de săruri în regiunea rădăcinilor, ceea ce poate provoca stres osmotic și arsuri la nivelul rădăcinilor. Acest lucru are potențialul de a agrava starea plantelor care au fost deja afectate de secetă.

În condiții de secetă severă, aplicarea de azot granulat este inefficientă și poate provoca o serie de probleme atât pentru culturi, cât și pentru mediu. Pentru a menține sănătatea plantelor și eficiența utilizării resurselor, este esențial să se folosească alternative adaptate condițiilor de secetă, cum ar fi biostimularea și fertilizarea foliară.

Aminoacizii sunt esențiali pentru a ajuta plantele să reziste la secetă, îmbunătățind toleranța la stres și menținând funcțiile vitale. Acestea sunt câteva moduri în care aminoacizii sunt buni pentru plante în timpul secetei și de ce sunt buni:

**Regularea Circulației Osmotice:** Descriere: Plantele beneficiază de aminoacizi, în special prolina, pentru menținerea echilibrului osmotic în celule. Beneficii: Prolina și alți aminoacizi ajută plantele să păstreze apa, împiedicând celulele să fie deshidratate și protejând structura celulară.

**Sinteza Proteinelor:** Descriere: Aminoacizii sunt blocurile de construcție ale proteinelor care sunt necesare pentru creșterea, repararea și dezvoltarea țesuturilor vegetale. Beneficii: Plantele pot suferi daune la nivel celular în condiții de secetă. Aminoacizii ajută la sinteza proteinelor care sunt necesare pentru a repara aceste daune.

**Reglarea Metabolismului:** Descriere: Sinteza enzimelor și hormonilor este doar una dintre numeroasele procese metabolice în care aminoacizii sunt implicați. Beneficii: Aceștia ajută la menținerea metabolismului normal al plantelor chiar și în situații stresante, permitând proceselor vitale să continue să funcționeze.

Aminoacizii ajută plantele să reziste la secetă prin creșterea toleranței la stres, menținerea funcțiilor metabolice și protejarea celulelor împotriva daunelor oxidative. Prin aplicarea foliară sau prin biostimulanți, pot menține sănătatea și productivitatea culturilor în perioadele de secetă.

În perioada de secetă, nutriția foliară este o modalitate bună de a oferi plantelor nutrienți direct, fără a avea probleme cu absorbția solului uscat. Adăugarea de nutrienți prin frunze poate menține plantele sănătoase și poate reduce stresul hidric. Pentru nutriția foliară în condiții de secetă, iată câteva elemente esențiale și tehnologii inovatoare:

### **Beneficiile Nutriției Foliare în Perioada de Secetă:**

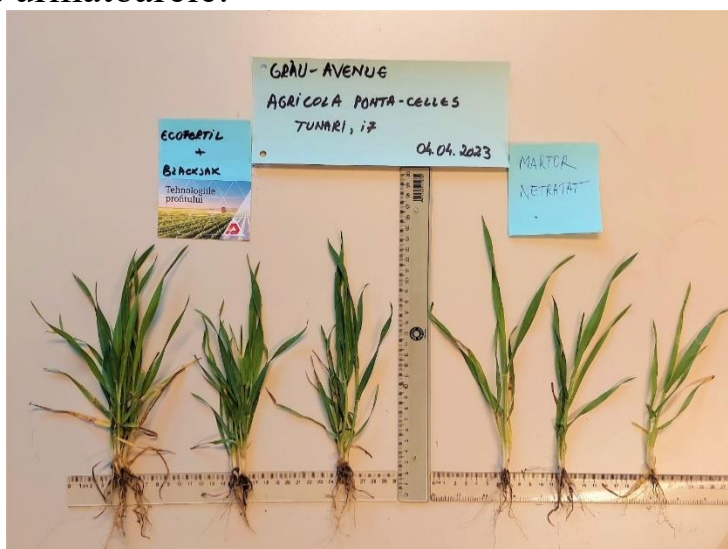
**Beneficiile Nutriției Foliare în Perioada de Secetă:** Descriere: cuticula frunzelor absorbește nutrienții aplicați foliari direct. Beneficii: Aceasta permite plantelor să obțină nutrienții rapid, ceea ce este esențial în condiții de secetă, când rădăcinile ar putea avea probleme în absorbția nutrienților din sol.

Reducerea Stresului Hidric: Descriere: Nutriția foliară poate menține un echilibru osmotic și poate reduce transpirația. Beneficii: Aminoacizii și alți compuși organici din soluțiile foliare pot ajuta plantele să gestioneze stresul hidric mai bine.

O metodă eficientă de a oferi plantelor nutrienți vitali în timpul secetei este nutriția foliară. Fermierii pot menține sănătatea și productivitatea culturilor în condiții de stres hidric prin utilizarea formulărilor avansate, aplicării precise și integrării biostimulanților. În ciuda provocărilor climatice, aceasta permite o gestionare mai eficientă a resurselor și asigură recolte mai bune.

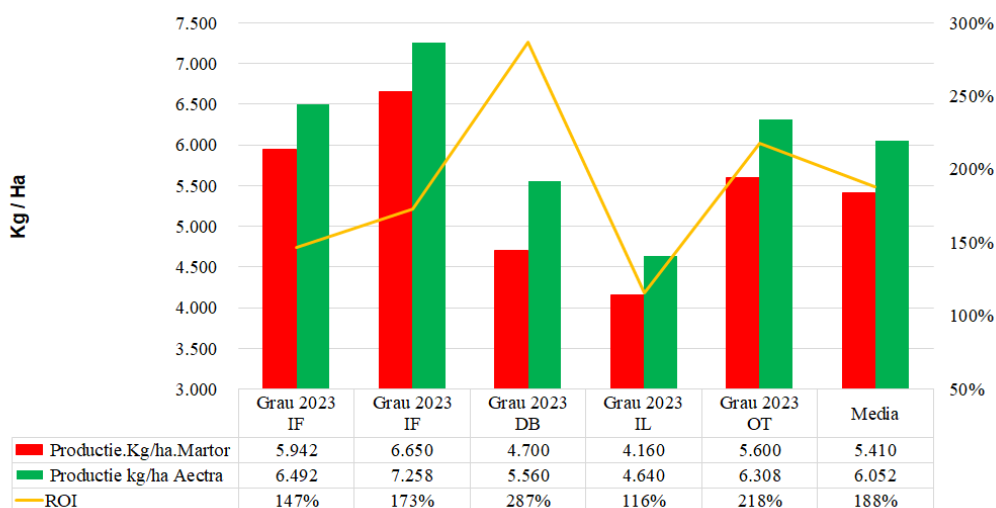
### Material și metode

S-au efectuat o serie de cercetări privind biostimularea atât a solului cât și a plantelor cu diverse produse din portofoliul unei companii românești, lider în biostimulatori. Campania de toamnă a anului 2022 și până la recoltă în anul 2023 s-au efectuat o serie de cercetări privind biostimularea solului. S-au utilizat o combinație de două produse: un biostimulator pe bază de acizi humici, fulvici și ulmici și un biostimulator microbial pe bază de *Bacillus megaterium*. S-au efectuat analize de sol, înainte de aplicarea produselor (lot martor-T0) cât și din fiecare lot, la fiecare fenofază. Rezultatele sunt următoarele:



**Figura 1.** Cultură de grâu- biostimulator de sol.

(Sursa: foto personale)



**Figura 2.** Productivitate cultură de grâu - biostimulator de sol

**Tabel 1.** Analize sol NP- biostimulator de sol

FERMA/LOCAȚIA UNDE S-A APLICAT	BLACKJAK + ECOFERTIL	MARTOR NETRATAT	P2O5 (kg s.a./ha)		FERMA/LOCAȚIA UNDE S-A APLICAT	BLACKJAK + ECOFERTIL	MARTOR NETRATAT	NH4+ (kg s.a./ha)	
			P2O5 (kg s.a./ha)	Diferența (kg s.a./Ha)				Diferența (%)	NH4+ (kg s.a./ha)
Dev APT 966 SRL	23,62	18,11	5,51	30,43	Agricola Pont-A-Cells SRL	95,7	64,35	31,35	48,72
Dowivian Impex SRL	44,1	37,01	7,09	19,16	Ciril Com SRL	128,7	84,37	44,33	52,54
Smart Test Agro SRL	17,32	14,96	2,36	15,78	Dev APT 966 SRL	116,32	92,81	23,51	25,33
Agro Diniță SRL	11,8125	9,000	2,8125	31,25	Dowivian Impex SRL	123,75	91,57	32,18	35,14
					Smart Test Agro SRL	113,02	89,92	23,1	25,69

## Concluzii

**Eficiență Crescută a Fertilizării:** utilizarea fertilizatorilor cu eliberare controlată și a inhibitorilor de nitrificare îmbunătățește utilizarea nutrienților de către plante, reducând pierderile prin levigare și volatilizare.

**Îmbunătățirea Toleranței la Stres:** biostimulanții, cum ar fi aminoacizii și extractele din alge, au demonstrat că pot îmbunătăți rezistența plantelor la stresuri abiotice precum seceta și temperaturile extreme. Acest lucru este vital pentru culturile de cereale și oleaginoase.

**Nutriție Foliară Eficientă:** utilizarea foliară a micronutrienților și macronutrienților îmbunătățește sănătatea și productivitatea plantelor prin absorbția rapidă și eficientă a nutrienților necesari. Acest lucru este valabil în special în condiții de stres hidric sau deficitare de sol.

**Randamente Sporite:** aceste tehnologii pot crește randamentele culturilor de cereale și oleaginoase, ceea ce înseamnă o producție agricolă mai stabilă și mai profitabilă.



Agricultorii pot maximiza producția, îmbunătăți rezistența la stres a culturilor și contribui la o agricultură mai durabilă și ecologică prin implementarea tehnologiilor inovatoare de fertilizare, biostimulare și nutriție foliară.

### **Bibliografie**

1. Acosta, C. J., & Amado, T. J. (2019). "Innovative Fertilization Technologies in Agricultural Systems." *Agricultural Advances*, 35(2), 123-135.
2. Basra, A. S. (2000). "Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses." *Food Products Press*.
3. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). "Agricultural uses of plant biostimulants." *Plant and Soil*, 383(1-2), 3-41.
4. Chen, J., & Li, S. (2018). "Foliar Nutrition: Potential and Challenges." *Journal of Plant Nutrition*, 41(2), 232-245.
5. Du Jardin, P. (2015). "Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation." *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
6. Halvorson, A. D., & Bartolo, M. E. (2013). "Innovative nitrogen management technologies for sustainable agriculture." *Journal of Environmental Quality*, 42(6), 1541-1551.
7. Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., & Prithiviraj, B. (2009). "Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development." *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399.
8. Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). "Biostimulants in agriculture." *Frontiers in Plant Science*, 11, 40.
9. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). "Agricultural sustainability and intensive production practices." *Nature*, 418(6898), 671-677.
10. Zhang, X., & Schmidt, R. E. (2000). "Hormone-containing products' impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought." *Crop Science*, 40(5), 1344-1349.

## **PRIMII PAȘI ÎN ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE A TEHNOLOGIEI DE CULTIVARE A PORUMBULUI ÎN CADRUL AGRICULTURII CONSERVATIVE**

*Rurac Mihail, doctor în științe agricole<sup>1</sup>;*

*Spivacenco Anatolie, doctor în științe economice<sup>2</sup>;*

*Meleca Anatolie, doctor în științe agricole<sup>2</sup>;*

*Criucicov Oleg<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Universitatea Tehnică a Moldovei*

<sup>2</sup>*Centrul National de Cercetarea și Producere a Semințelor*

**Summary.** The research team focused on comparing two farming systems: conventional and conservation farming. The field experiment began

in the summer of 2022, shortly after the winter wheat harvest. Seven variants with different combinations of practices were established. Corn was planted on May 7, 2023, in all field experiment variants. Climate and soil conditions were favorable throughout the research period, except for July and August 2023. During the study, several factors were investigated, including soil water content, above-ground biomass accumulation, phenological observations of growing stages, and plant density. The preliminary results obtained during the investigation period are very promising. Emergence of cover crops was observed in all variants in September 2022. Favorable climate conditions, including a warm period and abundant precipitation, contributed to substantial biomass formation of cover crops in all variants. However, several challenges arose during the research that need to be addressed to obtain a clear picture.

**Key words:** conventional agriculture, conservation agriculture, cover crop, crop rotation with corn, critical steps.

### **Introducere**

Schimbările climatice, conform prognozelor realizate în condițiile Republicii Moldova, se vor manifesta în continuare prin creșterea temperaturilor, schimbări esențiale în regimul hidric și sporirea frecvenței fenomenelor meteorologice extreme, precum valurile de căldură, înghețurile, secetele, inundațiile, vânturile puternice, furtunile cu grindină și ploile averse mai frecvente și mai intense. Porumbul (*Zea mays* L.) este cultura numărul unu dintre cerealele din lume în ceea ce privește producția și numărul trei ca aliment de bază, după orez și grâu, reprezentând 5% din aportul caloric uman la nivel mondial. Menținerea recoltelor înalte și stabile presupune adaptarea continuă a tehnologiei de cultivare pentru sporirea rezilienței și reducerea costurilor de producție. Agricultura conservativă este cunoscută ca un sistem de agricultură care promovează adaptarea la schimbările climatice, utilizând concomitent trei principii fundamentale: menținerea solului acoperit permanent cu culturi, reziduuri de culturi sau culturi siderate de acoperire; perturbarea minimă a solului, utilizând practici compatibile cu no-tillage; și practicarea asolamentului.

### **Materiale și metodă**

În scopul inițierii elaborării tehnologiei de cultivare a porumbului în condițiile agriculturii conservative, în anul 2022, au fost inițiate experiențe de câmp pe câmpurile IF „Porumbeni”. Experiențele au fost realizate în veriga asolamentului grâu de toamnă - porumb pentru boabe în care au fost

semănat culturi de acoperire și porumbul pentru boabe în condiții de no-tillage. După recoltarea grâului de toamnă, la 25 august 2022 au fost fondate cu următoarele variante:

Agricultura convențională/tradițională (AT). În această variantă, după recoltarea culturii premergătoare a fost efectuată arătura cu plug cu cormănă la adâncimea de 25-27 cm, iar primăvara a fost efectuată grăparea și cultivația înainte de semănatul porumbului.

Agricultura conservativă I (AC I). În această variantă miriștea și toate resturile vegetale au fost lăsate la suprafața solului, fără încorporare și fără alte lucrări ale solului.

Agricultura conservativă II (AC II). În această variantă, la 25 august 2022 a fost semănat muștarul în calitate de cultură de acoperire.

Agricultura conservativă III (AC III). Variantă în care în calitate de cultură de acoperire a fost semănată mazărichea de primăvară, la 25 august 2022.

Agricultura conservativă IV (AC IV). Varianta experienței în care în calitate de culturi de acoperire a fost semănat un amestec de culturi de acoperire semănat la 25 august 2022.

Agricultura conservativă V (AC V). Varianta experienței în care în calitate de cultură de acoperire a fost aleasă mazărichea de toamnă, semănată la 25 august 2022, cu intenția de a fi terminată înainte de semănatul porumbului.

Agricultura conservativă VI (AC VI). Varianta experienței în care în calitate de cultură de acoperire a fost aleasă mazărichea de toamnă, semănată pur cu intenția de a fi terminată după semănatul porumbului.

Experiența a fost realizată în trei repetiții. Suprafața parcelei semănată, 270 m<sup>2</sup>. Semănatul culturilor de acoperire a fost realizat cu semănătoarea Gherardi G117, clasificată de producător ca semănătoare pentru semănatul în sistem convențional și semănatul direct. Culturile de acoperire intenționate au fost semănată cu o normă sporită de semănat, pe motiv că către data de 25 august 2022 câmpul după grâul de toamnă era îmburuienat puternic și riscam ca unele semințe să nu ajungă în sol din cauza reziduurilor vegetale rămase la suprafață nedistribuite uniform și, tot odată, din cauză semănătorii relativ ușoare. În experiențe nu s-au utilizat îngrășăminte. Norma de însămânțare a culturilor de acoperire semănată pur a fost următoarea: muștar, 20 kg/ha; mazăriche de primăvară, 100 kg/ha și mazărichea de toamnă, 100 kg/ha. Structura amestecului de culturi de acoperire utilizat este prezentat în tabelul 1.

Îndată după semănat, la data de 26. 08.2023, în toate variantele cu agricultură conservativă a fost aplicat erbicidul Ouragan Forte 500 SL, cu substanța activă glifosat 500 g/l (sare de potasiu). Norma de consum a preparatu-

lui tehnic 4l/ha. Scopul aplicării erbicidului cu acțiune totală a fost nimicirea buruienilor mono și dicotiledonate anuale și perene care au răsărit după recoltarea grâului de toamnă, până la semănatul culturilor de acoperire.

Tabelul 1. Structura amestecului de culturi de acoperire utilizat în varianta  
Agricultura conservativă IV

<b>Nr.</b>	<b>Specia</b>	<b>Masa, kg</b>	<b>Structura, %</b>
1.	Ovăz	10,0	9,97
2.	Mei	13,0	12,98
3.	Sorg	15,0	14,98
4.	Muștar	8,0	7,98
5.	Ridichea daikon	1,25	1,24
6.	Coriandru	5,0	4,98
7.	Ridichea neagră	10,0	9,97
8.	Facelia	8,0	7,96
9.	Soia	30,0	29,94
<b>Total</b>		<b>100,25</b>	<b>100</b>

Primăvara, cu două săptămâni înainte de semănatul porumbului (24.04.2023), în variantele cu agricultură conservativă (cu excepția variantei Agricultură conservativă VI) a fost aplicat amestecul de erbicide, care conține 2 l/ha de Ourgan Forte 500 SL și 60 g/ha de 2, 4 D 500. Erbicidul 2, 4 D 500 cu substanța activă 2,4-D (sare de dimetil amină), 500 g/l. Scopul erbicidării a fost terminarea culturilor de acoperire de primăvară care nu au înghețat iarna, terminarea culturilor de acoperire bienale din amestecul de culturi de acoperire, nimicirea mazărichii de toamnă în varianta Agricultură conservativă V și, tot odată, nimicirea samuraslei care a apărut în varianta Agricultură conservativă I, fără culturi de acoperire. Semănatul porumbului în toate variantele experienței perpendicular variantelor a fost realizat la data de 7 mai 2023 cu semănătoarea KINZE 3505, semănătoare destinată semănatului în condiții de no-tillage. A fost semănat hibridul Porumbeni 391, cu norma de semănat 62 mii boabe germinabile la hectar în toate variantele experienței, perpendicular parcelelor.

La 10 mai 2023 a fost aplicat amestecul de erbicide dintre 2 l/ha de Ourgan Forte 500 SL și 60 g/ha de 2, 4 D 500 în varianta Agricultură conservativă VI, unde semănatul s-a realizat înainte de nimicirea mazărichii de toamnă. La data de 8 iunie 2023, în varianta agricultura tradițională, a fost aplicat erbicidul Legenda OD, în doza de 1, 25 l/ha cu substanța activă

mesotrion + nicosulfuron, (75+30) g/l pentru combaterea buruienilor mono și dicotiledonate anuale și perene.

În toamna anului 2022, după recoltarea grâului de toamnă au căzut 195 mm de precipitații atmosferice, respectiv 12 mm în iulie, 133 mm în august și 50 mm în septembrie. În perioada de vegetație a porumbului, în vara anului 2023 au căzut 370 mm cu următoarea distribuție în lunile anului: 173 mm în aprilie, 85 mm în mai, 34 mm în iunie, 75 mm în iulie și 3 mm în august.

Solul lotului experimental este reprezentat printr-un cernoziom carbonat luto-argilos cu conținutul de humus – 3,2 %.  $P_2O_5$  mobil - 1,9 mg/100g de sol (după Macighin),  $K_2O$  schimbabil - 24 mg/100g sol (după Maslova), capacitatea de nitrificație - 1,4 mg/100g sol.

Pe parcursul perioadei de vegetație s-au făcut măsurări și observații asupra culturilor de acoperire și asupra plantelor de porumb. Umiditatea și rezerva de apă în sol a fost determinată după metoda gravimetrică. Masa verde și aero-uscată a culturilor de acoperire s-a determinat cu ajutorul ramei metrice, iarna la sfârșitul vegetației și primăvara, după semănat. Recoltarea s-a efectuat manual de pe suprafața de evidență în faza coacerii depline a bobului. Datele obținute a recoltei au fost reduse la umiditatea standard -14 % și prelucrate statistic după Dospehov.

### **Rezultatele cercetărilor**

Condițiile climaterice din vara anului 2022 au fost favorabile pentru cultivarea culturilor de acoperire. Cantitatea abundentă de precipitații care a căzut în luna august (133 mm) și temperaturile pozitive din lunile august - septembrie au fost suficiente pentru răsărirea și dezvoltarea de mai apoi a culturilor de acoperire. Către data de 16.09.2022 toate speciile cultivate răsărise și aveau 2-3 frunze veritabile. Pe rădăcinile culturilor leguminoase (măzăricea de primăvară) se observau nodozitățile. Spre sfârșitul lunii octombrie ridichea daikon din amestecul de culturi de acoperire dezvoltase o rădăcină de 30 cm în adâncime, iar celelalte specii au acoperit pe deplin suprafața solului. Pe data de 12.11.22 a fost determinată masa verde și masa aero-uscată a culturilor de acoperire, prelevându-se probe de plante. Datele obținute sunt prezentate în tabelul 2.

În condițiile toamnei anului 2022 a fost posibil de a acumula o masă uscată de culturi de acoperire între 3,4 și 6,2 t/ha.

Obținerea unei mase bogate de culturi de acoperire în cazul semănatului în condiții de no-till este primul rezultat al acestei experiențe. Rolul culturilor de acoperire în menținerea sănătății solului este bine elucidat în literatura occidentală.

Tabelul 2. Masă verde și masa aero-uscată a culturilor de acoperire,  
12.11.2022

Varianta experienței	Agricultura conservativă II	Agricultura conservativă III	Agricultura conservativă IV	Agricultura conservativă V
Masa verde, t/ha	10,5	13,9	27,7	27,4
Masa aero-uscată, t/ha	3,4	4,1	5,4	6,2

În Republica Moldova culturile de acoperire nu au căpătat o răspândire largă, deoarece predomină părerea că toamnele sunt secetoase și nu există suficientă apă în sol, care ar asigura cel puțin răsărirea plantelor. Determinarea umidității spre sfârșitul perioadei de acumulare a apei în sol a arătat că există diferență între variantele experienței și anume: cea mai mare cantitate de apă în sol s-a acumulat în varianta Agricultura conservativă I, 126 mm (tabelul 3), varianta în care solul după recoltarea grâului de toamnă a fost acoperit cu resturile vegetale lăsate la suprafața solului în cantitate de 3 t/ha. Lăsarea miriștii și a paielor la suprafața solului contribuie mai bine la infiltrarea și păstrarea apei în sol, decât agricultura convențională bazată pe lucrarea solului, chiar și în cantități neîndestulătoare. Culturile de acoperire consumă o cantitate însemnată de apă și de aceea trebuie gestionate iscusit, fără ca să provoace pierderi de recoltă în anii secetoși. Iarna anului agricol 2022-23 a fost una blândă, încât nu toate culturile de acoperire de primăvara au înghețat, continuându-și vegetația și primăvara. La data de 24.04.23 pe parcele cu Agricultură conservativă (I-V) a fost aplicat amestecul de erbicide pentru terminarea culturilor de acoperire care mai erau în curs de vegetație, nimicirea samuraslei și a buruienilor. În varianta Agricultura conservativă -VI terminarea mazăricii de toamnă s-a realizat după semănatul porumbului la data de 10.05.2023. Determinarea mesei uscate a materialului vegetal de la suprafața solului a permis concluzionarea, că toate variantele au format la suprafață cantități diferite și de o calitate corespunzătoare culturii semănată. Există reziduuri cu un raport larg de C/N, cum sunt paietele de grâu și mazărichea care are un raport foarte îngust de C/N.

Cantitatea și calitatea, în mod logic, vor influența regimurile solului, în special regimul de nutriție și cel termic. Răsărirea plantulelor de porumb a fost una eșalonată. Primele plantule au răsărit după cum și era de așteptat, în varianta Agricultura convențională la data de 19.05.23. Răsărirea plantulelor la varianta Agricultura conservativă VI, varianta în care culturile de acoperire au fost terminate după răsărire, a fost observată la 29.05.23. Diferența de zece zile între cele două variante extreme. În prima variantă cu agricultură tradițională solul s-a încălzit foarte repede și, respectiv, plante-

le de porumb au răsărit tot repede. În varianta cu Agricultură conservativă VI solul a fost acoperit cu mai mult de 10 t/ha masă raportată în masa uscată (Tabelul 4). În toate variantele cu agricultură conservativă plantele de porumb au rămas în creștere, față de plantele din varianta cu agricultură tradițională din diferite motive, printre care insuficiența de elemente nutritive, umbrirea puternică a semănturilor în fazele inițiale de creștere și dezvoltare, realizarea unui semănat necalitativ în variantele cu mazăricea de toamnă în calitate de cultură de acoperire și, posibil, alte motive care urmează să fie investigate ulterior.

Tabelul 3. Rezerva de apă accesibilă în sol în dependență de variantele experienței, mm, 20.03.2023

Stratul de sol, cm	Variantele experienței			
	Agricultura convențională	Agricultura conservativă I	Agricultura conservativă II	Agricultura conservativă IV
0-10	14,1	12,9	11,0	14,9
10-20	12,1	12,9	10,4	13,4
20-30	12,1	12,8	10,1	13,3
30-40	12,1	11,6	9,8	12,7
40-50	11,9	13,7	10,8	11,8
50-60	11,1	12,7	9,3	11,0
60-70	11,7	12,4	9,3	9,1
70-80	10,6	12,2	8,0	6,4
80-90	11,5	12,7	8,5	6,3
90-100	11,2	12,1	1,2	6,1
Suma în 0-100 cm	118,4	126,0	88,4	105,0

Tabelul 4. Masa aero-uscată a reziduurilor de plante, culturilor de acoperire și buruienilor, t/ha, 10.05.2023

Varianta experienței	AC I	AC II	AC III	AC IV	AC V	AC VI
Masa, t/ha	2,8	4,6	2,5	4,1	9,8	10,5

Perioada de arșiță care a dominat lunile iulie-august cel mai puternic a afectat variantele cu mazăricea de toamnă în calitate de culturi de acoperire (AC V-VI), scăzând brusc producția de boabe. Cel mai înalt grad de supraviețuire a fost observat în varianta cu agricultură tradițională, 84% (tabelul 5). Acest fapt posibil se datorează mai multor factori:

- Semănatul în epocă optimă pentru această variantă;

- Răsărirea uniformă datorită încălzirii solului;
- Nivelarea suprafeței solului datorită lucrării solului efectuate;
- Încorporarea adâncă a resturilor vegetale care nu au avut interferență cu boabele de porumb semănat etc.

Toate variantele de Agricultură conservativă cercetate au contribuit la obținerea unei recolte scăzute, față de agricultura tradițională, statistic dovedite.

Tabelul 5. Gradul de supraviețuire a plantelor și producția de boabe în experiență

Nr.o	Variantele	Supraviețuirea plantelor de porumb la recoltare		Producția de boabe, t/ha
		mii/ha	%	
1	Agricultura tradițională	52	84	5,41
2	Agricultura conservativă I	46	74	2,82
3	Agricultura conservativă II	48	77	3,29
4	Agricultura conservativă III	43	69	3,76
5	Agricultura conservativă IV	49	82	2,74
6	Agricultura conservativă V	47	76	4,26
7	Agricultura conservativă VI	42	68	2,50
DL <sub>0,5</sub> 0,79				

### Concluzii și propuneri

Agricultura conservativă este practică în lume pe o suprafață mai mare de 200 milioane de teren arabil și suprafețele cresc în continuare (1). Este un sistem nou de agricultură, complet diferit de agricultura tradițională. În literatura de specialitate sunt prezentate momentele de bază care trebuie considerate. Negarea, omiterea, lipsa de cunoștințe poate duce la compromiterea sistemului (2). Cercetarea ulterioară a sistemului de agricultură conservativă trebuie efectuată cu pași mici, minuțios și planificată prealabil.

### Bibliografie

1. Kassam, Amir; Friedrich, Teodor and Rolf, Derpsch. Successul Experiences and Lessons from Conservation Agriculture Worldwide. *Agronomy*. 2022, vol. 12(4). DOI 10.3390/agronomy12040769.
2. Derpsch, R.; Franzluebbbers, A.J.; Duiker, S.W.; Reicosky, D.C.; Koeller, K. et al. Why do we need to standardize no tillage research. *Soil & Tillage Research*. 2014, vol. 137, pp. 16-22. Available: <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.10.002> [viewed 2024-06-28].



# ELEMENTE DE FERTILITATE POTENȚIALĂ ȘI EFECTIVĂ A UNOR CERNOZIOMURI SUB TEHNOLOGII APLICATE LA CULTURILE DE CÂMP ÎN RM

*Andriucă Valentina, conf. univ., dr., Melnic Rodica, lector univ. Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Rezumat.** Pentru obținerea producției înalte și de calitate, păstrării productivității agroecosistemelor pe termen lung un rol important se atribuie fertilității potențiale și efective a solurilor. Actualitatea cercetării elementelor de fertilitate a cernoziomurilor sub culturile de câmp cu aplicarea unor tehnologii inovative, care actual se practică în RM, impune evaluarea unor componente structurale și capacități fizico-chimice, agrofizice, hidrofizice, de aerăție, biologice și altele ale solului, cu rol important și influențe funcționale asupra serviciilor ecosistemice și activităților umane.

Modificarea și implementarea unor sisteme agricole în condiții concrete de climă, relief, sol, necesită o abordare agroecologică, care este mai avansată – informativ, decât doar aprecierea agronomică, inclusiv evidențierea unor modificări antropice, cu influențe asupra resurselor – sol-apă, aer, biodiversitate. Actual la aplicarea unor sisteme agricole este foarte important de a evidenția aspectele de echilibrare, dezechilibrare a stării de funcționalitate a solului, limitele capacităților pe care le poate depăși și aspectele pozitive care fortifică capacitatea solului de a rămâne un sistem sănătos, viabil, garant al calității vieții pe Terra.

La aplicarea tehnologiilor de lucrare a solului și a unor sisteme de agricultură este foarte important de a evidenția elemente cu influență de reziliență climatică care reprezintă componente ale agriculturii durabile, inclusiv păstrarea profilului pedogenetic, reținerii și mobilității optime a umidității în sol, asigurării optime a solului cu elemente nutritive, conservării unor capacități biologice importante pentru funcționalitatea solului.

Componente importante agroecologice ale agriculturii durabile din RM este evaluarea conversiei de energie și eficienței energetice, în deosebi pentru cele trei culturi strategice – grâu de toamnă, floarea soarelui și porumb pentru boabe, cu lucrarea tradițională a solului și No-till, care se practică pe terenuri și suprafețe diverse ale raioanelor pedogeografice din RM.

În ultimi ani suprafețele însămânțate cu grâu de toamnă, floarea soarelui și porumb pentru boabe în RM au fost de cca. 80 la sută din totalul terenurilor arabile, constituind pentru grâul de toamnă și floarea - soarelui a câte 340 mii ha, iar porumb pentru boabe - 546 mii ha.

S-a evidențiat conform cercetărilor și evaluărilor energetice că porumbul este cultură strategică, cu eficiență energetică înaltă, iar agroecosistemele sunt strategice și rentabile. La aplicarea sistemului No-till eficiența energetică este mai mare, comparativ cu lucrarea tradițională Arătură.

**Cuvinte-cheie:** cernoziom, fertilitate, No-till, proprietăți fizico-chimice, recoltă, eficiență energetică

## Rezultate

Despre importanța și necesitatea supravegherii diferitor elemente de fertilitate ale solului la aplicarea diverselor sisteme agricole menționează: Marinca C., și alții, 2009; Jigău Gh., 2009; Andrieș S., 2009; Boincean B., 2009; Boincean B., Stadnic St., 2017; Andriucă V. și alții, 2017; Melnic R., 2017; Leah T., 2017; Andrieș S., 2003 Andrieș S., 2017 și alții.

Cunoașterea, înțelegerea și păstrarea solului cu funcții vitale în cadrul ecosistemelor agricole reprezintă cheia succesului agricultorului. Agricultură și solul este activitate și mod de producție principal, de care depinde recolta și asigurarea cu produse alimentare.

Fertilitatea este acel atribut al solului, definit prin mediu fizic de a produce biomasă, de a pune la dispoziția culturii agricole – apa, aer, substanțe nutritive pentru o creștere, dezvoltare și fructificare favorabilă, succes economic și social. Actual fertilitatea solului nu este doar un atribut exclusiv al solului, dar și o funcție mult mai complexă a întregului sistem: sol-atmosferă, influențat de precipitații, schimbări climatice și altele; producție – resurse, influențată de eficiența energetică, capacitățile de conversie a energiei în sistemele agricole și alte componente generatoare de poluanți, degradări, toxicitate.

În perioada 2015-2019 au fost cercetate și evaluate unele elemente de fertilitate potențială și efectivă a cernoziomurilor din RM cu lucrarea tradițională – Arăturii și prin aplicarea sistemului No-till, cu multiple aspecte și influențe semnificative asupra dezvoltării grâului de toamnă, florii – soarelui, porumbului și alte culturi agricole.

Cercetările s-au realizat în 2 zone agricole ale RM: Zona agricolă Nord (s. Plop, r. Dondușeni și raionul Fălești, SRL Făleşmagro); Zona agricolă Centru (SDE, Chetrosu).

Datele productivității unor culturi agricole au fost corelate cu condițiile climatice, indicii de fertilitate a solurilor – caracteristica fizico-chimică, umiditatea, densitatea aparentă, rezistența la penetrare și altele. Cercetările s-au efectuat pe multiple poligoane din RM, trei locații.

Agroecosistemele cercetate au inclus porumbul - cultură în asolament, dar și porumbul - cultură permanentă (SDE, Chetrosu), experiențe multianuale strict monitorizate. Umiditatea solului s-a cercetat conform recomandărilor: la începutul perioadei de vegetație (aprilie/mai); în cea mai aridă lună (iulie); la sfârșitul perioadei de vegetație (octombrie/noiembrie). Recolta culturilor a fost evidențiată prin metode generale, dar și specifice – după elementele de structură a recoltei și altele. În baza datelor obținute, evaluărilor comparative s-a evidențiat conversia de energie în agroecosistemele cercetate și apreciată eficiența energetică.

Datele prezentate pentru agroecosistemele din SDE, Chetrosu (2016, 2017) au fost obținute pe poligoane cu cernoziom carbonatic slab humifer semiprofund luto-nisipos.

Cercetările detaliate ale învelișului de sol a variantelor studiate a arătat textură luto-nisipoasă și caracteristici fizico-chimice omogene pentru cele 7 sole din asolament, ceea ce este foarte important în evidențierea nivelului de fertilitate efectivă a culturilor agricole.

Datele au arătat conținut de argilă în limitele 20-26%, conținut de humus în stratul arabil (0-30 cm) de cca. 2,3 – 2%, capacitate totală de schimb cationică medie (suma cationilor adsorbiți constituie 22-25 me/100 g sol), reacție slab alcalină, conținutul de carbonați în stratul 0-50 cm nu depășește 6%.

Influența rotației culturilor în cadrul asolamentului și a tehnologiilor de cultivare asupra umidității din sol, densității aparente, porozității, rezistenței la penetrare se prezintă în tabelul 1.

Umiditatea solului s-a cercetat în stratul de 0-120 cm cu referire la dezvoltarea sistemului radicular a plantelor cercetate – grâu de toamnă și porumb boabe. Unele date privind sistemul radicular a grâului de toamnă în sistem Arătură și No-till au fost publicate anterior (Andriuca V. și alții, 2016).

În anul 2017 cercetările au fost efectuate și în SRL Făleşmagro pe cernoziom tipic mediu humifer, agroecosisteme cu Arătură (lucrarea tradițională) și lucrarea conservativă (No-till), variante amplasate adiacent. Solurile predominante sunt cernoziomurile tipice slab humifere, cernoziomurile tipice mediu humifere. Nota de bonitare a solurilor profunde constituie 80 – 100 puncte. Obiectele de cercetare au fost amplasate pe soluri luto-argiloase cu conținut de humus de cca. 3% pentru orizonturile superioare (Tabelul 2).

Datele arată că ambele câmpuri cercetate - Arătură (lucrarea tradițională) și lucrarea conservativă (No-till) sunt luto-argiloase, conținutul particulelor de argilă fizică (<0,01mm) constituie 52-55 %, se încadrează în intervalul 45-60%, ce corespunde acestei varietăți texturale.

**Tabelul 1.** Indicii agrofizici și umiditatea solului sub Arătură și No-till în agrocenozele cercetate, SDE Che-trosu, mai-iunie 2015

Adâncimea, cm		5 mai 2015						4 iunie 2015				
		Umiditatea,		Densitatea, g/cm <sup>3</sup>		Porozitate totală, %	Rezistența la penetra- re, kg/cm <sup>2</sup>	Umiditatea,		Coeficien- tul de ofi- lire, %	Rezistența so- lului la pene- trare, kg/cm <sup>2</sup>	Tempera- tura solu- lui, °C
		%	mm	densi- tatea	apa- rentă			%	mm			
0-10		20	22,6	2,63	1,13	57	5,4	9,1	10,3	12,1	24,9	24,5
10-20		19,1	21,8	2,62	1,14	56	9,4	11,3	12,9	13,4	26,3	23,5
20-30		17,5	23,3	2,62	1,33	49	16,4	13,0	17,3	13,1	23,1	23,3
30-40		18,3	22,0	2,62	1,20	54	17,0	12,8	15,4	13,0	27,3	22,0
40-50		19,5	24,2	2,61	1,24	52	14,8	12,9	16,0	12,8	27,4	
<b>0-50</b>			<b>113,9</b>			<b>54</b>			<b>71,9</b>			
<b>Câmpul I Grâu de toamnă, No-till</b>												
Adâncimea		19,8	21,6	2,63	1,09	59	6,1	3,4	3,7	13,2	28	24,3
0-10		17,2	22,5	2,62	1,31	50	19,4	10,6	13,9	13,4	19,2	23,5
10-20		16,8	23,5	2,62	1,40	47	17,2	10,8	15,1	12,9	27,4	23,3
20-30		18,6	22,5	2,62	1,21	54	18,0	11,2	13,6	13,1	28,9	22,2
30-40		19,7	24,0	2,61	1,22	53	17,6	12,1	14,8	12,8	27,5	
40-50			<b>114,1</b>			<b>53</b>			<b>61,1</b>			
<b>0-50</b>												

### Câmpul III Porumb cultură repetată, Arătură

Adâncimea, cm	5 mai 2015						4 iunie 2015				Temperatura solu-lui, °C
	Umiditatea,		Densitatea densitatea	Porozitatea, %	Rezistența la penetrare, kg/cm <sup>2</sup>	Umiditatea,		Densitatea apă-rentă, g/cm <sup>3</sup>	Rezistența la penetrare, kg/cm <sup>2</sup>		
	%	mm				%	mm				
0-10	18,9	21,2	2,63	1,12	57	3,9	5,8	6,5	11,8	24,7	
10-20	21,6	24,2	2,62	1,12	57	4,2	13,7	15,3	8,6	23,5	
20-30	20,0	25,2	2,62	1,26	52	8,2	18,7	23,6	12,0	23,2	
30-40	19,9	25,5	2,62	1,28	51	14,8	17,1	21,9	22,3	23,0	
40-50	20,4	27,3	2,61	1,34	49	11,4	19,7	26,4	19,2		
<b>0-50</b>		<b>123,4</b>			<b>53</b>			<b>93,7</b>			
<b>Câmpul III Porumb cultură repetată, No-till</b>											
Adâncimea											
0-10	20,8	26,6	2,63	1,28	51	6,1	5,0	6,4	13,0	25,7	
10-20	20,6	27,8	2,62	1,35	48	19,4	14,5	19,6	25,1	24,2	
20-30	20,7	25,5	2,62	1,23	53	17,2	17,4	21,4	16,6	23,5	
30-40	20,8	27,5	2,62	1,32	50	18,0	19,9	26,3	19,2	22,7	
40-50	20,1	29,2	2,61	1,45	45	17,6	19,6	28,4	18,3		
<b>0-50</b>		<b>136,6</b>			<b>49</b>			<b>102,1</b>			

Solul este moderat humifer, conținutul de humus cca. 3%. Suma cationilor adsorbiți variază în limitele 27-29 me/100 g sol în orizontul arabil. Carbonații sunt amplasați sub adâncimea de 80 cm. Reacția solului în suspensie apoasă slab alcalină.

*Umiditatea solului, densitatea aparentă și rezistența la penetrare, raionul Fălești, 2017.*

Au fost cercetați unii indici agrofizici – densitatea aparentă și rezistența solului la penetrare, evaluată umiditatea comparativă a solului din agroce-noza grâu de toamnă după soia – No-till (Kiktenko) și grâu de toamnă după grâu de toamnă - Arătură (SRL Făleşmagro), tabelul 3.

Tabelul 2. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului tipic, raionul Fălești, anul 2017

Varianta de cercetare	Adâncimea, cm	Umiditatea higroscopică, %	Humus, %	Capacitatea de adsorbție, me/100 g sol			Carbonați, %	pH	Compoziția granulometrică, %	
				Ca	Mg	Total			apos	>0,01 mm
Arătură	0-10	5,21	3,03	25,7	5,3	29,0	0	7,4	47,93	52,07
	20-30	5,21	2,88				0	7,3	47,32	52,68
	40-50	5,32	2,48	22,9	4,8	27,7	0	7,5	46,94	53,06
	60-70	5,10	1,66	22,5	3,9	26,4	0	7,3	45,95	54,05
	80-90	5,43	0,90				7,6	8,1	46,09	53,91
	90-100	5,32	0,75				9,4	8,3	45,84	54,16
No-till	0-10	5,32	3,00	23,9	4,9	28,8	0	7,3	47,80	52,20
	20-30	5,21	2,93	22,3	4,3	26,6	0	7,3	47,14	52,86
	40-50	5,10	2,79				0	7,5	46,91	53,09
	60-70	4,99	1,51	19,5	3,3	22,8	0	7,5	46,39	53,61
	80-90	4,88	1,08				0	7,5	45,42	54,58
	90-100	4,77	0,88				7,8	8,0	45,27	54,73

Elementele de structură a recoltei grâului de toamnă (1 m<sup>2</sup>), câmpul nr. 1, varianta Arătură și câmpul nr. 2 No-till, Fălești, an. 2016-2017 se prezintă în tabelul 4 și 5.

Paralel cu aceste două locații de cercetare în perioada 2017-2019 evaluarea comparativă a unor elemente de fertilitate potențială și efectivă a solului utilizat în tehnologii agricole inovative No-till, comparativ cu Arătură, tehnologii actuale de cultivare a grâului de toamnă, floarea-soarelui și porumb s-a efectuat în GȚ AgroPanfil, raionul Dondușeni. Solurile poligoanelor de cercetare au fost studiate prin metode cartografice, amplasării a 5 profile de sol în teren și altele.

Tabelul 3. Indicii agrofizici și umiditatea solului în funcție de sistemul de lucrare și agrocenoză, Kiktenco raionul Fălești 02.04.2017

Adâncimea, cm	Sola nr. 1 - Grâu de toamnă					
	Umiditatea, %		Densitatea aparentă, g/cm <sup>3</sup>		Rezistența solului la penetrare, kgf/cm <sup>2</sup>	
	Arătură	No-till	Arătură	No-till	Arătură	No-till
0-10	21,03	19,73	1,26	1,22	10	9
10-20	22,16	20,00	1,23	1,40	13	25
20-30	21,67	21,49	1,27	1,33	16	26
30-40	20,92	23,50	1,29	1,32	19	21
40-50	22,75	23,61	1,36	1,27	24	20
50-60	23,15	22,97				
60-70	22,13	22,03				
70-80	21,08	21,72				
80-90	20,75	45,18				
90-100	20,75	22,80				
100-110	26,12	23,08				
110-120	20,90	20,99				

Tabelul 4. Elementele de structură a recoltei grâului de toamnă (1 m<sup>2</sup>), câmpul nr. 1, varianta Arătură, SRL Falsemagro, Fălești, 2016-2017

Re-petiții	Nr. tulpinilor	Masa tulpinilor, g	Nr. de spice	Masa boabelor la 1 m <sup>2</sup> , g	Masa la 1000 boabe, g	Masa boabelor la 1 ha, kg
1	357	328,9	356	275,6	39,8	2756
2	485	361,7	386	489,3	50	4893
3	335	361,7	319	345,8	38,7	3458
4	552	380,6	490	397,4	42,6	3974
Media	<b>432</b>	<b>358,2</b>	<b>388</b>	<b>377</b>	<b>42,8</b>	<b>3770</b>

Tabelul 5. Elementele de structură a recoltei grâului de toamnă (1 m<sup>2</sup>), câmpul nr. 2, varianta No-till, Fălești, Kiktenco, an. 2016-2017

Re-petiții	Nr. tulpinilor	Masa tulpinilor g	Nr. de spice	Masa boabelor la 1 m <sup>2</sup> , g	Masa la 1000 boabe, g	Masa boabelor la 1 ha, kg
1	411	488,1	402	309,0	40,3	3090
2	438	497,1	418	543,2	52,8	543,2
3	376	442,5	369	488,4	47,8	4884
4	514	582,5	508	623,7	47,8	6237
Media	<b>435</b>	<b>502,55</b>	<b>424</b>	<b>491,08</b>	<b>47,18</b>	<b>4911</b>

Aceasta a permis determinarea solului ca cernoziom levigat argilolutos, conținutul de argilă fizică de cca. 55 – 59 %, doar rareori peste 60 – 62 %. Solurile cercetate au fost comparabile, apropiate după structură, conținut de humus și caracteristici fizico-chimice. Solurile au fertilitate naturală înaltă, sunt reprezentative zonei agricole de Nord, nota de bonitare a cernoziomurilor cercetate peste 90 puncte. În studiu au fost incluse soluri moderat humifere, conținutul de humus cca. 3-4%, suma cationilor adsorbiți în limitele 27-29 me/100 g sol pentru orizontul arabil. Carbonații sunt amplasați sub adâncimea de 80 cm. Reacția solului slab alcalină.

Umiditatea solului (Figura 1, 2), densitatea aparentă, rezistența la penetrare, rezervele de umiditate, tipurile de porozitate au fost cercetate și evaluate pentru un șir de agrocenoze cultivate în GȚ AgroPanfil, raionul Dondușeni.

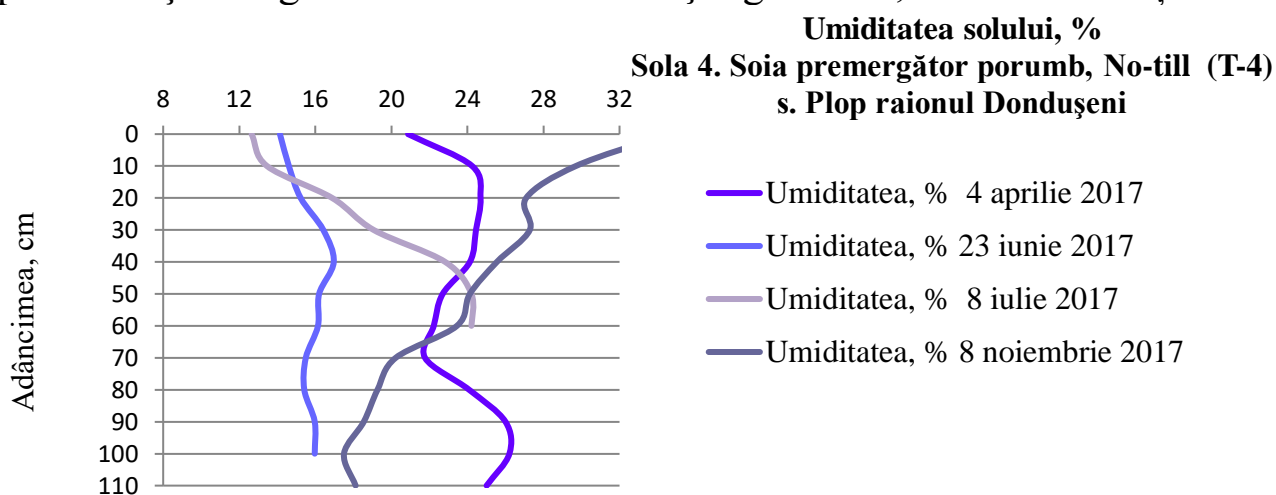


Figura 1. Umiditatea solului în diverse perioade

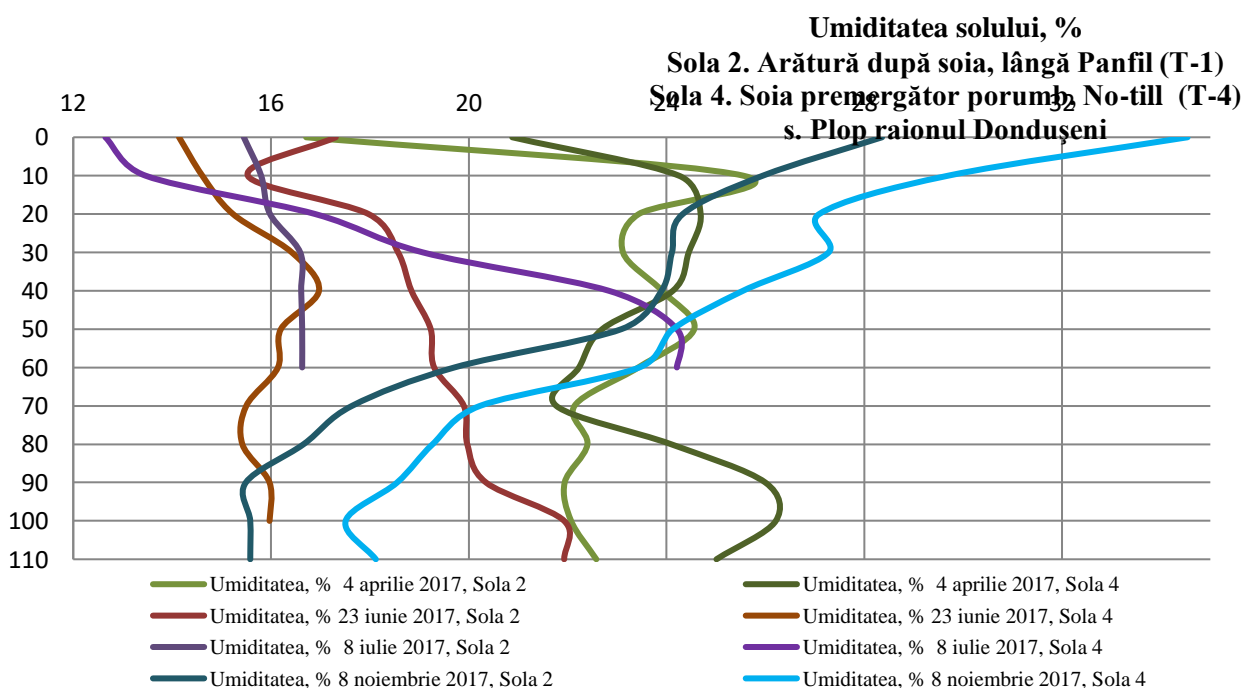


Figura 2. Umiditatea solului



În anul 2019 recolta a fost cercetată în GȚ Agro Panfil, Plop Dondușeni pe variante No-till (Tabelul 6) și la Periferia Codrilor s. Mălăiești, raionul Orhei Vintex Agro (Ivanov), sistem conservativ – Mini-till și sistem tradițional Arătură (Tabelul 7).

Tabelul 6. Recolta culturilor de câmp, t/ha (2017, 2018, 2019) în GȚ Agro Panfil, Plop Dondușeni, No-till

Cultura de câmp	Anul 2017	Anul 2018	Anul 2019
Grâu de toamnă	5,5	5	4,8
Orz de toamnă	6,8	4,7	6
Soia	2	2	1,8
Porumb	10	8	9
Floarea soarelui	2	3	2,4
Rapiță	4.5	4	3,3
Sfecla pentru zahăr	45	50	60

Cercetările au arătat, că condițiile climatice ale anului 2017-2018, 2018-2019 au influențat semnificativ recolta culturilor de câmp – grâu de toamnă, porumb, rapiță, floarea soarelui, sfecla pentru zahăr atât pe Podișul Moldovei de Nord, cât și la periferia Codrilor. Datele recoltei culturilor de câmp din anul 2019 arată o producție intermediară a anilor 2017 și 2018 pentru GȚ Agro Panfil, Plop Dondușeni și Vintex Agro (Ivanov), s. Mălăiești, raionul Orhei.

Tabelul 7. Recolta culturilor de câmp, t/ha (2019) în Vintex Agro (Ivanov), s. Mălăiești, raionul Orhei, Mini-till și Arătură

Cultura de câmp	Anul 2019 (secetos)		Anul 2018 (mediu)		Ani favorabili	
	Arătură	Mini-till	Arătură	Mini-till	Arătură	Mini-till
Grâu de toamnă	4,2	4	6	6	7,5	7
Porumb	-	-	7-8	6	-	-
Floarea soarelui	-	-	3,4	-	4,5-4,8	2,5
Rapiță	-	-	3,5	-	-	-

Pentru toate agroecosistemele cercetate (2015-2019) a fost determinată structura și eficiența energetică la aplicarea sistemelor tehnologice convenționale și conservative (No-till). Aceasta a permis elaborarea scării de evaluare a eficienței energetice (coeficientul de conversie al energiei – outputuri/inputuri, MJ/ha) aplicate în agroecosisteme din RM. Au fost evidențiate 6 clase de valori după eficiența energetică, care se deosebesc semnificativ.

## Concluzii

Condițiile ecopedologice și climatice ale agroecosistemelor cercetate în perioada 2015-2019 au influențat semnificativ starea agrofizică a solului, dezvoltarea plantelor și nivelul producției. Elemente de fertilitate efectivă cu influență semnificativă sunt textura solului, rezervele de apă accesibilă pentru plante, rezistența la penetrare, omogenitatea straturilor arabile și subarabile după densitatea aparentă, conținutul de humus, asigurarea cu elemente nutritive și nivelul de management agroecosistemic.

Producția culturilor de câmp sub sistem conservativ de lucrare a solului pe Podișul Moldovei de Nord, GȚ Agro Panfil a constituit în anii 2016-2017 și 2017-2018: 5,0 – 5.5 t/ha grâu de toamnă; 8,0 – 10,0 t/ha porumb boabe; 2,0- 3,0 t/ha floarea soarelui; 4,0-4,5 t/ha rapiță și 40-45 t/ha sfecla pentru zahăr (în al 5-lea an al rotației culturilor).

În SDE Chetrosu, (periferia Codrilor) în anul agricol 2015-2016, cu secetă pedologică în perioada de dezvoltare intensă a plantelor (mai-iunie), recolta grâului de toamnă (premergător fasolea) a constituit cca. 4,97 t/ha și nu a fost semnalată influența sistemului de lucrare a solului asupra productivității agroecosistemului. La fel, aici nu s-a evidențiat influența sistemului de lucrare a solului asupra porumbului la boabe (premergător grâu de toamnă), cu producția de 7,8 t/ha. Agrocenoza porumb cultură permanentă (34 ani) a evidențiat influența sistemului No-till asupra productivității. S-a stabilit, că un rol determinant în fertilitatea efectivă revine premergătorului, iar neaplicarea erbicidelor compromite semnificativ recolta.

Cercetările din GȚ Agro Panfil (2014, 2016) arată, că pentru grâul de toamnă producția în anii climatici favorabili (2014) și mai puțin favorabil (2016) pe varianta No-till este mai înaltă de 1,33 ori. La orzul de toamnă în anii favorabili producția pe varianta No-till depășește varianta Arătură de 1,75 ori (anul 2014). La porumb, premergător sfecla pentru zahăr pe varianta No-till producția a constituit în anul 2014 – 15 t/ha, pe varianta Arătură – 8 t/ha.

Cercetările au arătat, că fertilitatea efectivă a solului nu se manifestă pronunțat la floarea soarelui– sistem conservativ și tradițional.

S-a evidențiat că porumbul la boabe conform scării de evaluare a eficienței energetice (coeficientul de conversie al energiei – output/input, MJ/ha) în sistem No-till, comparativ cu alte culturi agricole, reprezintă agroecosisteme – strategice.

## Referințe bibliografice

1. Andrieș, Serafim. Starea fondului funciar, măsurile de protecție și folosire rațională. In: *Solul - una din problemele principale ale secolului XXI. Lucrările confe-*

- rinței internaționale științifico-practice*. Chișinău, 7 august 2003. Chișinău: Pontos, 2003. pp. 59-75. ISBN 9975-902-84-7.
2. Andrieș, Serafim. Optimizarea însușirilor agrochimice ale solurilor pentru obținerea recoltelor scontate de grâu de toamnă. In: *Agricultura conservativă: rezum. rapoartelor conf. șt. - practică cu participare int.*, 25 febr., 2015. Chișinău: ed. "Bons Offices", 2015. pp. 13. ISBN 978-9975-80-940-5.
  3. Andrieș, Serafim. Proprietățile și funcțiile materiei organice din sol și măsuri pentru conservarea fertilității. In: *Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană: conf. șt. intern. 120 de ani de la nașterea academicianului Ion Dicusar*, 6-7 sep., 2017. Chișinău: CEP USM, 2017, pp. 22-27. ISBN 978-9975-71-9278.
  4. Andriucă, Valentina. Agricultura conservativă – componentă a agriculturii durabile și agriculturii de precizie. În: *Agricultura conservativă: concept, oportunități, aplicații. Rezumatele Rapoartelor Conferinței Științifico-practice cu participare internațională, 25 februarie, 2015*, Chișinău: ed. "Bons Offices", 2015. p. 18. ISBN 978-9975-80-940-5.
  5. Andriuca, Valentina, Bacean, I., Dubiț Daniela; Cazmalî, N., Macrii, Lucia, Melnic, Rodica, Bejan, V. The particularities of root system development in winter wheat grown on carbonate chernozem. In: *Lucrări științifice – seria Agronomie, vol. 59. "Life Sciences a challenge to the future". International scientific Congress 20-22 October 2016*. Iași.
  6. Andriucă, V. și alții. Influența benefică a sistemului conservativ de lucrare No-till asupra densității aparente și umidității solurilor Silvestepei Podișului de Nord a Republicii Moldova. In: *Cercetarea și gestionarea resurselor de sol. Materialele conferinței științifice cu participare internațională a Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului*. 8-9 septembrie 2017. Chișinău: CEP USM, 2017. pp. 139-150. ISBN 978-9975-71-931-5.
  7. Andriucă, V. și alții. Aprecierea calității agrofizice și umidității solului cu aplicarea sistemului conservativ de lucrare a solului No-till din diverse agrocenoze în RM. În: *Culegere de articole științifice. Conferința științifică internațională, consacrată aniversării a 120 de ani de la nașterea academicianului Ion Dicusar "Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană"*, 6-7 septembrie, Chișinău: CEP USM, 2017. pp. 231-237. ISBN 978-9975-71-927-8.
  8. Boincean, Boris. Agricultura modernă și necesitatea dezvoltării ei durabile în Republica Moldova. In: *Agricultura Moldovei*. 2009, nr. 9 – 10. 12 p. ISSN 0582-5229.
  9. Boincean, Boris. Cu privire la sistemul conservativ de agricultură. In: *Agricultura conservativă: rezum. rapoartelor conf. șt. - practică cu participare int.*, 25 febr., 2015. Chișinău: ed. "Bons Offices", 2015. pp. 14-15. ISBN 978-9975-80-940-5.
  10. Boincean, Boris, Stadnic, Stanislav. Productivitatea asolamentului în funcție de sistemele de fertilizare pe cernoziomul tipic din Stepa Bățului. In: *Cercetarea și gestionarea resurselor de sol. Materialele conferinței științifice cu participare internațională a Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului*. 8-9 septembrie 2017. Chișinău: CEP USM, 2017. pp. 151-165. ISBN 978-9975-71-931-5.
  11. Boincean, Boris, Dent, David. Soil fertilitz and sustainable, rezilient agriculture în the Republic of Moldova. In: *Eastern European Chernozems-140 zears after V. Dokuchaev*. International Scientific Conference. Chișinău, 2019. pp. 44-49.

12. Boincean, B. și alții. Agricultura conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori. Chișinău, 2020. 203 p.
13. GUȘ, Petru, RUSU, Teodor, BOGDAN, Ileana. Sisteme convenționale și neconvenționale de lucrare a solului, editura RISOPRINT – Cluj-Napoca, 2003 (B).
14. Guș, Petru, Rusu, Teodor. Sisteme minime de lucrare a solului alternative pentru protecția mediului. In: Sisteme de lucrări minime ale solului. Al 5-lea simpozion cu participare internațională. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2008.
15. Jigău, Gheorghe. Evoluția solurilor Republicii Moldova și modelul regional de implementare a sistemului agricol conservativ. In: *Agricultura conservativă: rezum. rapoartelor conf. șt. - practică cu participare int.*, 25 febr., 2015. Chișinău: ed. "Bons Offices", 2015. pp. 12. ISBN 978-9975-80-940-5.
16. Marinca, C. și alții. Solul și fertilitatea. Relația cu sistemele agricole din Banat. Timișoara, 2009. 628 p.
17. Melnic, Rodica. Evaluarea comparativă a unor indici agrofizici ai solului în dependență de tehnologiile aplicate la cultivarea porumbului. In: *Cercetarea și gestionarea resurselor de sol. Materialele conferinței științifice cu participare internațională a Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului*. 8-9 septembrie 2017. Chișinău: CEP USM, 2017. pp. 281-291. ISBN 978-9975-71-931-5.
18. Leah, Tamara. Cercetări prioritare în agricultura conservativă a Republicii Moldova. In: *Agricultura conservativă: rezum. rapoartelor conf. șt. - practică cu participare int.*, 25 febr., 2015. Chișinău: ed. "Bons Offices", 2015. pp. 16. ISBN 978-9975-80-940-5.
19. Leah, Tamara. Modificarea stării de calitate a stratului arabil al cernoziomurilor cambice din Moldova centrală sub influența îngrășămintelor verzi. In: *Cercetarea și gestionarea resurselor de sol. Materialele conferinței științifice cu participare internațională a Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului*. 8-9 septembrie 2017. Chișinău: CEP USM, 2017. pp. 250-259. ISBN 978-9975-71-931-5.

## **MODELE OPTIME DE BILANȚ A HUMUSULUI ȘI ELEMENTELOR NUTRITIVE ÎN ASOLAMENTELE DE CÂMP ȘI ÎN AGRICULTURA REPUBLICII MOLDOVA**

*Lungu Vasile, IPAPS „N. Dimo”, d.ș.a.c.ș.c.*

**Rezumat.** În articol sunt prezentate modele optime de bilanț a humusului și elementelor nutritive în asolamentele de câmp și în agricultura Republicii Moldova.

**Cuvinte – cheie:** bilanț, model, cultură, sol, humus, azot, potasiu.

### **Introducere**

Standardele agricole scăzute și un bilanț negativ al nutrienților în rotația culturilor sunt cele mai importante motive care limitează creșterea recolte-

lor. Utilizarea sistemelor de îngrășăminte în agricultură, ținând cont de starea bilanțului nutrienților, permite nu numai obținerea recoltelor planificate, dar contribuie și la reproducerea fertilității solului.

### **Materiale și metode**

Elaborarea modelelor optime de bilanț al humusului și elementelor biofile s-a bazat pe rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate pe 14 experiențe de câmp în perioada 1991-2020 pe sol cenușiu de pădure, cernoziom levigat, cernoziom carbonatic cu îngrășăminte minerale și datele biroului național de statistică a Moldovei din anii 1991-2020 (1,3). Studiile privind bilanțul nutrienților în experimente staționare multianuale cu îngrășăminte iau în considerare cu exactitate aplicarea pe termen lung a diversilor nutrienți în asolamentul culturilor și exportul lor cu recolta.

### **Rezultate și discuții**

Experimentele se desfășoară în condiții apropiate de condițiile de producție. Prin urmare, datele de bilanț obținute în experimentele de lungă durată pot fi utilizate atât în scopuri științifice, cât și practice. Parametrii de bilanț stabiliți în baza unor astfel de experimente sunt importanți și în elaborarea modelelor echilibrate de nutrienți la nivelul unei culturi, asolament, gospodărie agricolă, raion, zone, țară (2).

În modelul din tabel au fost stabilite normele de fertilizare și nivelele de nutriție pe culturi și tip de sol pentru menținerea unui bilanț echilibrat de humus, azot, fosfor și potasiu în solurile arabile.

În tabelul 1 este indicat faptul, că bilanțul de azot și humus la grâul de toamnă și porumb boabe este echilibrat la variantele 90-120 kg/ha de azot pe sol cenușiu de pădure, 120-150 kg/ha pe cernoziom levigat și 60-90 kg/ha pe cernoziom carbonatic. Pentru floarea soarelui și mazăre boabe un bilanț echilibrat de azot și materie organică se formează la 30-45 kg/ha de îngrășământ pe sol cenușiu de pădure, 45-60 pe cernoziom levigat și 30-35 kg pe cernoziom carbonatic.

Conform modelului bilanțul de fosfor la grâul de toamnă și porumb boabe este echilibrat spre pozitiv la variantele 45-60 kg/ha pe sol cenușiu de pădure, 60-90 pe cernoziom levigat și 30-45 kg/ha pe cernoziom carbonatic. Pentru floarea soarelui și mazăre boabe un bilanț echilibrat de fosfor se formează la 30-45 kg/ha de îngrășământ pe sol cenușiu de pădure, 45-60 - pe cernoziom levigat și 30 kg pe cernoziom carbonatic. Bilanțul potasiului este negativ la toate culturile, dar este stabilit că rezervele de potasiu în solurile din Moldova sunt enorme, deaceia se consideră că norma de 45-60 kg/ha asigură un bilanț stabil de acest element.

În studiu a fost analizat bilanțul humusului și nutrienților (azot, fosfor și potasiu) în agricultura Moldovei pe o perioadă de 30 de ani (1991–2020). Datele arată clar o situație critică: degradarea humică și nutrițională a terenurilor agricole ale țării este în creștere. Pe o perioadă de 30 de ani exportul azotului, fosforului și potasiului de către culturile agricole a depășit de cca 3 ori aplicarea acestor elemente cu toate tipurile de îngrășăminte.

Tabelul 1. Model de formare a unui bilanț echilibrat de humus și elemente nutritive în asolamente de câmp în funcție de sol și cultură. (experiențe de lungă durată)

Cultura	Sol cenușiu			Cernoziom levigat			Cernoziom carbonatic		
	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha
Grâu de toamnă	90 -120	45 -60	60	120 -150	60 -90	60	60 -90	30 -45	45
Porumb boabe	90 -120	45 -60	60	120 -150	60 -90	60	60 -90	30 -45	45
Floarea soarelui	30 -45	30 -45	45	45 -60	45 -60	45	30 -35	25 -30	30
Mazăre boabe	30 -45	30 -45	45	45 -60	45 -60	45	30 -35	25 -30	30

Un deficit atât de mare în echilibrul nutrienților în agricultura țării înseamnă că producția agricolă nu realizează în mare măsură potențialul pedo-climatic și potențialul altor factori, cum ar fi varietatea sorturilor și hibridilor, asolamentelor, produsele chimice de protecție a plantelor și alții. Drept urmare, productivitatea în agricultură este una dintre cele mai scăzute din lume, iar țara nu primește multe milioane de tone de produse suplimentare.

Structura culturilor agricole din ultimii ani în Moldova este una nefavorabilă pentru dezvoltarea mai departe a agriculturii ( tab.2.). Asolamentele nu se respectă aproape peste tot. Unica cultură care se cultivă în asolament este sfecla de zahăr, însă ea în prezent ocupă doar 1,3 % din terenul arabil.

Structura arabilă în cele 3 zone pedoclimatice este predominat de trei culturi: porumb boabe, floarea soarelui și grăul de toamnă. Toate împreună ocupă cca 81,8 % din total. Culturile care contribuie la menținerea fertilității solurilor ocupă doar 6 % din total în loc de 20-25 % cum ar fi normal în o agricultură durabilă ( tab.2). Analizând structura culturilor agricole din prezent și cum ar trebui ea să fie în viitor au fost elaborate modele de bilanț echilibrat a humusului și elementelor nutritive pe zone de cultivare cu leguminoase boabe și fără ele.

Îngrășămintele organice nu s-au luat în vedere deoarece ele practic nu sunt. Normele de fertilizanți au fost stabilite funcție de cultură și zonă.

Tabelul 2. Structura culturilor agricole (2016-2020)

Cultura	Total		Nord		Centru		Sud	
	ha	%, din total arabil	ha	%, din total cultură	ha	%, din total cultură	ha	%, din total cultură
Grâu de toamnă	349	23,5	136,8	39,2	71,2	20,4	140,6	40,3
Porumb boabe	496	33,4	177,1	35,7	132,4	26,7	185,5	37,4
Floarea soarelui	371	24,9	141,4	38,1	80,1	21,6	149,9	40,2
Orz de toamnă	67,2	4,5	25,1	37,3	12,5	18,6	29,6	44,1
Plante nutreț	54,6	3,7	16,5	30,2	20,2	37	17,9	32,7
Soia	33,8	2,3	33,1	97,9	0,6	1,8	0,1	0,2
Legume de câmp	32,6	2,2	19,4	59,6	8,4	25,7	4,7	14,4
Rapiță de toamnă	30,4	2,0	12,4	40,9	4,3	14,3	13,6	44,7
Cartofi	20,4	1,4	14,1	68,9	5	24,3	6,3	30,8
Sfeclă de zahăr	18,8	1,3	18,7	99,6	0,1	0,3	0	0
Bostănoase	6,8	0,5	6,1	90	0,4	6,6	0,2	3,1
Porumb siloz	6	0,4	1,6	27,1	2,6	43,89	1,7	28,9
Tutun	0,4	0,03	0,2	44,1	0,2	55,8	0	0
<b>Total arabil</b>	<b>1487</b>	<b>100,0</b>	<b>602,5</b>	<b>40,5</b>	<b>338</b>	<b>22,7</b>	<b>549,3</b>	<b>36,8</b>
Vița de vie	126	50,5	1,3	1,0	36	28,6	88,7	70,4
Livezi	123,3	49,5	56	65,6	43,1	34,9	24,2	19,5
<b>Total</b>	<b>249,3</b>	<b>100</b>	<b>57,3</b>	<b>23</b>	<b>79,1</b>	<b>31,7</b>	<b>112,9</b>	<b>45,3</b>

În zona de nord pentru solurile de pădure normele sunt de la 30-180 kg/ha azot, 45-90 kg/ha fosfor și 45-69 potasiu. Pentru cernoziomuri levigate și tipice normele sunt mai reduse, deoarece ele au o fertilitate mai ridicată față de cele de pădure. Aceste norme vor asigura un bilanț echilibrat de humus și elemente nutritive. În zona de Centru cu soluri de pădure și cernoziomuri levigate un bilanț echilibrat este asigurat de aplicarea a 30-120 kg/ha de azot, 45-60 kg/ha de fosfor și de 45-60 kg/ha de potasiu ( tab.3 ).

În zona de Sud învelișul de sol este predominant de cernoziomurile carbonatce și obișnuite. Aceste soluri au o capacitate mare de mineralizare a substanței organice, deoarece ele reacționează mai slab la fertilizare. Plus la aceasta sudul este o zonă cu deficit de umiditate și cu recolte mai modeste. Reșind din aceasta sistemul de fertilizare a culturilor agricole care asigură un bilanț echilibrat de humus și elemente biofile este mai redus ca în celelalte zone. Normele de azot sunt de 30-90 kg/ha, fosfor 30-45 și potasiu 30-45 kg/ha ( tab.4).

Tabelul 3. Model de bilanț echilibrat de elemente nutritive în asolamente de câmp ( Zona de Nord)

Culturile în asolament	recolta, t/ha	soluri brune, cenușii de pădure și cernoziomuri argiloeluviale			cernoziomuri levigate și tipice		
		N	P	K	N	P	K
<b>Asolament cu leguminoase boabe</b>							
Leguminoase boabe	3,0	30	45	45	30	30	30
Grâu de toamnă	4,5	180	60	60	150	45	45
Sfecla de zahăr	50,0	180	90	60	150	60	45
Porumb boabe	6,0	180	60	60	150	45	45
Floarea soarelui	3,0	90	45	45	60	30	30
<b>Asolament fără leguminoase boabe</b>							
Floarea soarelui	2,5	45	30	30	60	30	30
Grâu de toamnă	4,0	150	45	45	120	45	45
Orz de toamnă	4,0	60	30	30	60	30	30
Sfecla de zahăr	45,0	150	60	45	120	60	60
Porumb boabe	5,0	150	45	30	120	45	45

Tabelul 4. Model de bilanț echilibrat de elemente nutritive în asolamente de câmp ( Zona de Centru și Zona de Sud)

Culturile în asolament	recolta, t/ha	Zona de Centru			Zona de Sud		
		soluri brune, cenușii de pădure și cernoziomuri levigate			cernoziomuri carbonatice și obișnuite		
		N	P	K	N	P	K
<b>Asolament cu leguminoase boabe</b>							
Leguminoase boabe	2,5	30	45	45	30	30	30
Grâu de toamnă	4,0	120	60	60	90	45	45
Orz de toamnă	3,5	45	45	45	45	45	45
Porumb boabe	5,0	120	60	60	90	45	45
Floarea soarelui	2,5	60	45	45	45	30	30
<b>Asolament fără leguminoase boabe</b>							
Floarea soarelui	2,0	45	30	30	45	30	30
Grâu de toamnă	3,5	120	45	45	90	45	45
Orz de toamnă	3,5	45	30	30	45	30	30
Porumb boabe	5,0	120	45	30	90	45	45

În încheiere prezentăm modelul universal de bilanț al humusului și elementelor nutritive pe 3 categorii de apreciere pentru principalele culturi ( tab. 5).



Tabelul 5. Model pe categorii de bilanț pentru principalele culturi

Cultura	Bilanțul	Norma de îngrășăminte, kg/ha		
		Azot	Fosfor	Potasiu
Grâu de toamnă	negativ	45-60	0-30	0-30
	neutru	60-90	30-60	30-60
	pozitiv	90-120	60-90	60-90
Sfeclă de zahăr	negativ	60-90	30-60	30-60
	neutru	90-120	60-90	60-90
	pozitiv	120-150	90-120	90-120
Porumb boabe	negativ	45-60	0-30	0-30
	neutru	60-90	30-60	30-60
	pozitiv	90-120	60-90	60-90
Floarea soarelui	negativ	30-45	0-30	0-30
	neutru	45-60	30-45	30-45
	pozitiv	60-90	45-60	45-60
Legumenoase boabe	negativ	0-30	0-30	0-30
	neutru	30-45	30-45	30-45
	pozitiv	45-60	45-60	45-60
Legume de câmp	negativ	45-60	45-60	45-60
	neutru	60-90	90-120	90-120
	pozitiv	90-120	120-150	120-150
Vița de vie	negativ	30-45	0-30	0-30
	neutru	45-60	30-45	30-45
	pozitiv	60-75	45-60	45-60
Livezi	negativ	45-60	0-30	0-30
	neutru	60-75	30-45	30-45
	pozitiv	75-90	45-60	45-60

### Concluzii

În urma evaluării efectuate s-a stabilit că în zona de nord pentru solurile de pădure normele de îngrășăminte sunt de la 30-180 kg/ha azot, 45-90 kg/ha fosfor și 45-69 potasiu. Pentru cernoziomuri levigate și tipice normele sunt mai reduse. În zona de Centru cu soluri de pădure și cernoziomuri levigate un bilanț echilibrat este asigurat de aplicarea a 30-120 kg/ha de azot, 45-60 kg/ha de fosfor și de 45-60 kg/ha de potasiu. În zona de sud normele de azot sunt de 30-90 kg/ha, fosfor 30-45 și potasiu 30-45 kg/ha. Modelele de fertilizare propuse vor asigura un bilanț optim de materie organică și elemente nutritive în agricultura Moldovei.

### Bibliografie

1. Anuarile statistice ale Republicii Moldova, anii 1991-2020.
2. Instrucțiuni metodice perfecționate pentru determinarea și reglarea bilanțului de elemente biofile în solurile Moldovei. Chișinău, 2001. 23 p.
3. Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor pe diferite tipuri de sol la culturile de câmp. Chișinău, Pontos, 2012.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА CONCORDIA 306 SE В ПОСЕВАХ ВЕЧНОГО СОРГО

Крючков Олег, научный сотрудник; Мелека Анатолий, к.с/х.наук  
Дьячук Наталья, н. Сотрудник; Дрегля Михаил научный сотрудник  
Национальный Центр Исследования и Производство Семян

**Abstract:** In the publication is described the effectiveness of a new postemergent herbicides in grain sorghum crops. Under the influence of the postemergent herbicide **Concordia 306 SE** at a dose of 0,60 l/ha suppressed the total amount of weeds by 60,8%.

**Key words:** herbicides, weeds, grain sorghum.

### Введение

В последние годы повысился интерес к сорговым культурам. По урожайности, питательным свойствам зерно и зелёная масса сорго почти не уступают кукурузе, а в некоторых регионах и превосходят её. Кроме фуража, зерно сорго используется для спиртовой и крахмалопаточной промышленности, техническое (веничное) сорго широко используется для производства различных мётел и веников. Однако дальнейшее увеличение площадей под ними сдерживается отсутствием эффективных гербицидов способных подавлять однолетние и многолетние сорняки. Разработка эффективных способов защиты сорговых культур от сорняков на основе применения современных гербицидов весьма актуальная.

### Материалы и методы

В связи с этим, в 2023 году лабораторией Технологии Национального Центра Исследования и Производство Семян был заложен опыт по применению повсходового гербицида Concordia 306 SE (*2,4D eter etilhehelic 2-compus*, 300 г/л + *florasulam*, 6,25 г/л) и его влияние на сорную растительность и урожайность веничного сорго (семенные посевы).

Мелко деляночный опыт был проведён на черноземе карбонатном среднесуглинистом с содержанием гумуса 3,2 %.

Были испытаны две дозы: 0,4 и 0,6 л/га, в качестве препарата “стандарта“ использовали Valerina Super, SE в дозе 0,4 л/га. Посевная площадь делянки 63 м<sup>2</sup>, учетная – 42 м.<sup>2</sup> Повторность в опыте четырехкратная. Предшественник кукуруза. Объектом исследования служил сорт веничного сорго Liptiera. Гербициды, в дозах согласно схемы опыта, вносились ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочего раствора 300 л/га. Применялись гербициды в фазе 3 - 5 листьев у культуры.

За развитием растений осуществлялись фенологические наблюдения, и отмечалось влияние гербицида на состояние культуры и сорняков. Учет сорняков в течение вегетации сорго проводили трижды: первый учет осуществляли перед закладкой опыта (исходная засоренность), второй - спустя тридцать дней после опрыскивания растений раствором гербицидов, третий - перед уборкой урожая. Размер учетной площади подсчета сорняков - 0,33 м<sup>2</sup>. На каждой делянке во всех повторениях брались по три учетных площадки, на которых учитывалось общее количество сорняков и в разрезе видового состава. Данные по учету сорняков обрабатывались статистически дисперсионным методом по Доспехову.

### Результаты и обсуждение

Учет количества и видового состава сорной растительности показал, что уровень засоренности был высоким. Количество сорняков по запрограммированным делянкам опыта соответствовало условиям проведения опытов при среднем показателе 79,1 шт./м<sup>2</sup>.

Флористический состав сорняков был следующий: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), марь белая (*Chenopodium album*), осот розовый (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), гибискус тройчатый (*Hibiscus trionum*), мышей (*Setaria glauca*) и просо волосовидное (*Panicum capillare*).

Применение в фазе 3-5 листьев культуры гербицида Concordia 306 SE в дозе 0,4 л/га подавило общее количество сорной растительности на 58,9 %, а в дозе 0,6 л/га – на 60,8 % (табл.1).

Таблица 1. Действие гербицида Concordia 306 SE на общую засорённость (среднее из 4-х повторений), II учет

Варианты	Количество сорняков, шт/м <sup>2</sup>	Гибель сорняков, %
Контроль	86,8	-
Ст, Valerina Super, SE - 0,4 л/га	34,3	60,5
Concordia 306 SE - 0,4 л/га	35,7	58,9
Concordia 306 SE - 0,6 л/га	33,9	60,8
НСР <sub>05</sub> 2,8 шт./м. <sup>2</sup>		

В разрезе флористического состава сорняков действие гербицида Concordia 306 SE варьировало в широких пределах. Так, щирица запрокинутая, марь белая, гибискус тройчатый, вьюнок полевой и осот розовый подавлялись на 91,7 - 100%. Совершенно не влияла Concordia 306 SE на злаковые сорняки – мышей и просо волосовидное (табл.2).

Таблица 2. Действие гербицида Concordia 306 SE на общую засорённость посевов сорго (среднее из 4-х повторений), II учет

Вариант	Мышей		Просо воло-совидное		Щирица Запрокинутая		Марь белая		Гибискус тройчатый		Вьюнок полевой		Осот розовый	
	шт/м <sup>2</sup>	гибель %	шт/м <sup>2</sup>	гибель %	шт/м <sup>2</sup>	гибель %	шт/м <sup>2</sup>	гибель, %	шт/м <sup>2</sup>	гибель, %	шт/м <sup>2</sup>	гибель, %	шт/м <sup>2</sup>	гибель, %
Контроль	24,6	-	8,2	-	20	-	18	-	6,2	-	6	-	3,8	-
Ст, Valerina Super, SE - 0,4 л/га	20,3	-	10,4	-	-	100	-	100	0,2	96,8	0,4	93,3	-	100
Concor-dia 306 SE - 0,4 л/га	25,8	-	8,0	-	0,6	97,0	0,4	97,8	0,2	96,8	0,5	91,7	0,2	94,7
Concor-dia 306 SE - 0,6 л/га	26,0	-	10,8	-	-	100	-	100	-	100	0,1	98,3	-	100

Третий учет, проведенный перед уборкой урожая сорго, также не внес существенных изменений в закономерность действия гербицида Concordia 306 SE, как на общую засоренность, так и на отдельные виды сорняков: испытуемый гербицид в дозе 0,4 л/га подавил сорняки на 57,0 а в дозе 0,6 л/га – на 58,5%.

Существенно снизилась и сухая масса сорняков. Так, на контроле она составила 426,5 г/м<sup>2</sup>, в то время как на варианте Concordia 306 SE в дозе 0,6 л/га – 220,6 г/м<sup>2</sup> (табл.3).

Таблица 3. Действие гербицида Concordia 306 SE на общую засорённость (среднее из 4-х повторений), III учет

Варианты	Количество сорняков, шт/м <sup>2</sup>	Гибель сорняков, %	Вес сухих растений, г/м <sup>2</sup>	Снижение веса, %
Контроль	108,8	-	426,5	-
Ст, Valerina Super, SE - 0,4 л/га	45,0	58,6	224,5	47,4
Concordia 306 SE - 0,4 л/га	46,8	57,0	236,0	44,7
Concordia 306 SE - 0,6 л/га	45,1	58,5	220,6	48,3

Гербицид Concordia 306 SE оказал положительное влияние на урожайность сорго (сорт Liptiera) (табл.4).

Таблица 4. Влияние гербицида Concordia 306 SE на урожайность сорго т/га, при 14% влажности

Варианты	Повторности				Среднее	± к контролю
	I	II	III	IV		
Контроль	1,64	1,52	1,44	1,23	1,46	-
Ст,Valerina Super, SE – 0,4 л/га	2,02	1,84	2,06	1,90	1,96	+0,50
Concordia 306 SE - 0,4 л/га	2,00	1,90	1,96	1,85	1,93	+0,48
Concordia 306 SE - 0,6 л/га	2,10	2,05	2,20	1,98	2,08	+0,62
НСР <sub>05</sub> – 0,20 т/га						

### Выводы

Прибавка к урожаю от применения гербицида Concordia 306 SE в дозе 0,4-0,6 л/га колебалась в пределах 1,93 - 2,08 т/га зерна, при урожае на контроле 1,46 т/га.

Таким образом, приведённый материал свидетельствует о необходимости расширить поиск наиболее эффективных препаратов для борьбы с сорняками в посевах сорговых культур.

### Библиография

1. М. М. Кадималиев, И. А. Мусаев, Ш. М. Магомедов. Влияние гербицидов на засоренность и урожай сахарного сорго. Агротехнический вестник. – 2008. – №6. С. 37–38.
2. С. В. Кизинек, В. В.Тараненко, В. С. Белоусов, А. Б. Володин. Реакция сорговых культур в западном Предкавказье на применение гербицидов Паллас 45 и Стеллар Сельско хозяйственный журнал. – 2018. – №11. – С. 43–45.
3. Янкелевич Р. К. Эффективность применения гербицидов в посевах сорго. Текст научной статьи по специальности «Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство» Вестник Алтайского государственного университета № 6 (32) 2007
4. В. Л. Копылович, В. А. Радовня, Н. М. Шестак. Эффективность внесения гербицидов в посевах сорго сахарного в условиях Белорусского Полесья Вестник БГСХА : науч.-метод. журн. - 2021. - №4. - С. 87-92

# ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

*Ротарь Е.А., д. биологических наук, старший научный сотрудник,  
Дрегля М.В., научный сотрудник,*

*Национальный центр исследования и производства семян*

**Резюме.** В данной статье исследуется влияние плотности посадки на урожайность сорго в условиях Республики Молдова с целью оптимизации агротехнических методов и улучшения устойчивости сельскохозяйственного производства к климатическим изменениям. Исследование проводилось с 2019 по 2022 годы и включало анализ урожайности гибридов и линий сорго при плотностях 170, 200 и 228 тыс/га. Гибрид "Пищевой 1" продемонстрировал увеличение урожайности до 12 т/га при увеличении плотности посадки до 228 тыс/га, что на 75% выше, чем при плотности 170 тыс/га. Дисперсионный анализ подтвердил значительное влияние плотности на урожайность ( $p < 0.05$ ), а коэффициент корреляции Пирсона составил 0.89, указывая на сильную положительную связь. Результаты подчеркивают важность учета генетических особенностей сортов и климатических факторов для разработки эффективных агротехнических стратегий, способных обеспечить высокую урожайность сорго в условиях ограниченных земельных ресурсов и изменяющегося климата.

**Abstract.** This paper investigates the influence of planting density on sorghum yield in the conditions of the Republic of Moldova with the aim of optimizing agronomic practices and improving the resilience of agricultural production to climate change. The study was conducted from 2019 to 2022 and partially analyzed the yield of sorghum hybrids and lines at a dense height of 170, 200 and 228 thousand/ha. The hybrid "Pişcevoi 1" showed an increase in yield to 12 t/ha with an increase in planting density to 228 thousand/ha, which is 75% higher than at a density of 170 thousand/ha. Analysis of variance confirmed a significant effect of density on yield ( $p < 0.05$ ), and the Pearson correlation coefficient was 0.89, indicating a strong positive relationship. The results show the importance of taking into account the genetic characteristics of varieties and climatic factors to develop effective agronomic strategies that can ensure high sorghum yields under conditions of limited land resources and changing climate.

**Key words:** sorghum, planting density

## Введение

Сельское хозяйство остается важной отраслью для экономики многих стран, и изучение факторов, влияющих на урожайность сель-

скохозяйственных культур, имеет большое значение. В контексте данного исследования особое внимание уделяется анализу урожайности сорго, которое, хотя и не является основной культурой в Республике Молдова, представляет интерес для агрономических исследований в связи с его потенциалом в качестве альтернативного источника корма и биоэнергии[1].

Целью данной работы является анализ урожайности сорго в зависимости от плотности посадки на основе данных, собранных в определенных почвенно-климатических условиях. Исследование направлено на определение оптимальных условий для выращивания сорго, что может способствовать диверсификации сельскохозяйственного производства и улучшению его устойчивости к изменениям климата.

Исследование проводилось с 2019 по 2022 гг., что позволило собрать данные в различных климатических условиях, отражающих естественное изменение погодных условий. Это дает возможность оценить устойчивость сорго к климатическим колебаниям и определить, как изменения в плотности посадки могут компенсировать негативное влияние неблагоприятных погодных условий.

Важность данного исследования заключается в возможности использования его результатов для разработки рекомендаций, которые могут быть полезны для агрономов и фермеров, заинтересованных в выращивании сорго в Республике Молдова, а также для ученых, изучающих агрономические аспекты этой культуры.

### **Материалы и методы**

Эксперимент по изучению урожайности сорго был проведен на территории Института растениеводства Порумбень, ныне - "Национальный центр исследования и производства семян". Почва экспериментальных участков была представлена черноземом карбонатным тяжелосуглинистом на тяжелом суглинке,

В качестве объекта исследования были использованы следующие гибриды сорго: Пищевой 1, Порумбень 7, Порумбе 8, также линии: МСЛ-21, МСЛ-26, Низкорослое-81.

Из анализа среднемесячных температур (таблица 1) и осадков (таблица 2) в период вегетации сорго за последние четыре года, следует, что климатические условия значительно варьировали. В 2019 году температурные показатели были схожи с многолетними средними, за исключением июня и августа, когда температура превысила средние значения, что могло способствовать улучшению условий для роста сорго. Осадки также были выше среднего в июне, указывая на

более влажные условия. В 2020 году май показал заметное понижение температуры, что могло негативно сказаться на начальной стадии роста растений. Однако в июле и августе температура поднялась выше среднего, что, возможно, компенсировало холодный май. В этом же году осадков выпало значительно больше в мае и сентябре, что могло улучшить водоснабжение растений в критические периоды их развития. В 2021 году наблюдалось снижение температур весной, что могло замедлить вегетацию сорго, но последующее повышение температуры летом способствовало быстрому восстановлению роста. Осадки в июле и августе были значительно выше среднего, что могло привести к избыточному увлажнению и даже к риску затопления. Наконец в 2022 году температура была стабильной и близкой к средним значениям, что предполагает благоприятные условия для роста сорго. Однако осадков выпало меньше, особенно в апреле, что могло потребовать дополнительного орошения для поддержания оптимального уровня влажности почвы. Эти изменения в климатических условиях от года к году оказали значительное влияние на урожайность сорго, что позволило более объективно рассмотреть проблему влияния густоты стояния на урожайность изучаемой культуры [2].

Таблица 1. Среднемесячные температуры в период вегетации растений сорго (°С)

Год	месяц					
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
2019	10,1	17,0	22,8	21,4	22,6	17,8
2020	9,5	14,5	21,8	23,7	24,0	20,8
2021	8,5	15,2	20,2	24,1	22,0	15,6
2022	11,8	16,3	21,3	23,2	21,4	16,9
Средние много- летние значения	10,4	16,3	19,9	21,8	21,1	16,0

Таблица 2. Сумма осадков период вегетации растений сорго (мм)

Год	месяц					
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
2019	33	64	121	38	26	28
2020	9	128	89	51	5	65
2021	51	66	118	141	179	9
2022	0,0	29,7	35,6	66,8	7,6	24
Средние много- летние значения	30	45	65	60	45	30



## Результаты и обсуждения

В рамках исследования, проведенного с 2019 по 2022 год (таблица 3), была изучена урожайность различных гибридов и линий сорго при трех уровнях густоты стояния: 170, 200, и 228 тыс./га. Особое внимание было уделено гибриду "Пищевой 1", который продемонстрировал значительные колебания урожайности в зависимости от густоты посадки.

В 2019 году наблюдалось увеличение урожайности "Пищевого 1" с 4300 кг/га при густоте 170 тыс./га до 8250 кг/га при 228 тыс./га. Этот тренд сохранялся и в последующие годы, достигая пика в 2021 году, когда урожайность при той же густоте составила 12000 кг/га.

Для оценки статистической значимости данных был применен дисперсионный анализ (ANOVA), который подтвердил, что изменения густоты стояния оказывают значительное влияние на урожайность гибрида "Пищевой 1" ( $p < 0.05$ ). Коэффициент корреляции Пирсона между густотой стояния и урожайностью составил 0.89, указывая на сильную положительную связь.

Таблица 3. Влияние густоты стояния растений на урожай гибридов и линий сорго

Год исследования	Плотность (тыс./га)	Гибриды			Линии		
		Пищевой 1	Порумбень 7	Порумбень 8	МСЛ-21	МСЛ-26	Низкорослое-81
2019	170	4300	2740	4230	1280	2485	2300
	200	4850	4600	5570	1267	3109	2960
	228	8250	4150	4174	1644	3280	3740
2020	170	3810	2400	3310	1850	2540	2970
	200	2790	1724	1970	1240	2030	1840
	228	1510	1208	1080	670	1500	1230
2021	170	9600	3750	5600	2350	4900	1350
	200	9600	4550	6900	2950	5900	3750
	228	12000	4850	7250	4600	4250	4550
2022	170	3825	2975	2976	-	3825	3550
	200	7000	5500	4500	-	6000	7680
	228	9690	7410	7980	-	7680	7980

Также было отмечено, что другие гибриды и линии реагируют на изменение густоты стояния по-разному. Например, "Порумбень 7" и

"Порумбень 8" показали увеличение урожайности при увеличении густоты в 2019 году, но в последующие годы эта тенденция не была столь явной. Это указывает на необходимость дальнейшего изучения генетических и фенотипических особенностей каждого сорта для определения оптимальных условий выращивания.

Результаты исследования ясно демонстрируют, что густота посадки играет критическую роль в определении урожайности сорго. Гибрид "Пищевой 1" показал, что при увеличении густоты стояния до 228 тыс./га урожайность может быть увеличена до 12000 кг/га, что на 75% выше, чем при густоте 170 тыс./га. Эти экспериментальные данные подчеркивают потенциал адаптации сорта к более плотным условиям выращивания, что может быть особенно полезно в условиях ограниченных земельных ресурсов.

Также критически важно учитывать влияние климатических факторов на урожайность сорго. Изменения в температурных режимах, осадках и других климатических параметрах могут существенно повлиять на оптимальную густоту посадки и, соответственно, на урожайность. В связи с этим, предлагается провести серию физиологических исследований, направленных на выявление толерантных, адаптивных и наиболее устойчивых к изменениям климата гибридов и линий сорго.

Комплексный анализ полученных результатов позволяет акцентировать внимание исследователя на значимости интеграции агрономических показателей с генетическими и климатическими данными для разработки устойчивых и эффективных агротехнических стратегий, способных обеспечить высокую урожайность сорго в будущем.

### **Выводы:**

1. Густота посадки оказывает прямое влияние на урожайность сорго, что подтверждается статистическими данными. Гибрид "Пищевой 1" показал увеличение урожайности на 75% при увеличении густоты с 170 до 228 тыс./га.
2. Различные реакции гибридов и линий на изменение густоты посадки подчеркивают генетическую изменчивость и необходимость индивидуального подхода к агрономическим характеристикам каждого сорта.
3. Дисперсионный анализ (ANOVA) и коэффициент корреляции Пирсона (0.89) подтверждают сильную положительную связь между густотой стояния и урожайностью.

4. Необходимо расширить проведение физиологических исследований онтогенеза сорго в условиях жестких климатических изменений, происходящих в Республике Молдова с целью выявления ограничительных условий выращивания сорго как потенциальной страховой культуры для нашего региона.

### Библиография

1. Спиваченко А.Б., Ротарь Е.А, Дрегля М.В. Перспективы возобновления и внедрения сорго в аграрно-промышленном секторе Республики Молдова //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення» присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фриден-таль (1-2 липня 2021 р.) / Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН –Харків, 2021 - с. 341-345
2. Rotari E., Dreglea M. ENERGETIC CRISIS AND GRAIN SORGHUM VARIETY MODEL // The National Conference with international participation "Life sciences in the dialogue of generations: Connections between Universities, Academia and Business Community", September 29-30, 2022 : Abstract book - Chişinău : Editura USM, 2022, p.62

CZU:633.11:632.938

### **INTENSIFICAREA BOLILOR FUNGICE – PROVOCARE MAJORĂ PENTRU GRÂUL COMUN ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA**

*Lupaşcu Galina, dr. hab., prof. cerc., Cristea Nicolae, cerc. şt., Gavzer Svetlana, cerc. şt.*

*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM*

**Summary.** The article presents data on the attack of foliar diseases (septoriosi, brown rust, yellow rust, powdery mildew) in 88 genotypes of common winter wheat collection under the conditions of 2023-2024. Of particular interest is the strong intensity of yellow rust in 2023 year and powdery mildew – în 2024 year. The difference in the sensitivity of genotypes to these diseases was on the basis for their separation into clusters, which in 2023 was more relevant, based on the attack of brown rust and yellow rust, and in the 2024 year – of the attack of septoria and powdery mildew. Wheat genotypes with reduced susceptibility to the mentioned foliar diseases have been identified that could be included in breeding programs as possible sources of resistance.

**Key words:** common wheat, septoria, brown rust, yellow rust, powdery mildew, degree of attack, clusters, genotypes.

## Introducere

Grâul a fost domesticit în Semiluna Fertilă acum ~10.500 de ani, de unde s-a răspândit în toată Europa și Asia, jucând un rol crucial în dezvoltarea agriculturii și civilizației. În America, grâul a fost introdus de europeni în secolele XVI-XVII. Grâul comun hexaploid (*Triticum aestivum* L.) și grâul dur tetraploid (*T. turgidum* var. *durum*). sunt hrana de bază în majoritatea țărilor în curs de dezvoltare, fiind cele mai comercializate cereale la nivel global. Intensificarea comerțului a stabilit rute comerciale și schimburi de soiuri de grâu între diferite țări. Istoria complexă de reproducere și comerț a grâului ridică întrebări cu privire la modul în care bolile grâului s-au răspândit, adaptat și evoluat împreună cu gazdele lor. Ameliorarea culturilor poate determina, de asemenea, apariția de noi tulpini de agenți patogeni. De exemplu, introducerea culturii hibride triticeale s-a reflectat rapid asupra hibridării mucegaiurilor care colonizează genitorii acesteia [8].

**Bolile ruginii cerealelor** au devenit o preocupare serioasă, documentată încă în antichitate în Vechiul Testament (aproximativ – 750 ani î.Hr.). Agențul patogen care provoacă boala ruginii tulpinii de grâu este printre primii agenți patogeni ai plantelor identificați în anii 1700, ceea ce sugerează că grâul și agenții patogeni ai ruginilor au coexistat mii de ani. Ruginile grâului sunt documentate din vremea lui Aristotel (384–322 î.Hr.). Epidemiile de rugini și alte boli au fost un motiv pentru o practică străveche de venerare a zeului roman Robigus al protecției cerealelor împotriva bolilor care sunt și în prezent constrângeri majore pentru producția de grâu la nivel mondial. Trei specii de ciuperci din genul *Puccinia* – *P. triticina* (Pt), *P. graminis* f. sp. *tritici* (Pgt) și *P. striiformis* f. sp. *tritici* (Pst) care provoacă rugina frunzelor, tulpinii și, respectiv, dungii pe frunzele de grâu sunt paraziți biotrofici obligați care necesită celule gazdă vii pentru a crește și a se reproduce. Cu toate acestea, paraziții pot rămâne în viață ca spori în absența unei gazde vii pentru o perioadă de timp, în funcție de condiții [1].

**Rugina brună**, cauzată de *Puccinia recondita* este o boală severă în culturile cerealiere în întreaga lume. În medie, pierderile de recoltă pot constitui 10-40% care reduc semnificativ veniturile economice. Boala distruge frunzele, tulpinile, glumele cerealelor. Conform unor date, la grâu s-au înregistrat anual 70 de rase în America de Nord, 35 – Canada, 105 – Europa. Nu există date despre existența raselor acestui patogen la secară. Rugina brună poate cauza reduceri ale numărului de boabe per spic, iar

pierderile de grâne ating chiar 30-70% la varietățile susceptibile în America de Sud. Rezultate diferite s-au înregistrat în Europa unde pierderile de recoltă la soiurile susceptibile au ajuns până la 14-29%, în principal datorită reducerii greutateii bobului [6].

**Rugina galbenă** cauzată de *P. striiformis* f. sp. *tritici* (Pst) este o boală serioasă a grâului care afectează producția de boabe a grâului și este răspândită în majoritatea arealelor de cultivare cu condiții de umiditate și temperatură scăzută pe durata vegetației. Uredinosporii Pst, cu capacitate de a se răspândi ușor cu ajutorul vântului la distanțe mari, se extind la mii de kilometri de la locul inițial al infecției. Tocmai din cauza survenirii neașteptate a acestor condiții, destul de frecvent rugina galbenă se poate manifesta brusc, cu intensitate deosebită în zonele unde anterior nu se manifesta deloc sau foarte rar. Acest fenomen a condus la supoziția că populațiile de Pst și-au dezvoltat o adaptabilitate înaltă la temperatură ridicată. Pierderile de recoltă la grâu în urma infecției Pst de obicei este rezultatul reducerii numărului de boabe în spic, calității boabelor și indicilor de panificație. Pe baza dovezilor din epidemiile istorice, consecințelor asupra pierderilor de recolte, incidențelor în diferite regiuni ale globului, s-a ajuns la concluzia că Pst a fost cea mai gravă amenințare biotică pentru producția durabilă de grâu [4].

**Septorioza** – *Septoria tritici blotch* (STB) este cea mai frecventă boală a grâului, cauzată de ciuperca ascomicetă *Zymoseptoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*). Patogenul este responsabil de pierderi mari de recoltă la nivel mondial, acestea variind în limitele 30-50% atunci când condițiile de mediu sunt favorabile dezvoltării bolii. **Septoria nodorum blotch** (SNB) este cauzată de ciuperca *Parastagonospora nodorum* (denumită anterior *Septoria nodorum*). SNB apare în zonele de cultivare a grâului din întreaga lume, unde vremea caldă și umedă este predominantă, cum ar fi estul Statelor Unite, regiuni din nordul Europei, Australia și din Asia de Nord. SNB se manifestă ca un complex de pete de frunze și glume și poate reduce atât randamentul, cât și calitatea boabelor (dimensiunea redusă a semințelor). Toate părțile plantelor de deasupra solului pot fi infectate, inclusiv frunzele, tecile frunzelor, tulpinile, glumele. Simptomele apar mai întâi ca mici leziuni de culoare maro închis până la cea de ciocolată pe frunzele inferioare. Tulpinile pot fi, de asemenea, infectate, prezentând leziuni brun-închise în special la nivelul nodurilor, motiv pentru care specia se numește *nodorum* [2]. S-au raportat pierderi de randament de până la 50% la soiurile sensibile. S-a constatat că izolatele din Oklahoma au o diversitate genetică și virulență ridicată, fapt care permite o adaptare ușoară la soiurile de grâu din Oklahoma. Controlul bolii se realizează prin aplica-

rea de tratamente cu fungicide și / sau cultivarea soiurilor purtătoare de gene de rezistență majoră (R). Niciuna dintre aceste metode și nici combinația lor nu sunt considerate durabile, necesitând astfel o reînnoire și cercetare constantă. Un factor care încurajează reducerea utilizării tratamentelor chimice pentru această boală este costul acestora, care ajunge anual la peste 400 de milioane de euro în Europa. Pe baza rezistenței soiului de grâu Renan la STB, s-a constatat caracterul cantitativ și poligenic al acesteia [5]. Metodele de gestionare a bolilor plantelor de cultură, cum ar fi rotația cu culturi non-gazdă, igienizarea câmpului, plantarea târzie și intercalarea grâului cu alte culturi pot reduce incidența și severitatea bolii prin reducerea inoculului disponibil pentru a iniția infecția [3].

**Făinarea.** Făinarea ierburilor și cerealelor (*Blumeria graminis*) este o boală fungică a plantelor, cauzată de specii de ciuperci din ordinul *Erysiphaceae*. *B. graminis* este un parazit biotrofic, divers din punct de vedere biologic, cu grad ridicat de specializare la anumite gazde și cu numeroase rase fiziologice adaptate la diferite soiuri ale unei anumite specii gazdă. Boala este cea mai dăunătoare în regiunile de coastă și în partea de sud-est și centrală a Poloniei, devenind din ce în ce mai importantă în caz de schimbări climatice [7]. Apare sub forma unei pustule albicioase care se extinde mai întâi pe frunzele bazale, după care poate trece pe teacă și pe tulpină. Frunzele atacate se îngălbenesc și mor prematur. La o presiune mare de infecție pot fi afectate frunzele superioare și spicele. Pe aceste pustule apar mai târziu puncte negre care reprezintă fructificațiile ciupercii. Făinarea are o importanță economică foarte mare în cultura cerealelor, fiind cauza pierderilor mari de producție. Atacul în toamnă afectează plantele prin scăderea rezistenței plantelor la ger. La un atac timpuriu, boala conduce la pierderi de frunze, înfrățirea și dezvoltarea rădăcinilor fiind compromise. Atacul întârziat perturbă procesul de fotosinteză în plante, astfel încât numărul de boabe per spic și MMB se reduc. Dezvoltarea bolii în culturile de cereale se poate produce exploziv, intervalul de timp de la infecție până la apariția primelor simptome vizibile fiind cuprins între 3 și 5 zile [7].

Deși majoritatea soiurilor de grâu sunt susceptibile la bolile foliare menționate, totuși oportunitatea de cercetare și apreciere a colecțiilor largi de genotipuri oferă șanse reale de identificare a formelor rezistente sau cel puțin cu sensibilitate diminuată, ceea ce a și constituit *scopul* prezentelor cercetări.

### Material și metode

În calitate de material pentru studiu, au servit 88 genotipuri de colecție de grâu comun de toamnă de diferită proveniență ecologo-geografică. Aprecierea gradului de atac de rugină brună, rugină galbenă, septorioză, făinare s-a efectuat în scara de 5 trepte (0, 1, 2, 3, 4) în anii 2023-2024. Menționăm că



inițial semnele de făinare s-au manifestat la etapa juvenilă a plantei, septorioză – în perioada preanteză, rugină brună – anteză, rugină galbenă – anteză-postanteză. Aprecierea gradului de atac s-a efectuat în prima decadă a lunii iunie în anii 2023-2024. Datele au fost prelucrate statistic conform analizei clusteriene centroidă (*k*-medii) în pachetul de soft STATISTICA 7, ca criterii/cazuri servind gradul de atac al bolilor menționate.

### Rezultate și discuții

Cercetările noastre au demonstrat atât similitudini, cât și deosebiri ale manifestării bolilor foliare la genotipurile aflate în studiu. Astfel în ambii ani, destul de puternic a fost atacul de septorioză, media căruia în cele 4 clustere a variat în limitele 2,01-2,99 în a. 2023 și 0,83-3,00 – a. 2024. Atacul de rugină brună a constituit 0,78-2,19 în a. 2023 și 0,0-0,69 – a. 2024. Este de menționat că de rând cu slăbirea atacului de rugină brună, în a. 2024, un fenomen important a fost manifestarea și în ceea ce privește alte 2 boli cu manifestare rară sau foarte slabă. În anul 2023 s-a declanșat rugina galbenă care anterior nu se înregistra deloc, atacul variind în limitele 0,34-2,19 la cele 4 clustere de genotipuri. În anul 2024 s-a manifestat puternic făinarea – 1,25-3,14 care de obicei se manifesta doar primăvara devreme pe primele frunze inferioare, după care dispărea (Tab.1, 2).

Manifestarea surprinzătoare a ruginii galbene și a făinării o putem explica prin condițiile meteo favorabile dezvoltării acestor boli: i) iarnă blândă și primăvară răcoroasă din anul 2023 în cazul ruginii galbene și ii) alternanță bruscă de temperatură scăzută (în special pe timp de noapte) / temperatură ridicată ziua din primăvara anului 2024 în cazul făinării.

Rugina brună și rugina galbenă a căror medie de atac a variat în anul 2023 între 0,78-2,19 și 0,34-2,19, în cele 4 clustere, respectiv, au manifestat și cele mai înalte variante interclusteriene comparativ cu cele intraclusteriene, ceea ce denotă capacitatea lor înaltă de diferențiere a genotipurilor conform gradului de atac. În baza aceluiași principiu, s-a constatat că în anul 2024 genotipurile de grâu s-au diferențiat mai reușit în clustere conform atacului de septorioză și făinare (Fig., tab. 3).

Tabelul 1. Analiza clusteriană (*k*-medii) a repartiției genotipurilor de grâu comun în clase pe baza atacului de boli foliare, 2023

Cluster	Boală foliară	x	Genotipuri
1, n =29	R. brună, grad	0,78	3 – M30, 6 – Căpriana, 9 – Balada, 15 – Urbanus, 16 – Python, 47 – SB4/22, 49 – SB6/22, 51 – SB7/22, 54 – SB10/22, 55 – SB11/22, 56 – SB12/22, 59 – SB15/22, 61 – SB17/22, 62 –
	R. galbenă, grad	0,66	

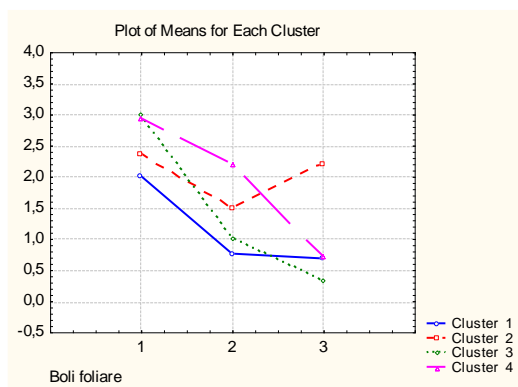
	Septorioză, grad	2,01	SB18, f.l./22, 66 – SB22, f.l.22, 67 – SB23/22, f.s., 68 – SB24/22, 69 – SB25/22, 71 – SB27/22, 73 – SB29/22, 75 – SB31/22, 76 – SB32/22, 77 – SB33a-/22, 79 – SB35/22, 81 – SB37/22, 84 – SB40/22, 85 – SB41/22, 86 – SB42/22, 88 – M66.
2, n=22	R. brună, grad	1,51	7 – BȚ 16-14, 17 – Zvitglaga, 21 – Aneta, 28 – L 643-19, 30 – ITC12, 31 – ITC30, 33 – Tika-Taka, 38 – Speranța, 40 – Transilvania, 41 – Turda 81, 42 – Apullum, 43 – Ardeal, 45 – SB2/22, 48 – SB5/22, 50 – Odeschi 267, 58 – SB14/22, 60 – SB16/22, 72 – SB28/22, 74 – SB30/22, 78 – SB34/22 (j), 80 – SB36/22, 83 – SB39/22
	R. galbenă, grad	2,19	
	Septorioză, grad	2,37	
3, n=21	R. brună, grad	1,00	2 – S.i.Cubani 101, 5 – Aluniș, 8 – Accent, 10 – Niconia, 11 – BȚ 43-42, 19 – Centurion, 20 – Amor, 23 – Vyara, 24 – Messino, 25 – Nasnaga, 29 – Cuibo, 35 – Avenue, 39 – Dacia, 46 – SB3/22, 52 – SB8/22, 53 – SB9/22, 57 – SB13/22, 64 – SB20, f.l./22, 65 – SB21/22 f.a., 82 – SB38/22, 87 – M11.
	R. galbenă, grad	0,34	
	Septorioză, grad	2,99	
4, n =16	R. brună, grad	2,19	1– Avânt, 4 – Selania, 12 – Select, 13 – Trubion, 14 – Numitor, 18 – Miranda, 22 – Neven, 26 – L 641-19, 27 – L 642-19, 32 – GK Koros, 34 – Judița, 36 – Rotax, 37 – Bucovina SV, 44 – SB1/22, 63 – SB19/22, 70 – SB26/22.
	R. galbenă, grad	0,72	
	Septorioză, grad	2,94	

Tabelul 2. Analiza clusteriană (*k*-medii) a repartiției genotipurilor de grâu comun în clase pe baza atacului de boli fungice foliare, 2024

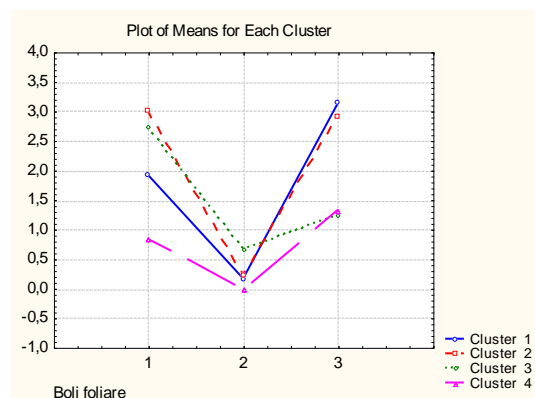
Cluster	Boală foliară	x	Genotipuri
1, n=36	Septorioză, grad	1,92	7 – BȚ 16-14, 10 – Niconia, 12 – Select, 17 – Zvitglaga, 18 – Miranda, 21 – Aneta, 25 – Nasnaga, 26 – L 641-19, 27 – L 642-19, 28 – L 643-19, 31 – ITC30, 33 – Tika-Taka, 35 – Avenue, 36 – Rotax, 38 – Speranța, 41 – Turda 81, 44 – SB1/22, 49 – SB6/22, 50 – Odeschi 267, 54 – SB10/22, 57 – SB13/22, 58 – SB14/22, 59 – SB15/22, 60 – SB16/22, 71 – SB27/22, 72 – SB28/22, 73 – SB29/22, 74 – SB30/22, 75 – SB31/22, 78 – SB34/22 (j), 79 – SB35/22, 84 – SB40/22, 85 – SB41/22, 86 – SB42/22, 88 – M66.
	R. brună, grad	0,17	
	Făinare, grad	3,14	
2, n=30	Septorioză, grad	3,00	4 – Selania, 8 – Accent, 9 – Balada, 15 – Urbanus, 22 – Neven, 23 – Vyara, 24 – Messino,
	R. brună, grad	0,23	



	Făinare, grad	2,90	29 – Cuibo, 30 – ITC12, 32 – GK Koros, 34 – Judița, 37 – Bucovina SV, 39 – Dacia, 40 – Transilvania, 42 – Apullum, 43 – Ardeal, 46 – SB3/22 47 – SB4/22, 48 – SB5/22, 51 – SB7/22, 52 – SB8/22, 61 – SB17/22, 62 – SB18, f.1./22, 64 – SB20, f.1./22 , 65 – SB21/22, 66 – SB22, f.1./22, 68 – SB24/22, 70 – SB26/22, 80 – SB36/22, 82 – SB38/22.
3, n =16	Septorioză, grad	2,75	1 – Avânt, 2 – S.i.Cubani 101, 3 – M30, 5 – Aluniș, 6 – Căpriană, 11 – BȚ 43-42, 13 – Trubion, 14 – Numitor, 16 – Python, 20 – Amor, 45 – SB2/22, 55 – SB11/22, 56 – SB12/22, 69 – SB25/22, 81 – SB37/22, 87 – M11.
	R. brună, grad	0,69	
	Făinare, grad	1,25	
4, n = 6	Septorioză, grad	0,83	19 – Centurion, 53 – SB9/22, 63 – SB19/22, 67 – SB23/22, f.s., 76 – SB32/22, 77 – SB33/22
	R. brună, grad	0,0	
	Făinare, grad	1,33	



**Anul 2023**



**Anul 2024**

Fig. Capacitatea bolilor foliare de diferențiere a genotipurilor de grâu în clustere  
 1 – rugină brună, 2 – rugină galbenă, 3 – septorioză  
 1 – septorioză, 2 – rugină brună, 3 – făinare

Tabelul 3. Analiza varianței bolilor fungice foliare la genotipurile de colecție de grâu comun

Boală foliară	Varianță inter-clusteriană	df	Varianță intraclusteriană	df	F	p
<b>2023</b>						
Septorioză	15,51	3	17,30	84	25,10	0,00
Rugină brună	23,69	3	19,66	84	33,74	0,00
Rugină galbenă	45,27	3	18,51	84	68,46	0,00
<b>2024</b>						
Septorioză	35,780	3	8,583	84	116,72	0,00
Rugină brună	3,650	3	15,804	84	6,47	0,00
Făinare	51,934	3	41,339	84	35,176	0,00

\*-<0,05.

Astfel, în anul 2023 a fost identificat clusterul 1 format din 29 genotipuri de grâu, iar în anul 2024 – clusterul 4 cu 6 genotipuri care au manifestat sensibilitate diminuată la bolile foliare studiate.

### Concluzii

1. Condițiile climatice fluctuante din ultimii 2 ani în condițiile R. Moldova au condus la dezvoltarea intensă a unor maladii foliare fungice la grâul comun de toamnă, care în ultimii 10-15 ani se manifestau foarte slab: *rugina galbenă* – în anul 2023, datorită iernii blande și primăverii reci, și *făinarea* – în anul 2024, datorită nopților reci și temperaturilor înalte fluctuante din timpul zilei în luna aprilie.
2. Analiza clusteriană a capacității de diferențiere și repartizare a genotipurilor de grâu în clustere de către bolile foliare a stabilit că în a.2023 varianța interclusteriană a fost mult mai înaltă decât cea intraclusteriană în cazul ruginii brune și ruginii galbene, iar în anul 2024 – în cazul septoriozei și făinării, ceea ce denotă specificitatea înaltă de reacție a grâului la aceste boli foliare, determinată de condițiile ambientale.
3. Au fost identificate clustere de genotipuri de grâu comun de toamnă cu sensibilitate redusă la boli foliare (septorioză, rugină brună, rugină galbenă, făinare) care ar putea fi incluse în programele de ameliorare în calitate de posibile surse de rezistență.

### Bibliografie

1. ANNAN, E., HUANG, L. Molecular Mechanisms of the Co-Evolution of Wheat and Rust Pathogens. In: *Plants* (Basel), 2023, 12(9), p. 1809. doi: 10.3390/plants12091809.
2. AOUN, M., CARVER, B. Septoria Nodorum Blotch: A New Challenge to Wheat Production in Oklahoma. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/p/septoria-nodorum-blotch-a-new-challenge-to-wheat-production-in-oklahoma-pss-2125-a.pdf>
3. BINALF, L., SHIFA, H. Septoria Tritici Blotch (*Septoria tritici*) of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect and Management Options – A Review. In: *Journal of Natural Sciences Research*, 2018, No 22, Vol.8. www.iiste.org ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online)
4. CHEN, W., WELLINGS, C., CHEN, X. et al. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. In: *Mol Plant Pathol.*, 2014, 15(5), p. 433-46.
5. LANGLANDS-PERRY, C., CUENIN, M., BERGEZ, C. et al. Resistance of the Wheat Cultivar 'Renan' to Septoria Leaf Blotch Explained by a Combination of Strain Specific and Strain Non-Specific QTL Mapped on an Ultra-Dense Genetic Map. In: *Genes* (Basel). 2021, 13(1), p.100. doi: 10.3390/genes13010100.

6. PEKSA, K., BANKINA, B. Characterization of *Puccinia recondita*, the causal agent of brown rust: A Review In: *Research for rural development*, 2019, Vol. 2, p.70-76. Doi: 10.22616/rrd.25.2019.051
7. PIETRUSIŃSKA, A., TRATWAL, A. Characteristics of powdery mildew and its importance for wheat grown in Poland. In: *Plant Protection Science*, 56, 2020 (3), p. 141–153. doi: 10.17221/99/2019-PPS
8. SOTIROPOULOS, A.G., ARANGO-ISAZA, E., BAN, T. et al. Global genomic analyses of wheat powdery mildew reveal association of pathogen spread with historical human migration and trade. In: *Nat. Commun.*, 2022, 13(1), p. 4315. doi: 10.1038/s41467-022-31975-0.

Cercetările au fost efectuate în cadrul Subprogramului 011102 "Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice", finanțat de Ministerul Educației și Cercetării a R. Moldova (2024-2027).

CZU:633.15:632.9

## REZULTATELE CERCETĂRILOR COMPARATIVE ASUPRA COMPLEXELOR DE NEMATODE INVAZIVE ASOCIATE CU IN- SECTELE DĂUNĂTOARE LA CULTURA PORUMB ÎN CONDIȚI- ILE REPUBLICII MOLDOVA

<sup>1</sup>IURCU-STRAISTARU Elena, dr., conf. univ.<sup>1</sup>; BIVOL Alexei, dr., conf. univ.; <sup>1</sup>TODERAȘ Ion, dr. hab., academ.; <sup>2</sup>MELECA Anatol, dr., cercet. șt. super.; <sup>1</sup>RUSU Ștefan, dr. hab., cercet. conf.; <sup>2</sup>GLIGA Olesea, dr., cercet. coord.; <sup>3</sup>CÎRLIG Natalia, dr., cercet. coord.; <sup>1</sup>RUSU Viorelia, cercet. șt.  
1. Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova,  
2. Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor,  
3. Grădina Botanică Națională (Institut) „Alexandru Ciubotaru”, USM

**Abstract:** Maize also known as corn is one of the major field crops, that is plastic from the ecologic aspect, profitable and productive, but every year it is frequently invaded of harmful organisms which have a grave parasitic impact. The results of the phytosanitary control realized each year in the corn plantations remarks a considerable diversity of 6 illnesses caused by 12 species of insect pests, also was realized the estimation of the frequency values, the progressive impact in comparison in phases of vegetation, attacked organs, crop rotation systems, monoculture. It is also associated with invasive nematode complexes, 20 species included in 8 families, belonging to the *Tylenchida* order, distributed according to the investi-

gated areas, classified into 5 groups of the trophic spectrum. It is estimated that the invasive impact values of the detected endo-ectoparasitic species are frequent and abundant belonging to the families: *Pratylenchidae*, *Hoplolaimidae*, *Heteroderidae*, *Paratylenchidae*, *Telotylenchida*, *Tylenchidae* that severely infest the seedlings in the early stages of vegetation.

**Key words:** corn, phytosanitary control, diversity species, invasive nematodes, insect pests, parasitic impact

**Actualități:** Valorificarea porumbului în Republicii Moldova, ca cultură cerealică este de importanță, universală sub aspectul utilizării produsului finit primar și secundar, cu multe utilizări în alimentație, sector zootehnic și diverse industrii. Avantajoasă prin capacitatea înaltă de producție, comparativ cu alte culturi cerealiere; plasticitate ecologică avansată; premergător eficient pentru unele culturi de câmp și tehnici de cultivare absolut mecanizate, cu indici înalți de utilizare al fertilizanților nutritivi și apa, facilități variate de utilizare și comercializare a producției de cariopse și material semincer [2, 6, 10, 11, 12, 16].

Aceste avantaje sunt condiționate de calitățile de adaptare bioecologice în impact cu factorii de abiotici ce asigură regimul termic, reglarea homeostazei și inducerea rezistenței fiziologice [8, 10, 12]. Dezavantaje sunt în atacul de un mare număr de organisme nocive, unde aderă și complexe de nematode invazive asociate, cu speciile de insecte ectoparazite, care din primele faze (germinare-formarea organelor generative), provocând anual afecțiuni grave acestei culturi, stimulate și de factorii de mediu favorabili nu numai pentru porumb, dar și pentru evoluția complexelor de nematode și insecte parazite din sol [3, 6, 9, 13, 14, 15, 16].

Realizarea investigațiilor respective se efectuează în diverse zone și sectoare productive și semincere de porumb, comparativ cu sectoarele experimentale cercetate în condiții provocatoare de ameliorare și omologare a noilor biomorfe și hibrizi din cadrul Centrul național de Cercetare și Producere a Semințelor, Institutul de Fitotehnie "Porumbeni s. Pașcani, r. Criuleni. Motivația actuală a cercetărilor are drept **scop:** Realizarea monitoringului fitosanitar helmintologic cu impact invaziv asociate cu insectele dăunătoare la porumb, comparativ pe sectoare productive, pepiniere de ameliorare, sole de omologare experimentală, cu stabilirea nivelului de impact invaziv pentru utilizare în managementul tehnologic de protecție integrată, conform pragului economic de dăunare. Reieșind din actualitățile și scopul propus, s-au stabilit pentru cercetare următoarele **obiective:**

- Estimarea diversității și structurii complexelor de nematode parazite asociate cu speciile de insecte dăunătoare în impact provocator agroeconomic la porumb.
- Realizarea evidențelor fitosanitare și analize de laborator cu stabilirea gradului de impact parazitar helmintologic și entomologic invaziv la porumb, comparativ pe zone, plantații cercetate.

### **Materiale și metode**

Investigațiile au fost efectuate de comun acord între laboratoarele de "Tehnologie" al Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” și laboratorul "Parazitologie și Helmintologie", Institutul de Zoologie, USM, anii 2021-2023. În teren s-a efectuat evaluarea materialului de porumb ameliorativ și hibridii de perspectivă, s-au investigat diverse sectoare productive și semincere cu suprafața de peste 800 ha, repartizate în sole experimentale, terenuri de omologare a hibridilor noi creați, adecvați zonelor de cultivare. S-au cercetat peste 400 hibridi de porumb omologat și de perspectivă, 260 forme parentale și 60 linii homozigote utilizate în procesul de ameliorare, comparativ s-au cercetat hibridii de porumb, omologați și de perspectivă în zona Nord – Centru - Sud-Est – Sud, sectoarele de Stat pentru testarea și omologarea culturilor de câmp. Efectuarea evidenței materialului de selecție s-a cercetat conform scării de clasificare după reacția de porumb la dăunătorii din sol, asociați în complexe de nematode și diverse specii de insecte semnalate la porumb. Stabilirea gradului de afecțiune parazitară helmintologică și entomologică s-a realizat vizual în câmp, iar pentru constatarea criteriilor de extensivitate, nivelului de atac s-au utilizat reprezentarea indicilor de afecțiune parazitară, prin valorile densității numerice (D.n./m<sup>2</sup>/plantă) frecvenței (F %), intensității (I %), ce reflectă gradul de extindere a atacului (G. A. %), raportate la m<sup>2</sup>, cu analiză a 100 plante/10 probe, prin constatarea afecțiunilor la nivel rădăcinii sau plantei, cu utilizarea gradației de 5 baluri (0 baluri – lipsă de atac, 4 baluri - afecțiuni grave >50%). Probele de sol și plante colectate și etichetate preventiv, a fost investigat, aplicând metodele clasice și actuale adaptate în laboratorul de „Parazitologie și Helmintologie”, pentru analize helmintotice și entomologice de laborator. Analizele nematologice s-au efectuat cu ajutorul instalației metodologice "Baermann funnel" prin flotări – decantări – filtrări prin seturi de site, cu diverse mărimi de perforații, specifice pentru unii taxoni de nematode, extrase din sol și organe afectate. Odată extrase sunt enumerate conform probelor, fixate pe lame port obiect și determinate după apartenență taxonomică și spectrul trofic, cu ajutorul determinatoarelor după autorii nematofauniști:

Santos et al., 1997, Tailor & Brown, 1997, Siddiqi, 2000 etc. [3, 5, 7, 9, 10, 13, 15].

Concomitent s-au efectuat evidențe entomologice și asupra complexelor de insecte dăunătoare prin colectarea probelor de sol și plante, în dependență de suprafața sectorului câte 10 plante și solul din rizosferă, conform plantației pe diagonală, cu constatarea prezenței coleopterelor, lepidopterelor, dipterelelor, heminopterelor. S-a pus în evidență densitatea dăunătorilor depistați și gradul de afecțiune asupra plantelor de porumb în dinamica ciclurilor biologice. Ulterior, în condiții de laborator, au fost stabilite unele particularități de structură, determinare a apartenenței taxonomice, abundență și nivel de afecțiune pe diverse organe, prin documentare și realizarea pozelor, pentru confirmarea identității taxonomice a insectelor colectate, cu utilizarea lucrărilor de entomologie a autorilor: Plugaru, 1983; Busuioc, 2002; Tălmăciu M., Tălmăciu N., 2016 [1, 2, 4, 8, 11, 12, 15].

### **Rezultate și discuții**

Provocarea maladiilor helmintologice și daunele insectelor și specifice porumbului în condițiile de mediu ale Republicii Moldova, sunt în primul rând determinate de instabilitatea factorilor climatici (anual și sezonier), momente dificile de a preveni apariția agenților parazitari vertiginoasă și impactul lor parazitar [2, 11, 12]. În cazul declanșării helmintozelelor, cu efect specific patogen și non-patogen, cum sunt: ditlenhozelelor, pratlenhozele, heteroderozele, asociate cu coleopterele și lepidoptiere, afectează consecutiv plantele, ele se consumă grav, fapt ce cauzează uscarea prematură a frunzelor, căderea tulpinelor, frângeri, necrozări, pagube al recoltei de porumb. Aceste asociații invazive ai porumbului se află în atenția cercetătorilor de ramură, care realizeaza frecvent investigații de evidențe fitosanitare și sunt incluse în programele de cercetare în domeniul de ameliorare în crearea noilor hibrizi de porumb cu capacități de rezistență și toleranță în impact cu factorii de mediu [2, 4, 6, 7, 8, 13, 14].

Evidențe fitosanitare s-au realizat lunar pe zone și sectoare de cultivare a porumbului, din a III-a decadă a lunii aprilie până în septembrie, perioadă activă de vegetație caracterizată de precipitații moderate, creșterea temperaturii, fapt ce a determinat sporirea reproductivă și ecloziunea larvelor, cu capacități de infestare agresive pentru plante. Aceste condiții induc creșterea gradului de impact helmintologic parazitar, ascendent de la germinare până la formarea paniculului și știuletelui. În această perioadă, sfârșit de primăvară – început de toamnă, simptomele de helmintoze semnalate rămân accentuate, mai avansat prin dinamica afecțiunilor vizuale de îngălbeniri, numărul redus de

frunze mature, slab dezvoltate, pitice cu rădăcini grav afectate prin necrozări, pleşuri și putregaiuri specifice. Valorile frecvenței și intensității de impact helmintotic parazitar au avansat în valori de la 5% până la 30%, comparativ cu valorile constatate în funcție de zonă, sector, factori de mediu.

Rezultatele estimate în tabelul 1, caracterizează indicii comparativi prin valori a gradului de impact parazitar cum sunt: densitatea numerică (D.n.indivizi 100g/sol), frecvența afecțiunilor (F, %), intensitatea gradului de atac (I %), ce reflectă extindere atacului, raportate la numărul de probe de sol analizate și plante la m<sup>2</sup>, comparativ pe sectoare și zone investigate. Densitatea efectivului numeric (D. n.) al complexelor de nematode parazite sunt mai abundente în a II-III decadă a lunii iunie, cu 10 – 30 % mai înalte decât în luna mai, respectiv și frecvența (F %) și intensitatea (I %) gradului de atac este în valori mai avansate la porumb vara, fiind facilitate de condițiile favorabile de mediu, prolificitatea înaltă și rația alimentară accesibilă pentru nematode, (tabelul 1).

Tabelul 1. Rezultatele indicilor comparativi de impact parazitar helmintotic stabilite la porumb, în valori medii pe zone și raioane investigate, mai-august, 2023

Zonele și raioanele investigate	26 mai, faza 2-3 frunze			27 iunie, 7-12 frunze			28 iulie, înflorire - polenizare			26 august, formarea și coacerea cariopselor		
	D.n.(100 g sol)	F.(%)	I.(%)	D.n.(100 g sol)	F.(%)	I.(%)	D.n.(100g sol)	F.(%)	I.(%)	D.n.(100 g sol)	F.(%)	I.(%)
Nord, r-l. Drochia, s. Pelinia	15-50	5-15	3-12	50-150	15-20	10-15	30-150	12-17	10-12	120-250	25-30	20-28
Centru, r-l.Criuleni, Porumbeni	50-90	7-18	5-17	60-170	17-25	7-12	50-180	15-20	13-17	140-280	23-28	17-22
Sud-Est, r-l. Căușeni, s. Grigorievca	30-120	12-20	10-15	40-150	15-20	12-15	40-90	13-18	10-15	80-180	25-30	20-25
Sud, r-l. Cea-dâr-Lunga, or.Svetloe	60-130	13-21	12-17	70-180	20-30	15-22	40-130	15-25	10-18	40-90	10-15	8-12

Un alt aspect important în completarea investigațiilor helmintologice la porumb, sunt și studiul stabilirii frecvenței și structurii complexelor de nematode parazite remarcate în plantațiile de porumb cercetate.

Tabelul 2. Diversitatea și structura unităților taxonomice al complexelor de nematode parazite depistate la porumb comparativ pe zone investigate, 2021 – 2023.

Denumirea taxonomică a speciilor depistate	Specializarea trofică fitoparazitară	Zona Nord	Zona Centru	Zona Sud - Est	Zona Sud
I. Fam. Pratylenchidae:					
1. <i>P. subpenetrans</i>	Endoparazite-migratoare-	++	++	++	++
2. <i>P. nanus</i>		++	++	++	++
3. <i>P. curvatus</i>		+	++	++	+
II. Fam. Paratylenchidae:					
4. <i>P. cuvitatus</i>	- ectoparazite-migratoare	+	+	++	++
5. <i>P. aciculus</i>		-	+	+	++
6. <i>P. nanus</i>		++	++	+	+
7. <i>P. tenicaudatus</i>		+	+	+	-
III. Fam. Hoplolaimidae:					
8. <i>Helicotylenchus digonicus</i>	Semi-endoparazite	++	++	++	+
9. <i>H. dihistera</i>		++	++	+	++
10. <i>Rotylenchus agnetis</i>		++	+	++	++
11. <i>R. incultus</i>		+	++	++	+
IV. Fam. Telotylenchidae:					
12. <i>Amplimerlinius dubius</i>	Ectoparazite al perilor absorbanti	-	+	+	+
13. <i>Merlinius brevidens</i>		+	+	+	+
14. <i>Bitylenchus parvus</i>		+	+	+	-
V. Fam. Criconematidae:					
15. <i>Mezocriconema xenoplax</i>	Ectoparazite al perilor absorbanti	+	+	+	+
16. <i>Xenocriconemella macrodora</i>		-	-	+	+
VI. Fam. Neotylenchidae:					
17. <i>Psilenchus aestuarius</i>	Ectoparazite	-	+	+	-
18. <i>P. aberans</i>		+	+	+	+
VII. Fam. Tylenchidae:					
19. <i>Tylechus filiformis</i>	Endoparazite	++	++	+	+
VIII. Fam. Heteroderidae					
20. <i>H. avenae</i>	Formatoare de chisturi	+	+	++	++
<b>Total: 8 familii 20 specii</b>	<b>5 grupe de specializare trofico - fitoparazitară</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>17</b>

**Legenda:** - lipsă indivizi; + prezența indivizilor de la 30 până la 100 exemplare; ++ prezența indivizilor de la 100 până la 200 exemplare; +++ prezența indivizilor peste 200 exemplare.

Pentru prima dată în Republica Moldova s-au realizat aceste cercetări la porumb ce țin de stabilirea indicilor de impact parazitar cu nematode para-



zite specializate și adaptate la porumb precum și abundența unităților taxonomice pe zone investigate cu repartizarea lor conform spectrului trofic de specializare, reflectate în tabelul 2

Rezultatele analizelor taxonomice denotă prezența a 20 de specii din 8 familii cu specializare trofică diversă (endo-ecto-semiendoparazită), migratoare și sedentare. Practic în toate zonele investigate, s-au constatat mai frecvent și abundent specii endoparazite migratoare ce formează asociații cu insectele dăunătoare, provocând afecțiuni grave plantelor de porumb. S-au evidențiat abundant prezența speciilor din familiile *Hoplolaimidae*, *Paratylenchidae*, *Telotylenchidae*, *Criconematidae*, *Neotylenchidae*, *Heteroderidae*, *Tylenchidae* diferențiat pe zone, prezente în perioadele de primăvară târzie – vară sub diverse forme și stadii biologice extrase atât din sol cât și din rădăcinile plantelor de porumb. Totalitatea de specii au fost clasificate conform specializării trofice de ordin fitoparazitar în 5 grupe, cu predominanța formelor endo- și ectoparazite ai perilor absorbantți, conform modului de adaptare, faza de creștere, biotop, factori de mediu. Concomitent, porumbul a fost monitorizat și la prezența speciilor de insecte asociate complexelor de nematode din sol, în același timp și condiții egale de mediu. În tabelul 3 sunt incluse speciile de insecte dăunătoare depistate la porumb, practic în toate zonele cercetate, cu diferențe în gradul de afecțiune și densitatea numerică.

Sunt vizibili din primele faze de vegetație, ca dăunători invazivi din sol, care au produs pagube semnificative plantulelor tinere, efectiv de remarcat cum sunt: larvele sîrmă ale speciilor din genul *Agriotes* spp., în asociere cu gărgărițele coleoptere ale frunzelor de porumb (rățișoarele) - *Tanymecus dilaticollis*, cu un nivel de atac înalt ce estimează valori de 20-30%. Treptat cu maturizarea plantelor se asociază treptat larvele-omizi ai speciilor noctuide de buhă (*Agrotis segetum* *Autographa gamma* *Heliothis armigera*), care la fel înregistrează un atac avansat de 15-25 %, comparativ pe sectoare, apoi se asociază sfredelitorul porumbului (*Ostrinia nubilalis*) a avut un grad de atac înalt de 10-20%. Semnificativ de remarcat este că în perioada de cercetare, în sectoarele monitorizate la porumb au fost semnați și obiectul periculos de carantină externă pentru Republica Moldova - *Diabrotica virgifera virgifera* în sectoarele semincere, zona Nord. Gestionarea cu succes a organismelor dăunătoare estimate în cercetările abordate denotă prin aplicarea unui program de control fitosanitar permanent pentru protecția integrată a porumbului, care include o serie de componente, printre care și modalități de reglare prin diminuarea efectivului numeric și impactului parazitar.

Tabelul 3. Structura complexelor de insecte dăunătoare constatate la porumb pe parcursul perioadei de vegetație în valori de impact invaziv, 2021-2023

Denumirea speciei	Densitatea numerică a dăunătorilor depistate în mediu 10 probe sol - 100 plante analizare				Gradul de afectiune	Nivel de infestare
	mai - iunie		iulie - august			
	Larve	Adulți	Larve	Adulți	%	%
1.Gândacii pocnitori (larvele sârmă adevărați și falși din genul <i>Agriotes spp.</i> , fam. <i>Ela-teridae</i> , Esch., 1829; <i>Tenebrionidae</i> , Latreille, 1802	4	3	2	3	10-15	10
2.Rățișoara (Gărgărița frunzelor de porumb)- <i>Tanymecus dilaticollis</i> , fam. <i>Curculionidae</i> , Gyllen., 1834	3	6	-	-	25-30	15
3.Speciile de buhă din fam. <i>Noctuidae</i> : <i>Agrotis segetum</i> Schiff., 1775; <i>Autographa gamma</i> L., 1758; <i>Heliothis armigera</i> Hüb., 1808	3	7	10	25	15-25	18
4.Gândacul negru al porumbului- <i>Pentodon idiota.</i> , fam. <i>Scarabaeidae</i> , Herbst, 1789	0	4	7	4	7-10	5
5.Cărăbușul de mai (larvele albe)- <i>Melolontha melolontha</i> , fam. <i>Scarabaeidae</i> , L. 1758	5	3	-	-	5-7	7
6.Sfredelitorul porumbului- <i>Ostrinia nubilalis</i> , fam. <i>Crambidae</i> , H, 1796	0	12	33	14	10-20	30
7.Viermele vestic al rădăcinilor de porumb- <i>Diabrotica virgifera</i> , fam. <i>Chrysomelidae</i> , LeConte, 1868	-	-	15	7	5-10	5

### Concluzii:

1. Rezultatele sondajelor de evidență fitohelmintologică efectuat la porumb s-a stabilit gradul de impact parazitar prin estimarea indicilor comparativi al densității numerice (D.n.), în valori variabile pe zone de 15-280 indivizi la 100g/sol, cu prevalența efectivului numeric mai abundent cu 10 – 25 % în perioada lunilor iunie și septembrie, comparativ, iar cea mai favorabilă perioadă de formare a complexelor de nematode parazite s-a constatat în

zonele Centru-Sud-Est, comparativ cu zona Sud, condiții determinate de factorul hidric și termic mediu pe zone

2. Indicii frecvenței (F, %) nivelului de atac, intensității (I, %) și extensivității afecțiunilor helmintologice la cultura porumbului au estimat valori mai avansate (5 – 30 %), cu remarcarea valorilor de afecțiuni mai grave în mediu pe zone; Sud – Est (15 – 28 %), zona Nord (15 - 25 %) și zonele Sud, Centru (10 – 25 %),

3. S-au determinat la în număr total de 20 specii incluse în 8 familii, repartizate conform specializării spectrului trofic în 5 grupe, cu predominanța speciilor pe sectoarele zonei Sud – Est (20 specii), urmată de zona Centru (19 specii), zona Sud (17 specii), comparativ cu zona Nord (16 specii).

4. Rezultatele evidențelor entomologice au pus în evidență și impactul invaziv al următoarelor specii: larvele sârmă din genul *Agriotes* spp., gărgărițele coleoptere ale porumbului - *Tanymecus dilaticollis*, gradul de atac de 20-30%, urmat de larvele-omizi ai speciilor de buhă (*Agrotis segetum* *Autographa gamma* *Heliothis armigera*), cu un atac avansat de 15-25 %, urmat de sfredelitorul porumbului (*Ostrinia nubilalis*), gradul de atac înalt de 10-20%, cu semnalarea obiectul periculos de carantină externă-*Diabrotica virgifera virgifera*.

Investigațiile au fost realizate cu suportul proiectului instituțional - Program de Stat cu tema: ”Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea și strategiile de tolerare a factorilor climatici. elaborarea și implementarea procedeelelor inovative de control integral al speciilor de interes comunitar”, cu cifrul: 20.80009.7007.12 F și a Subprogramului cu cifrul 010701 ”Evaluarea structurii și funcționării biocenozelor, habitatelor acvatice și terestre sub influența factorilor biotici și abiotici în contextul asigurării securității ecologice și bunăstării populației”, din cadrul USM.

### Bibliografia

1. BUSUIOC, M. Entomologie Agricolă, Manual pentru studenții instituțiilor de învățământ superior agronomic, Chișinău, 2006, pag. 223-246.
2. BUTNARU, G., ș.a. Porumbul – Studiu Monografic, Vol. I, Biologia porumbului, București, Editura Academiei Române, 2004, pag.645.
3. DECRAMER, W., HUNT, D. J. Structure and classification plant nematodes/ In: Plant Nematology. Eds. Perry R.N., Moens M.M. Cabi. London, U.K. 2006. p. 3-33
4. GHIZDAVU, I. și col., Entomologie agricolă, E.D.P. București. 1997, p.146-167.
5. NESTEROV, P.I. „Класс круглых червей - NEMATODA”. Ed. Știința., 1988.
6. NESTEROV, P.I. Substituirea calitativă a complexelor fitonematodice din agro-cenoze sub influența mijloacelor de luptă agrotehnice. Culeg. Diversitatea și ecologia lumii animale în sisteme naturale și antropizate. Chișinău, 1997.
7. PERRY, R.N., MOENS, M.M. (eds). (2006). Plant Nematology. Cabi. London U.K. 440 pp.

8. SĂVULESCU, T., Porumbul, Studiu monografic, București 1957.
9. SIDDIQI, M.R. (2000). Tylenchida: parasites of plants and insects. 2nd Edition. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 848 pp.
10. STARODUB, V., GHEORGHIEV, N., Fitotehnie, Chișinău, ed. Museum 2013, 543 p.
11. STARODUB, V., PÂRVAN, P., MORARU, N., Tehnologii – cadru în fitotehnie. Chișinău, MD: Print-Caro., 2015, 172 p..
12. VIOREL, I., Fitotehnie, Manual didactic, Iași, Editura „Ion Ionescu de la Brad”, 2018, p.53-67.
13. ДЕККЕРУ, Х. 1972 „Нематоды растений и борьба с ними”;
14. www.agro-magazin.ro
15. www.porumbeni.md

## **MODIFICAREA SISTEMULUI INTEGRAL DE PROTECȚIE A CULTURII SOIA, TESTAREA PRODUSELOR NOI DE UZ FITO-SANITAR**

*Lencauțan Mariana, șef de laborator,  
CNCPS, sectorul “Selecția”,.*

**Abstract:** In the pedo-climatic conditions of the Republic of Moldova, leguminous crops, especially the soybean crop, endowed with a high genetic production potential, are influenced by a complex of negative factors, among which the attack of disease pathogens. Diseases of leguminous crops can be caused by viruses, bacteria and fungi.

**Key words:** disease pathogens, soybean, biological effectiveness, fungicides.

### **Introducere**

În prezent, specialiștii din domeniul agriculturii, se bazează pe sarcina de obținerea unei producții stabile și ecologice, pentru a îndeplini necesitățile omenirii.

Luând în considerare, datele actuale după FAO în lume, se constată că se pierde anual, în condiții normale 30-35% din recolta posibilă, iar recolta reală, deseori este dijmuită de o gamă largă de agenți patogeni. [1]

Managmentul ingrat a maladiilor combină diferite metode – componente de combatere. Autorii ținând seama de numeroase date noi cu privire la: combaterea agenților patogeni și a dăunătorilor prin metodele protecției integrate ale agroecosistemelor, bazându-se pe metodele de diagnosticare a patogenii maladiilor și a dăunătorilor, asupra evaluării pierderilor de produse, a prognozei, avertizării și combaterii prin măsuri fizico-mecanice, agrotehnice, biologice și în ultima instanță metoda chimică. [4]

Tratamentele chimice se recomandă să fie diferențiat, după indicațiile stațiunilor de prognozare și avertizare, care folosesc metode adecvate de urmărirea a densității critice a organismelor dăunătoare.

### **Materiale și metode de cercetare**

Cultura soia, cunoscută și cultivată în prezent este considerată ca plantă de „aur”, fiind folosită ca sursă proteică, ca materie primă pentru o serie de industrii și având un rol primordial în rotația culturilor în asolament.

În condițiile zonei de Nord a Republicii Moldova, cultura soia, dotată cu potențial genetic de producție ridicat este influențată de un complex de factori negativi, dintre care atacul cu patogeni a maladiilor, provocate de viruși, bacterii și ciuperci

În ultimii ani, cele mai principale (nocive) maladii a culturii soia s-au înregistrat: alternarioza (*Alternaria tenuis*) și septorioză (*Septoria* spp.)

În cadrul Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor “sectorul Selecția”, în laboratorul de ameliorare a culturilor tehnice și protecția plantelor, se efectuează anual testarea și determinarea nivelului de eficacitate biologică și economică a produselor de uz fitosanitar, la cultura soia, împotriva agenților patogeni a maladiilor nocive.

În anul 2023, au fost testate produsele de uz fitosanitar cu acțiune fungicidică la cultura soia: **Pictor Active**, **Pictor Revy**, propuse de compania „**BASF SE**” (Germania).

Cultura soia a fost semănată după premergătorul - grâul de toamnă. Preemergent a fost introdus erbicidului "de fon" Toll M-90 cu doza de – 2,0 l/ha.

Semănatul a fost efectuat pe data de 10/05/2023 cu semințe netratate, soiul - *Viorela*, utilizând semănătoarea CH-16 cu o rată de însămânțare de 0,6 milioane de semințe germinative la hectar. Suprafața parcelei a fost de 30,6 m<sup>2</sup>, în 4 repetări.

Testarea produselor au fost efectuate în dozele de consum de: 0,6 l/ha și 0,8 l/ha. În calitate de preparat-standard a fost utilizat produsul *Pictor Active* cu doza de consum de (1,0 l/ha).

Conform programului propus, au fost efectuate tratamente în perioada de vegetație a culturii, faza de înflorire și faza de formare a boabelor (BBCH 60-69+71-75). Plantele au fost tratate cu stropitoarea portativă de tip „Era”, cu consumul de soluție, reieșind din volumul 400 l/ha, conform schemei experienței.

Înainte de recoltare, au fost prelevate probe pentru a efectua analiza morfologică a plantelor și pentru a determina greutatea a 1000 de boabe, nivelul de umiditate a boabelor și gradul de puritate.

### Rezultatele experimentale

În perioada de vegetație a culturii soia, au fost depistate și studiate simptomele maladiilor: alternarioza (*Alternaria tenuis*) și septorioză (*Septoria* spp.).

Pentru a determina nivelul de atac a plantelor și dezvoltarea maladiei alternaria (*Alternaria tenuis*) au fost efectuate evidențele conform metodelor descrise în Б.А.Доспехов «Методика полевого опыта».

În varianta martor (fără tratare) nivelul de atac cu *Alternaria tenuis* a fost fixat la nivel de 18,4%, dar gradul de dezvoltare a maladiei a constituit 13,9%. În variantele tratate cu produsul **Pictor Revy (în dozele 0,6 și 0,8 l/ha)** nivelul de atac a plantelor a scăzut pînă la: 3,4% și 3,9%, dar nivelul de dezvoltare a maladiei de la 1,9% pînă la: 1,7% (corespunzător dozelor).

Așa dar, eficacitatea biologică a produsul **Pictor Revy (în dozele 0,6 și 0,8 l/ha)** după I-ul tratament a constiuit corespunzător: 82,0% și 84,0%, ce a fost cu: +7,0% și +9,0% mai înalt față de indicii variantei-standard (75,0%). După al II-lea tratament nivelul de eficacitate biologică a produsului testat a crescut pînă la: 87,0% și 88,0% - corespunzător dozelor, ce a fost cu +10,0% și +11,0% mai mare față de standard (77,0%).

Tabelul 1. Influența preparatului Pictor Revy la nivelul de atac și de dezvoltare a alternării culturii soia (soiul Viorela), anul 2023

Variantele experienței	Doza, l/ha	Alternarea, % medie după (I-ul tratament)		Eficacitatea biologică (%) după (I-ul tratament)		Alternarea, % medie după (II-lea tratament)		Eficacitatea biologică (%) după (II-lea tratament)	
		% de atac a plant.	gradul de dezvolt. a bolii	după criteriul de dezvolt. a bolii	± față de standard	% de atac a plant.	gradul de dezvolt. a bolii	după criteriul de dezvolt. a bolii	± față de standard
Martor (fără tratare)	-	12,0	9,2	-	-	18,4	13,9	-	-
St. Pictor Active	1,0	4,7	2,3	75,0	-	5,3	3,2	77,0	-
Pictor Revy	0,6	3,4	1,7	82,0	+7,0	3,4	1,9	87,0	+10,0
Pictor Revy	0,8	3,1	1,5	84,0	+9,0	3,9	1,7	88,0	+11,0

Datele din tabelul 2, ne demonstrează, că testarea produsului **Pictor Revy** în dozele **0,6 și 0,8 l/ha**, s-a înregistrat nivelul de atac a plantelor cu septorioză (*Septoria spp.*) de: 2,5% și 2,8% (în varianta-martor: 11,1%), dar gradul de dezvoltare a maladii de la: 2,1% pînă la 1,7% - respectiv dozelor, ce a fost cu -6,8% și -7,2% mai scăzut față de varianta-martor și cu: +0,1% și -0,3% față de varianta-standard.

Eficacitatea biologică a produsului **Pictor Revy** în dozele: **0,6 și 0,8 l/ha**, împotriva septoriozei (după I- ul tratament) a alcătuit: 77,0,0% și 80,0%, ce a fost cu -1,0% și +2,0% față de standard (78,0%), iar după al II-lea tratament, produsul testat **Pictor Revy** în dozele **0,6 și 0,8 l/ha**, a demonstrat un nivel de eficacitate care a constituit: 79,0% și 83,0% - corespunzător dozelor de testare, care a fost cu: -2,0% și +4,0% față de standard (81,0%).

Tabelul 2. Influența preparatului Pictor Revy la nivelul de atac și de dezvoltare a septoriozei culturii soia (soiul Viorela), anul 2023

Variantele experienței	Doza, l/ha	Septorioza, % medie după (I-ul tratament)		Eficacitatea biologică (%) după (I-ul tratament)		Septorioza, % medie după (II-lea tratament)		Eficacitatea biologică (%) după (II-lea tratament)	
		% de atac a plant.	gradul de dezvolt. a bolii	după criteriul de dezvolt. a bolii	± față de standard	% de atac a plant.	gradul de dezvolt. a bolii	după criteriul de dezvolt. a bolii	± față de standard
Martor (fără tratament)	-	11,0	8,9	-	-	13,5	9,5	-	-
St. Pictor Active	1,0	4,7	2,0	78,0	-	3,0	1,8	81,0	-
Pictor Revy	0,6	5,0	2,1	77,0	-1,0	4,1	2,0	79,0	-2,0
Pictor Revy	0,8	4,2	1,7	80,0	+2,0	3,5	1,7	83,0	+2,0

Pe baza datelor înregistrate în urma efectuării analizei morfologice a plantelor, se poate de menționat, că masa 1000 de boabe în varianta-martor a alcătuit 40,6 g în medie pe 4 repetări, dar în variantele tratate cu produsul Pictor Revy corespunzător: 43,5 g și 43,8 g, ce a fost cu: 2,9 g și 3,2 g (+7,1% și +7,9%) față de martor și cu +0,9 g și +1,2 g (+2,1% și +2,8%) – față de standard (după I-ul tratament). După al II-lea tratament acest indice a fost stabil, dar în varianta-standard el a crescut pînă la 44,4 g, ce a depășit

șit ambele doze a produsului Pictor Revy dar după alți parametri a fost înregistrat la un nivel cu varianta-standard – (în doza de 0,7 l/ha și 1,0 l/ha), (tabelul 3).

Datele cu privire la nivelul productivității, după I-ul tratament ne dovedesc, că utilizarea produsului Pictor Revy în dozele 0,6 și 0,8 l/ha, a obținut un surplus de roadă de: +0,22 și +0,26 t/ha (+5,4 și +6,4%) față de martor și cu: +0,09 și +0,13 t/ha (+2,1% și +3,1%) față de varianta-standard. După al II-lea tratament surplusul de roadă a atins un nivel de: +0,59 și +0,66 t/ha (+15,0 și +16,8%) – față de martor și +0,19 și +0,26 t/ha (+4,4 și +6,0%) – corespunzător dozelor, mai înalt față de standard.

Rezultatele obținute la indicii calității producției ne demonstrează, că produsul Pictor Revy în ambele doze (0,6 și 0,8 l/ha), a influențat pozitiv la conținutul de proteină în comparație cu varianta-martor: +1,5 și +3,2% și -1,0% și +0,7% - cu datele variantei-standard.

Tabelul 3. Parametrii morfologici a plantelor sub influența produsului Pictor Revy (în medie după al II-lea tratament) la cultura soia (soiul Viorela), anul 2023

Variantele experienței	Doza, l/ha	Masa 1000 de boabe (g)	± față de martor		± față de standard	
			g	%	g	%
Martor (fără tratare)	-	122,4	-	-	-	-
St. Pictor Active	1,0	130,3	+7,9	+6,5	-	-
<b>Pictor Revy</b>	0,6	129,4	+7,0	+5,7	-0,9	-0,7
<b>Pictor Revy</b>	0,8	131,9	+9,5	+7,8	+1,6	+1,2

Tabelul 4. Influența produsului Pictor Revy la nivelul de producție la (în medie după al II –lea tratament), anul 2023

Variantele experienței	Doza, l/ha	Producția, t/ha					Calitatea boabelor		
		Medie	± față de martor		± față de standard		% de proteine	% de grăsimi	
			t/ha	%	t/ha	%			
Martor (fără tratare)	-	0,26	-	-	-	-	35,38	20,76	
St. Pictor Active	1,0	0,30	+0,04	+15,4	-	-	37,30	21,14	
Pictor Revy	0,6	0,27	+0,01	+3,9	-0,03	-10,0	37,09	20,90	
Pictor Revy	0,8	0,29	+0,03	+11,5	-0,01	-3,3	37,22	21,28	
<b>Sx%</b>		3,016							
<b>DL<sub>05</sub>, t/ha</b>		0,027							



## Concluzii

1. Schimbarea principalilor parametri a climei Republicii Moldovei, în deosebi instabilitatea acestor parametri, conduc la scăderea nivelului de productivitate a culturilor agricole și la un atac puternic a maladiilor nocive.
2. Unul din factorii principali de creșterea continuă a productivității terenurilor agricole în condițiile Moldovei este protecția rațională a roadei de atac cu dăunători, boli și buruieni, care aduc anual o daună considerabilă gospodăriilor agricole.
3. Pe baza testărilor multianuale a produselor de uz fitosanitar și a fertilizanților, efectuate de către colaboratorii științifici, se elaborează recomandări privind acțiunea produselor asupra agenților patogeni în dependență de factorii stresanți a mediului.
4. Datele obținute, au demonstrat că, produsul testat cu acțiune fungicidică Pictor Revy (în dozele de 0,6 și 0,8 l/t) în condițiile anului 2023, în lupta împotriva agenților patogeni *alternaria* și *septorioza* au o eficiență biologică ridicată: de la 77,0% pînă la 83,0%, ceea ce a contribuit la o creștere a randamentului de roadă în comparație cu varianta – martor.
5. Produsul Pictor Revy testat la cultura soia, se propune pentru includere în „Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, premise pentru utilizare în Republica Moldova ” în calitate de fungicid pentru tratarea plantelor culturii în perioada de vegetație, cu efectuarea a unui sau două tratamente împotriva alternarozei și septoriozei.

## Bibliografie

1. M.D.Vronschih „Schimbarea climei și evoluția dezvoltării agriculturii Moldovei în perioada (a.a. 1945-2020)”, Conferința națională cu participare internațională „Cercetări la culturile plantelor de câmp în Republica Moldova”, 2020, ISBN 978-9975-3225-3-9;
2. „Agricultura durabilă în Republica Moldova: provocări actuale și perspective” Culegeri de articole științifice/ Filiala Bălți a Acad. de Științe a Moldovei, Univ. de Stat „Alec Russo” Bălți, IP Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, ISBN 978-9975-3156-2-3, p. 270;
3. «Методические указания по изучению устойчивости зерновых и зернобобовых культур к болезням», Л., 1976;
4. Б.А.Доспехов «Методика полевого опыта» М., 1985 г.;

## PARTICULARITĂȚILE POLUĂRII BIOLOGICE A MEDIULUI AMBIANT DE CĂTRE AGENȚII PARAZITARI

<sup>1</sup>*Erhan Dumitru*, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător,

<sup>2</sup>*Erhan Irina*, my.medpark.md., <sup>1</sup>*Rusu Ștefan*, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător,

<sup>1</sup>*Zamornea Maria*, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător,

<sup>1</sup>*Gherasim Elena*, dr în științe biologice, <sup>1</sup>*Nafornița Nicolae*, doctorand,

<sup>1</sup>Institutul de Zoologie, USM,

<sup>2</sup>med park

**Abstract.** In the natural biocenoses - parasites are a component part of living nature. However, in the socio-economic conditions, they act as causative agents to disease in humans, animals and plants. Biological pollution of the environment is mainly associated with the organic pollution. This, is caused by the spreading and accumulation in the environment of the living pathogens - pathogens of the infectious and parasitic diseases (viruses, bacteria, fungi, protozoa, eggs and larvae of helminths, insects and ticks) in an amount that exceeds that limit, after which there is a real threat for infection. Phytohelminths cause enormous damage to agricultural production, reducing crop productivity and their resistance to various diseases. However, the harmfulness by phytohelminths is not limited to this: the nutritional quality of the affected plants is reduced, which correspondingly affects the organism of the animal that feeds by such plants. Such helminths, which parasitize to human and animal organisms, and the phytohelminths secrete metabolic products, which negatively affect not only the vegetal organism (plants), but also the animal organism, which eats these affected plants. It has been experimentally demonstrated that the metabolic products of phytohelminths have a depressing effect on antibody synthesis and phagocytosis, increase the erythrocyte sedimentation reaction and slow down the blood coagulation process, in animals that were injected subcutaneously with an extract from the affected parts of potatoes with *Ditylenchus destructor* species.

**Key words:** *parasitic agents, humans, animals, plants, the environment.*

În biocenozele naturale – paraziții, sunt parte componentă a naturii vii. Cu toate acestea, în condițiile socio-economice, ei acționează ca agenți cauzali al bolilor la oameni, animale și plante. Poluarea biologică a mediului este asociată, în principal, cu cea organică. Ea este cauzată de diseminarea și acumularea în mediu a agenților patogeni vii - agenți patogeni ai bolilor

infecțioase și parazitare (viruși, bacterii, ciuperci, protozoare, ouă și larve de helminți, insecte și căpușe) într-o cantitate, care depășește acea limită, după care apare o amenințare reală de infectare.

Principalele sarcini ale parazitologiei ecologice sunt studiul distribuției și abundenței paraziților în spațiu, în timp și în diferite gazde, precum și a factorilor care reglează interacțiunile gazdă-parazit atât la nivel individual, cât și la nivel de populație. De aici rezultă, în mod firesc, necesitatea unor evaluări nu numai calitative, ci și cantitative ale acestor interacțiuni, iar pe de altă parte, principală este înțelegerea parazitismului, ca relație nu numai între indivizi, ci și între populații ale două specii.

Parazitologia ecologică include:

- a) dependența fiziologică de gazdă;
- b) potențialul de reproducere mai mare decât gazda;
- c) capacitatea de a ucide gazda în caz de infestare severă;
- d) natura supradispersării a distribuției indivizilor de paraziți în populația gazdă, în urma căreia majoritatea indivizilor paraziților sunt concentrați într-un număr redus de indivizi-gazdă, aceștia din urmă fiind cei mai importanți pentru a supraviețui populația de paraziți.

Potrivit oamenilor de știință, protecția mediului constituie o prioritate a dezvoltării socioeconomice. La sfârșitul anilor '60 al secolului trecut, toate țările industriale au adoptat legi și măsuri administrative referitoare la protecția ecosistemului. Adunarea Generală a Națiunilor Unite din 15 decembrie 1972, cu scopul de a marca deschiderea Conferinței de la Stockholm asupra Mediului – a instituit la 5 iunie – Ziua Mondială a Mediului. Tot în anul 1972 a fost înființat un mecanism internațional de coordonare și supraveghere pentru mediu al ONU, denumit Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP), cu sediul la Nairobi. Acest eveniment a fost precedat de mai multe manifestări internaționale privind protecția mediului: simpozioane internaționale de la Berlin (1957) și de la Starâi Smokoveț (Cehoslovacia, 1957), la care au participat Austria, Bulgaria, Ungaria, Republica Democrată Germania, Danemarca, Polonia, URSS, Finlanda, Cehoslovacia. UNESCO scoate în evidență problema privind protecția obiectelor și landșafturilor naturale și reglementarea ei la nivel internațional. Prin urmare, problemele de protecție a mediului devin programe de lucru al statului, alături de aspectele economice și sociale.

Drept răspuns la sugestiile comisiilor internaționale, pe data de 31.07.87, în cadrul sesiunii Sovietului Suprem al Republicii Sovietice Socialiste Moldovenești a fost aprobat un program complex de lungă durată privind problema protecției mediului și utilizarea rațională a resurselor țării.

rii, cu durata de până la 2005. Este bine cunoscut faptul că problema mediului și a resurselor au un caracter internațional.

În ultimii ani, s-au acumulat date noi cu privire la rezultatele cercetărilor în domeniul parazitologiei. Unele dintre ele determină tendința perspectivei cercetărilor în acest domeniu. O sinteză a acestor date și a ipotezelor teoretice pot fi realizate pe o bază modernă. Aceasta este *baza ecologică* a cerințelor, ținând cont de fezabilitatea economică a aplicării practice a metodelor tehnologice dezvoltate. Este necesar de luat în considerare unele aspecte ale parazitologiei moderne legate de condițiile și factorii de mediu (Бессонов А. С., 2002).

În același timp, echilibrul sistemelor parazitare este puternic perturbat în condițiile unei transformări semnificative a mediului, care se produce sub influența factorilor antropici. Acest lucru se observă mai pronunțat în zonele urbane și, mai ales, în megalopolisuri. Au loc (într-o măsură mai mare sau mai mică) încălcări ale mecanismelor de autoreglare a sistemelor parazitare și de majorare a perioadelor necesare pentru stabilizarea lor la niveluri calitativ diferite (de exemplu, menținerea stabilă a unui număr mai mare de gazde pentru paraziți de toate nivelurile). Situația parazitologică, care apare în acest caz, este caracterizată de parametrii infestației cu paraziți ai animalelor și plantelor, care depășesc semnificativ fonul natural, adică infestarea cu aceleași specii de paraziți ai acelorași gazde în biocenoză netransformate. Evaluarea efectelor complexe asupra sistemelor parazitare ale diferitelor tipuri de poluare este o problemă de viitor.

Este cunoscut faptul că viața pe planeta noastră există sub forma diverselor sisteme, specific organizate, având o autoreglare dinamică - biocenoză. Este, de asemenea, cunoscut și faptul că secolul nostru se caracterizează printr-o perioadă calitativ nouă în dezvoltarea biosferei, când impactul uman asupra naturii a devenit comensurabil cu acțiunea proceselor geologice. Omul schimbă constant, de regulă, deformează mediul și, ca urmare a impactului antropic, are loc o „deplasare ecologică” a populațiilor, însoțită de o gamă largă de diverse tulburări: în biocenoză, în biodiversitate, în caracteristicile morfo-fiziologice și genetice ale organismelor, în viteza și direcția proceselor micro-evoluționale etc.

În ciuda faptului că definițiile unui fenomen precum „*poluarea mediului*” date de diferiți oameni de știință pot varia, aproape toți sunt de acord asupra principalului lucru: „*poluare*” se subînțelege orice schimbare nefavorabilă a mediului pentru organismele vii, cauzată de acțiunea umană distructivă asupra ei.

Poluarea mediului este cauzată de diverși factori. În mare măsură, acest lucru se datorează unei varietăți de deșeuri industriale, agricole și menajere. Aici se includ tipurile de poluare: chimică, organică, fizică, radionuclidă și alte tipuri de poluări.

Cu toate acestea, mulți ani, atenția principală a fost acordată factorilor de poluare tehnogenă și într-o măsură mult mai mică a factorilor naturali, adică poluării biologice, care constă în modificarea proprietăților mediului ca urmare a creșterii numărului diverselor tipuri de microorganisme, plante și animale, inițiate de antropopresiune.

În acest context, este destul de clar că una dintre formele de poluare biologică (componenta de bază a sa) este „*poluarea parazitară*”. Nu este necesar de demonstrat rolul enorm pe care organismele parazitare îl joacă în biosferă. În natură, practic, nu există organisme care să nu fie infectate cu paraziți. Oamenii, animalele și plantele sunt populate cu o diversitate de paraziți, care posedă diverse conexiuni ecologice și informaționale cu mediul, formând sisteme parazitare complexe (Беклемишев, 1945).

Poluarea intensivă a mediului de către agenții parazitari devine posibilă ca urmare a creșterii populației și animalelor pe unitatea de suprafață și a altor factori. În același timp, acumularea de material invaziv în mediu duce la izbucnirea bolilor parazitare. Dozele mici de agenții parazitari pe unitate de suprafață a mediului, datorită capacității naturii de a se autopurifica, pot fi neutralizate. Limitele cantitative de acumulare a materialului invaziv în mediu, după care are loc poluarea acestuia, pentru diferite specii sau grupuri de paraziți, nu sunt aceleași. Consecințele contaminării cu agenții parazitari, depind de condițiile specifice concrete ale mediului și socio-economice: în unele cazuri, procesul invaziv se realizează, în altele nu.

Cei mai mulți dintre agenții parazitari eliminați de către animalele infectate mor sub influența factorilor abiotici și biotici: lumina directă a soarelui, temperatură ridicată sau scăzută, uscăciune, reacție nefavorabilă (pH) a mediului, sunt consumați de diferite nevertebrate și vertebrate, sunt absorbiți de prădători, ciuperci etc. Unii dintre ei se păstrează, intrând în relații biocenotice cu organismele mediului și continuând dezvoltarea sa.

Ouăle și larvele sunt foarte rezistente la factorii abiotici, în special la temperaturile scăzute. De exemplu, ouăle de ascarioza porcului și ouăle de ascariidii carnivorelor pot rămâne viabile în sol timp de câțiva ani. O parte din ouăle de helminți pot ierna sub zăpadă și își pot continua dezvoltarea în primăvara anului următor. Ouăle și larvele de helminți nu sunt rezistente la temperaturile ridicate ale mediului. Temperaturile de peste 50°C provoacă moartea ouălor și a larvelor multor agenți patogeni în câteva ore, apa clocoti-

tă - instantaneu. Sub influența luminii solare, moartea ouălor are loc de la câteva zeci de minute până la câteva ore. Ouăle și larvele majorității helminților nu pot rezista la uscăciuni ale mediului și la lipsa oxigenului.

Oncosferele de echinococi la temperaturi de la  $-1^{\circ}\text{C}$  până la  $+1^{\circ}\text{C}$  rămân în viață până la 116 zile, în laborator, în intervalul temperaturii de la  $5-20^{\circ}\text{C}$  și umiditate de 60-80% - mai mult de 4 luni, dar la uscăciuni se mențin timp de 12 zile. Ouăle sunt rezistente la multe substanțe chimice. În special, expunerea larvelor și ouălor de ascarizi pe termen scurt în soluția de formol de 3-5% - nu se distrug, dar continue dezvoltarea lor. Sub influența soluției de 4-5% de potasiu sau sodiu caustic, timp de 24 de zile, mor doar până la 45% din ouăle de ascarizi. Cu toate acestea, apa fierbinte cu o temperatură de peste  $70^{\circ}\text{C}$  duce la moartea ouălor și a larvelor de helminți într-o perioadă scurtă (Черепанов А. А., 2002).

Larvele de helminți în gazdele intermediare persistă mult timp. În țesuturile vertebratelor după moartea lor, larvele sunt rezistente nu numai la temperaturi scăzute, ci și la temperaturi ridicate, datorită grosimii țesuturilor gazdei și a capsulei care înconjoară larva. Deci, cisticercii taurunelor și a porcului, localizați în mușchi, nu mor în timpul fierberii pe termen scurt. De asemenea, nu mor în mușchi pe o perioadă lungă de timp, chiar și la temperaturi de până la minus  $9^{\circ}\text{C}$ .

Larvele de *Trichinella* din carcasele animalelor moarte sau sacrificate rămân în viață pe tot parcursul iernii arctice. Fierberea bucăților mari de carne cu larve de *Trichinella*, timp de până la 1 oră, nu le ucide (Gherman C., 2014).

Prolificitatea mărită este una dintre cele mai tipice caracteristici ale paraziților. Animalele infestate constituie cea mai importantă sursă de infecție, fiind generatoare a celei mai mari cantități de agenți patogeni. Ele pot elimina agenții patogeni începând din perioada de incubatie, apoi pe tot parcursul bolii. Intensivitatea excreției de agenți patogeni este variabilă, fiind dependentă de specia animalului, care a contractat boala, de calea de infectare, de localizarea și extinderea proceselor infecțioase. Aceste condiționări fac destul de dificilă aprecierea cu exactitate a stării de eliminator de agenți patogeni. Organismele/animalele excretoare de agenți patogeni devin adevărate focare de permanentizare a unor infecții. Asemenea izvoare de infecție sunt dificil de depistat și pot trece neobservate, ceea ce are uneori serioase implicații epidemiologice. Adesea, productivitatea este apreciată numai în raport cu o etapă a ciclului biologic. Este absolut imposibil să se evalueze cu exactitate productivitatea protozoarelor, multe dintre acestea recurgând la reproducere asexuată cel puțin într-o etapă a ciclului lor de viață.

Rezultatele cercetărilor parazitologice efectuate, în diverse perioade de timp, denotă că bovinele adulte din sectorul privat erau infestate cu dicrocелиi în 60,6% din cazuri, tineretul bovin – în 40,7%, iar la ferme, respectiv, în 44,7% și 28,5% din cazuri. Extensivitatea invaziei cu fasciole la bovinele adulte din sectorul privat era de 46,4% din cazuri, la tineretul bovin – 27,1%, iar la ferme, corespunzător, 31,6% și 14,4% din cazuri. Rezultatele cercetărilor coprologice au demonstrat, că vițeii în vârstă de până la o lună erau infestați cu eimerii în proporție de 29,2 % din cazuri, de 2-4 luni - 67,6%, de 6-8 luni - 71,9%, de 12-14 luni - 79,0%, de 23-25 luni - 55,7%, iar bovinele adulte în 40,3% din cazuri.

Ovinele adulte și tineretul an precedent din zona de Sud al republicii erau infestate cu dicrocелиi, respectiv, în 50,8% și 39,0% din cazuri, iar ovinele adulte din zona de Nord – în 42,4% și din zona de Centru - în 40,2% din cazuri. Tineretul ovin din zona de Nord era infestat cu dicrocелиi în 31,0% din cazuri, iar cei din zona de Centru – în 29,2% din cazuri.

Cercetările parazitologice efectuate în ecosistemele urbane ale orașului Chișinău au demonstrat că pisicile sunt infectate cu 12 specii de zooparaziți: *Eimeria felina*, *Toxoplasma gondii*, *Dipylidium caninum*, *Diphyllobothrium latum*, *Toxocara cati*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma canium*, *Demodex cati*, *Notoedres cati*, *Otodectes cynotis var cati*, *Felicola subrostrata*, *Ctenocephalides felis* (Tălămbuță Nina și clab., 2011).

Rezultatul cercetărilor coprologice a tineretului canin și a câinilor maidanezi adulți din mun. Chișinău a demonstrat că sunt infestați cu 7 specii de endoparaziți: o specie din clasa Conoidasida (*Eimeria canis*), 2 specii din clasa Cestoda (*Echinococcus granulolosus*, *Dipilidium caninum*) și 4 specii din clasa Nematoda (*Toxocara canis*, *Toxascara leonine*, *Ancylostoma caninum*, *Trichocephalus vulpis*). Nivelul de infestare a tineretului canin cu *Echinococcus granulolosus* era de 3,3% din cazuri în sectorul urban și de 6,3% în cel rural, iar a câinilor maidanezi adulți de 14,3% în sectorul urban și de 42,7% în cel rural; cu *Dipilidium caninum*, respectiv - 5,5 și 18,5% din cazuri a tineretului canin și 25,5 și 47,3% a câinilor maidanezi adulți; cu *Toxocara canis* - 9,6 și 12,6% din cazuri și respective 39,6 și 52,8%; cu *Toxascara leonine*, respective, 40,9 și 64,9%, 1,9 și 12,4%; cu *Ancylostoma caninum* - 5,4 și 9,4%, 7,4 și 16,2%; cu *Trichocephalus vulpis* - 5,5 și 6,2, 10,5 și 24,6%; cu *Eimeria canis* - 30,9 și 35,9%, 2,9 și 4,2% (Rusu Șt., Chihai O., Anghel T., 2010).

S-a stabilit că fiecare specie de *Eimeria* este programată genetic pentru un anumit număr de generații merogonice. Prin calcul se apreciază că dintr-un singur oocist pot rezulta în jur de 92.000.000 merozoizi. Dina-

mica eliminării de oochiști exprimă o intensivitate crescândă la *viței* până la 6 luni și apoi se reduce spre vârstele superioare (Didă I., 2014).

Productivitatea trematodei *Fasciola hepatica* este de 20.000 de ouă pe zi și peste 1 milion de ouă într-o viață. Krull (1941) a demonstrat că dintr-un singur miracidiu de *Fasciola hepatica*, care pătrunde într-un melc – *Lymnaea truncatula* (gazda intermediară), se pot produce aproximativ 4000 de cercarii, care se transformă în metacercarii - forma invazivă.

Ouăle de *Dicrocoelium* rămân viabile peste 6 luni în masele fecale de pe pășuni și dintr-un ou ingerat de către gasteropodele terestre, prima gazdă intermediară, apoi cercarii nimeresc în a doua gazdă intermediară – furnicele, unde pot apărea până la 400.000 de metacercarii – forma infestantă (Duchacek L., Lamka J., 2003, Șuteu I., Cozma V., 2007).

S-a stabilit că animalele (bovinele, ovinele, cervidele etc.) parazitare cu *Moniezia expansa*, elimină proglote pline cu ouă. Se apreciază că la maturitatea sa, poate elimina zilnic până la 100 de proglote pline cu ouă, adică până la 1.000.000 de ouă pe zi.

Proglotele ovigere de *Echinococcus granulosus* conțin circa 1500 de ouă (Thompson R., 2017). Proglotele ovigere, după eliminare în mediul exterior, pot părăsi fecalele și se pot deplasa pe distanțe mai mari de 25 cm (*Echinococcus granulosus*) sau până la 90 cm (*Taenia hydatigena*), ceea ce contribuie la dispersia ouălor în mediul exterior. Ouăle de teniide pot fi dispersate pe o distanță de cel puțin 175 de metri de către câinii infectați și sa apreciat că un singur câine poate polua cu ouă a cel puțin 30.000 de hectare (Lawson R., Gemmell M.A., 1983).

Insectele, păsările și animalele sălbatice contribuie la dispersia ouălor pe suprafețe foarte întinse, uneori mai mult de 60 km (Lawson R., Gemmell M. A., 1983, Torgerson P. R., Heath D. D., 2003).

Câinii infectați experimental cu *Echinococcus granulosus* elimină ouă până la 22 de luni (Torgerson P.R., Heath D. D., 2003).

Carnivorele infectate cu nematoda *Ancylostoma caninum* prezintă pericol pentru mediul extern. O femelă depune 10.000-20.000 de ouă/zi (Dărbuș Gh. și colab., 2006).

Femela de *Toxocara canis*, nematoda câinelui, poate depune până la 200.000 de ouă/zi. Datorită cojii groase, ouăle embrionate de *Toxocara canis* sunt foarte rezistente la factorii nefavorabili. În condiții naturale, ele rămân viabile ani de zile (Gorget Patricia Muriel, 1993). Se cunoaște că sursa principală de parazit pentru oameni este solul, totuși mai recent este stabilit că sursă potențială poate fi și părul câinilor (Keegan J.D., Holland C.V., 2010).



Cestodele din genul *Taenia* depun zilnic 2-3 proglote ovigere ce conțin 100.000 de ouă/proglotă (Gregory G.G., 1976, Rickard M.D., Arundel J.H., 1985).

*Taenia saginata* are o lungime de 4-10 metri, având 1000-2000 de proglote. Proglota conține de la 97.000 la 124.000 de ouă, iar producția anuală a unui cestod adult este de 594.000.000 de ouă. Proglotele sunt evacuate intermitent, până la 12 pe zi. Productivitatea devine și mai mare atunci când într-un stadiu sau altul al ciclului evolutiv parazitul se reproduce asexual.

*Taenia solium* produce aproximativ 50.000 de ouă în fiecare proglotă (Didă I., 2014). Cestoda *Taenia solium* are de la 3 până la 7 m lungime. Strobila conține 700-1000 de proglote, iar cele ovigere conțin aproximativ 50.000 de ouă. Parazitul crește într-un ritm de 7 cm pe zi, ajungând în două luni la maturitate. Proglotele adulte, pline cu ouă, se elimină cu fecalele în grup a câte 3-5 exemplare (Didă I., 2014).

Animalele infestate cu nematode din fam. *Trichostrongylidae* pot depune zilnic un număr mare de ouă (cca 10.000). Gunoii de grajd nesterilizați biotermic și împrăștiați pe pășune este o sursă importantă de contaminare (Dărăbuș Gh., 2014).

Potrivit lui G. W. Kolley (1964), în locurile de întreținere al porcilor la 1 m<sup>2</sup> din suprafața țarcului (3x3 m), există până la un milion de ouă alocate de 5 femele de *Ascaris suum* pe zi. Ca urmare a partenogenezei trematodelor și a unor cestode, heterogonia larvelor rabditoide, în natură are loc reproducerea larvelor acestor grupuri de helminți. Luând în considerare rezistența majorată a ouălor și larvelor de helminți la factorii naturali, materialul invaziv se acumulează în cantități mari în mediul ambiant. Astfel, sute și mii de cercarii se dezvoltă dintr-un ou de trematod, iar sute de larve de nematode se dezvoltă dintr-o pereche de *Strongyloides*, care se dezvoltă liber în sol.

Larvele de *Ascaris suum* elimină zilnic 200.000-1.000.000 ouă, ce duc la contaminarea masivă a mediului. În plus, un rol în răspândirea ouălor îl pot avea gazdele paratenice, în primul rând râmele (Dărăbuș Gh., Coso-roabă I., Druga M., 1991).

O femelă *Ascaris lumbricoides* este capabilă să producă 200.000 de ouă pe zi, iar de *Ascaridia galli* elimină până la 170.000 de ouă (Șuteu E., 2008)

Așadar, nu poate exista nici o îndoială, cu privire la prolificitatea colosală a multor specii de paraziți. După cum indică Cole L. C. (1954), prolificitatea depinde și de vârsta la care parazitul începe să se reproducă. Potențialul biotic al speciei crește odată cu reducerea părții pre-reproductive a ciclului evolutiv și acest lucru poate avea exact aceeași semnificație pentru prolificitatea mare, ca și numărul descendenților produși într-o zi. Repro-

ducerea multiplă a parazitului îi oferă, de asemenea, avantajul de a evita epuizarea excesivă a resurselor de care are nevoie și de a face posibilă răspândirea mai largă a ouălor atât în timp, cât și în spațiu.

După cum se știe, fitohelminții provoacă daune enorme producției agricole, reducând productivitatea culturilor și rezistența acestora la diverse maladii. Cu toate acestea, nocivitatea fitohelminților nu se limitează doar la aceasta: se reduce calitatea nutrițională a plantelor afectate, ceea ce în mod corespunzător afectează organismul animalului, care se hrănește cu astfel de plante. La fel ca și helminții care parazitează în organismul uman și animal, fitohelminții secretă produse metabolice, care afectează negativ nu numai organismele vegetale (plante), ci și organismul animalelor, care consumă plantele afectate. Savciuk N. și colaboratorii (Савчук Н., Ищенко Н., Савчук О., Черевкова Д., Пикановская К., 1967) au studiat, experimental, impactul extractului din părțile afectate ale cartofului infestat cu nematozii *Ditylenchus destructor*, asupra sângelui și a reacțiilor imunologice la șobolanii albi. Extractul a fost administrat animalelor subcutanat. Au fost hrăniți și cu tuberculi de cartofi infestați. Rezultatele experimentului au demonstrat, că produșii metabolici ai fitohelminților au un efect deprimant asupra sintezei anticorpilor și fagocitozei, măresc reacția de sedimentare a eritrocitelor și încetinesc procesul de coagulare a sângelui (la animalele cărora li s-a injectat subcutanat extract din părțile afectate ale cartofilor). Deosebit de dăunător este extractul din putregai format în zonele afectate ale cartofului și care conține și microfloră bacteriană și fungică. Animalele cărora le-a fost injectat un astfel de extract subcutanat au murit.

*Articolul este elaborat în cadrul proiectelor instituționale fundamentale ale Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie (Codul proiectelor: 15.817.02.12F; 20.80009.7007.12; 010701).*

### **Bibliografie**

1. Dărăbuș Gh., Cosoroabă I., Druga M. Inactivarea unor elemente parazitare din dijecțiile de porc sub influența fermentației metanice termofile //Lucr. Șt. Med. Vet., Timișoara. 1991, XXV. – P. 65-68.
2. Dărăbuș G., Oprescu I. Morariu S., Mederle Narcisa. Parazitologie și boli parazitare. Ed., Mirton, Timișoara. 2006. – 836 p.
3. Dărăbuș Gh. Strongilidoze digestive. Tratat de Medicină Veterinară. Secțiunea a XII-a – Parazitologie Veterinară. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca. 2014, vol. VI. – P.648-723.
4. Didă I. Hidatidoza. În: Tratat de Medicină Veterinară /coord.: prof. dr. Constantin Nicolae Secțiunea a XII-a – Parazitologie Veterinară, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca. 2014. Vol VI. – P. 590-598.
5. Gherman C. Trichineloză. În Tratat de Medicină Veterinară. Secțiunea a XII-a – Parazitologie Veterinară, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca. 2014. Vol VI. – P. 843-871.

6. Rusu Ș., Chihai O., Anghel T. Măsurii de prevenire și combatere a echinococozei/hidatidozei. Chișinău. 2010. - 34 p.
7. Șuteu I., Cozma V. Parazitologie clinică veterinară. Cluj-Napoca, 2007 b, Vol. II. - 349 p.
8. Șuteu I. Elemente de crioparazitologie. Editura Risoprint. 2008. – 282 p. ISBN 978-073-751-745-6
9. Бессонов А. С. Проблемы и перспективы развития ветеринарной паразитологии //ж.Ветеринария. 2002. №5. - С. 27-29.
10. Савчук Н., Ищенко Н., Савчук О., Черевкова Д., Пикановская К. Фитогельминты и животные организмы //Проблемы паразитологии. Издательство "Наукова думка", Киев, 1967. – С. 63.
11. Трач В. Н. Сравнительная морфология, систематика и эколого-фаунистическая характеристика стронгилят домашних жвачных животных УССР //Дис. .докт. вет. наук. Киев. 1974. - 305 с.
12. Черепанов А. А. Некоторые аспекты биологии, экологии, таксономии возбудителей и профилактики паразитарных зоонозов //Материалы докладов научной конференции "Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями (зоонозы)". Москва, 22-23 мая 2002. М., 2002. Вып. 3. – С. 363-368.
13. Cole L. C. The population consequences of life history phenomena. Quarterly Review of Biology, 1954, 29. – P. 103-137.
14. Duchacek L., Lamka J. Dicrocoeliosis – the present state of knowledge with respect to wildlife species //Acta Veterinaria Brno. 2003. Vol.72 (4). – P. 613-626.
15. Gregory G. G. Fecundity and proglottid release of *Taenia ovis* and *T. hydatigena* //Australian Veterinary Journal. 1976, 52 (6). – P. 277-279.
16. Keegan J. D., Holland C. V. Contamination of the hair of owned dogs with the eggs of *Toxocara* spp //Veterinary Parasitology. 2010, 173. - P. 161-164.
17. Kelley G. W., Nayak, D. P. Acquired immunity to migrating larvae of *Ascaris suum* induced in pigs by repeated oral inoculations of infective eggs //Journal of Parasitology. 1964. 50. – P. 499–503.
18. Krull W. H. The number of cercariae of *Fasciola hepatica* developing in snails infected with a single miracidium. In: Christie, J.R. (ed) Proceedings of the Helminthological Society of Washington. The Helminthological Society of Washington. 1941. –P. 55-58.
19. Lawson R., Gemmell M. A. Hydatidosis and Cysticercosis: the dynamics of transmission //Advances in Parasitology. 1983, vol. 22. – P. 261-308.
20. Rickard M. D., Arundel J. H. Chemotherapy of tapeworm infections in animals in Chemotherapy of gastrointestinal helminthes. Editors: Bossche, H.V., Thienpot, D., and Janssens, P.G., Springer-Verlag Berlin. 1985. - 719 p.
21. Talambutsa Nina, Chihai O., Volceanov Alyssa, Yacub Natalia. Parasitofauna in synanthropic felines (*Felis catus*) from urban ecosystems of Chișinău //The materials of International Conference of Zoologists „Actual problems of protection and sustainable use of animal world diversity” dedicated to the 50th anniversary from the foundation of Institute of Zoology of ASM, 13-14 octombrie 2011. Chișinău, 2011.–P.150-151.
22. Thompson R. C. A. Biology and Systematics of *Echinococcus* //Advances in Parasitology. 2017. Volume 95. – P. 65-109.
23. Torgerson P. R., Heath D. D. Transmission dynamics options for *Echinococcus granulosus* //Parasitology. 2003. – P. 143-158.

## EVALUAREA POTENȚIALULUI BIO-PEDOCLIMATIC AL PODIȘULUI TRANSILVANIEI ȘI EVALUAREA PRETABILITĂȚII PENTRU CEREALELE PĂIOASE

*Prof.dr. Teodor RUSU<sup>1</sup>, Prof.dr., Dr. Felicia CHETAN<sup>2</sup>, Prof.dr. Matei-Marcel DUDA<sup>1</sup>, Prof.dr. Ileana BOGDAN<sup>1</sup>, Conf.dr. Paula Ioana MORARU<sup>1</sup>, Șef lucr.dr. Adrian Ioan POP<sup>1</sup>, Dr. Alina ȘIMON<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, Str. Mănăștur nr. 3-5, 400372, Cluj-Napoca, România*

<sup>2</sup>*Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda, Str. Agriculturii, nr. 27, 401100, Turda, România*

**Rezumat.** Evoluția solurilor la nivelul Podișului Transilvaniei este influențată de combinația unor factori naturali și antropici. Factorii naturali sunt clima - în special precipitațiile, vântul, seceta și relieful. Solul este vulnerabil la climă datorită precipitațiilor cu caracter torențial care spală solul, acesta pierzându-și calitățile fertile. Monitorizarea potențialului biopedoclimatic din Podișul Transilvaniei începând cu 2008 în Câmpia Transilvaniei și cu 2012 în Podișul Someșan, a fost realizată prin intermediul a 20 stații de tip HOBOMAN-H21-002, amplasate în condiții pedoclimatice diferite, pe diferite tipuri de sol, stațiile fiind prevăzute cu senzori de înregistrare a temperaturii solului la adâncimile de 10, 30 și 50 cm și de înregistrare a umidității solului la 10 cm în sol. Monitorizarea precipitațiilor s-a realizat cu ajutorul unor pluviometre atașate stațiilor, iar monitorizarea temperaturii aerului s-a realizat prin amplasarea senzorilor de temperatură la 1 m de la suprafața solului. Utilizarea durabilă a solurilor din Podișul Transilvaniei presupune aplicarea unor tehnologii agricole conservative, regenerative, prin care să se conserve sau chiar să se amelioreze însușirile solurilor. Prevenirea proceselor de degradare a terenurilor cultivate, presupune obligatoriu conservarea unei bune structuri prin evitarea trecerilor repetate peste teren și folosirea sistemelor de mașini adecvate executării mai multor operații la o singură trecere. Se mai impun unele măsuri care se pot rezuma în felul următor: rotația culturilor și un mod adecvat de lucrare a solului; menținerea unei "proportii de humus" suficiente; prevenirea acidifierii solului prin cultivare; evitarea rămânerii "dezgolite" a solului în perioada ploilor torențiale; îmbunătățirea drenajului solului; folosirea fertilizanților organici (gunoi de grajd, îngrășământ verde) și realizarea perdelelor forestiere.

**Cuvinte cheie:** pretabilitate soluri; evaluare condiții climatice; Podișul Transilvaniei.

## Evaluarea potențialului bio-pedoclimatic din Podișul Transilvaniei

**Podișul Transilvaniei** reprezintă cea mai întinsă arie morfologică negativă intercarpatică, formată în timpul cutărilor alpine, cu aspect general de dealuri și podișuri, compartimentată tectonic în succesiuni de zone geomorfologice, dispuse aproape concentric, în trepte din ce în ce mai coborâte, de la exterior spre interior, cu mari variații de structură și de relief de la o zonă la alta.

**Câmpia Transilvaniei** se caracterizează prin altitudini absolute cuprinse între 250-500 m (Tabelul 1; Rusu, 2001), cu “coline dezordonate”, domoale, despărțite de văi înguste adesea cu exces de umiditate, cu cuate pe expozițiile sudice, cu pante line și procese de pantă pe expozițiile nordice. Temperatura medie anuală este de 8-9°C iar precipitațiile medii anuale de 500-600 mm. Pornind de la o vegetație parțial lemnoasă, dar dominând o vegetație ierboasă de fâneată, pe materiale parentale argiloase și bogate în carbonat de calciu, și un deficit anual de precipitații, specific silvostepii, cuprins între -50 până la -200 mm, în interacțiune cu ceilalți factori de solificare au favorizat înțelenirea puternică și dominarea bioacumulării, formându-se în acest areal cernisoliuri (Rusu, 2023): cernoziom, cernoziom cambic, faeoziom, rendzine, pseudorendzine sau soluri cu orizont A molic.

Tabelul 1. Principalele caracteristici ale zonelor pedoclimatice din Câmpia Transilvaniei și Podișul Someșan

Denumirea zonei	Altitudine, m	Relief specific	T.m.a., °C	P.m.a., mm	P <sub>max</sub> / 24 h,	Excedent, deficit de umiditate, mm	Obiective suplimentare pentru agro-tehnica aplica-tă
Lunca râurilor Someș, Mureș și Arieș	250 - 375	luncă, terase	8,2- 8,4	552- 613	65- 96	+50... +70	-conservarea apei în sol -evitarea degradării structurii
Câmpia Transilvaniei	250 - 500	dealuri, văi adânci	8,0- 9,0	538- 666	65- 88	+50.... -100	-prevenirea eroziunii -conservarea apei în sol -evitarea compactării solului
Podișul Someșan	300 - 525	dealuri, văi înguste	7,0- 8,0	632- 700	70- 110	+50 .... +100	-idem zona 1 și 2 -eliminarea excesului de umiditate temporar -evitarea formării hardpanului

**Podișul Someșan** prezintă un relief mult mai energic și mai activ, cu intense procese de pantă declanșate în timp. Pantele sudice sunt scurte, abrupt segmentate, cu ravene și torenți. Versanții nordici sunt mai lungi, reci și vâloriți. Hipsografic, ne situăm între nivelele de 450-800 m, energia de relief fiind în medie de 150-250 m. Temperatura medie anuală este de 7-8°C iar precipitațiile medii anuale de 600-700 mm. Condițiile specifice arealelor din zona forestieră cu excedent al precipitațiilor de +50 până la +100 mm anual și materiale parentale mai sărace în elemente bazice au condus la predominanța bioacumulării slab-moderat acide și a levigării cu formarea solurilor din clasa luvisoluri: preluvosol, luvosol etc. Sunt frecvente de asemenea solurile pseudogleice sau subtipurile pseudogleizate în diferite grade (Rusu, 2023).

**Relieful** imprimă însemnate diferențieri pe întreaga zonă colinară din cele două unități fizico-geografice studiate. Aici sunt cele mai mari contraste de factori staționari datorită reliefului foarte frământat și substratului litologic variat. În general, orice schimbare de relief atrage după sine schimbări fundamentale în ansamblul factorilor locali formând interdependențe în topoclimat, în caracterele solurilor și în fizionomia vegetației. Relieful crează contraste de expoziții, inversiuni de temperatură, ochiuri de vegetație inegal influențate de vânt și supuse diferit precipitațiilor etc. Tot relieful este acela care determină diferențe în caracterele solurilor și anume: soluri mai profunde în porțiunile mai domoale ale pantei, soluri subțiri și erodate în porțiunile puternic înclinate, mai evolute sau mai tinere, cu troficitate mai ridicată sau mai scăzută etc. Microrelieful creează, de asemenea diferențieri și discontinuități privind repartiția solurilor și a fitocenozelor chiar și pe versanții relativ mici.

Pentru a caracteriza zona colinară a Podișului Transilvaniei vis-a-vis de preabilitatea și favorabilitatea pentru culturile agricole trebuie să luăm în considerare, în primul rând trei părți componente principale ale reliefului: **versanții, culmile și terasele**, care reprezintă peste 85% din relief.

**Versanții** cu expoziție sudică, sud-estică, sud-vestică sunt însoriți, abrupti, (cu înclinare de 10-25-45°), sunt scurți (de circa 200-400 m), în partea superioară cu segmente drepte sau convexe erodate și partea inferioară de regulă concavă și colmatată. Versanții nordici, nord-estici, nord-vestici sunt umbriți și mai reci, cu pante line (înclinare de 3-15°), mai lungi (circa 800 m), cu segmente concave și convexe dând aspectul vâlorit al reliefului. Frecvente pe versanții nordici, în special la terenurile folosite ca arabil sunt fenomenele de hidromorfism și în special pseudogleizarea favorizată atât de relief cât și de litologie (materiale parentale cu textură fină) și hidrogeologia zonei (izvoare de coastă). Versanții cu orientare vestică și estică sunt intermediari între primele două categorii privind căldura

și umiditatea. Versanții estici sunt încălziți ziua înainte de amiază, iar cei vestici după amiază. Versanții prin pantă și expoziție creează divesificarea topoclimatelor, repartiția solurilor, sensul și intensitatea proceselor pedogenetice, troficitatea și modul de folosință a terenurilor din această zonă.

**Culmile** - sunt în general înguste și prelungi, cu înșeuări din loc în loc, cu orientări și nivele diferite în funcție de rețeaua hidrografică aferentă. Acestea sunt supuse vânturilor puternice, favorizând eroziunea și au un drenaj extern rapid și foarte rar lent.

**Terasele** - reprezintă formele de relief dispuse succesiv și etajat deasupra luncii Someșului, Arieșului, Mureșului și afluenților acestora, iar prin caracteristicile lor geomorfologice constituie cele mai uniforme și favorabile terenuri pentru agricultură în această zonă. Terasele sunt slab înclinate (până la 10-15%), cu lățimi medii de 600-700 m, având un drenaj global defectuos (Guș și colab., 2003).

**Litologia** din zona colinară a Podișului Transilvaniei reprezintă un factor pedogenetic dominant, influențând caracterul reliefului, diversificarea și repartizarea teritorială a solurilor. Influența acestuia se reflectă în textura, profuzimea, fertilitatea și regimul de umiditate a solurilor, fiind în același timp principala cauză a proceselor de pantă. Substratul litologic imprimă formele de pantă și controlează în mare parte etajarea pe verticală a solurilor. În partea inferioară a versanților fiind prezente marnele, argilele marnoase, coluviile, s.a. iar în partea superioară gresii, nisipuri, conglomerate, tufuri, etc. În lunci factorul litologic este reprezentat de coluvii, aluvii, proluvii, etc. Pe porțiunile unde rocile au aceeași rezistență pe toată suprafața versantului se realizează aceeași înclinare pe toată lățimea lui, când rocile sunt foarte tari formează convexități, iar rocile moi dau naștere la formele concave. Forma în trepte este favorizată de succesiuni de strate rezistente și friabile, de prezența alunecărilor care creează și formele concav-convexe.

Din punct de vedere **hidrogeologic** se disting următoarele nivele ale apelor freatice (Rusu și colab., 2012):

- ✓ În partea superioară a versanților, pe culmi și platouri apa freatică se află la o adâncime mai mare de 20 m și practic aceasta nu influențează formarea solului.
- ✓ În partea inferioară a versanților intervin izvoarele de coastă cu debite permanente sau temporare și scurgerile hipodermice, paralele cu suprafața solului, la adâncimi de 60-100 cm, generate de prezența orizonturilor impermeabile, influențând astfel procesul de formare al solurilor prin pseudogleizarea acestora.

- ✓ La baza versanților și pe terease adâncimea pânzei freatice este de 2-8 m și în funcție de înălțimea ascensiunii capilare, aceasta influențează sau nu procesele care se desfășoară în sol.
- ✓ În lunci pânza freatică se situează între 0,5-3 m favorizând procesele de gleizare specifice solurilor formate.

**Clima.** În cadrul zonei colinare analizate diferențierile hipsografice dintre părțile centrale ale depresiunii și cele marginale explică și nuanțările bioclimatice. Astfel în partea centrală și vestică se înregistrează valori termice ridicate, media anuală de 8-9°C (iulie 19-20°C, ianuarie sub -3°C) și cantități reduse de precipitații, media anuală între 500-600 mm, fiind rezultat al influenței maselor de aer vestice. În partea estică și nordică se înregistrează o temperatură mai scăzută, media anuală de 6-7°C (iulie 17°C, ianuarie sub -3°C) și creșterea cantităților de precipitații, medii anuale de 700-900 mm.

Climatul atlantic se prelungește de la țărmul oceanului, însă nemodificat, peste Europa Centrală până în Transilvania, descărcându-și ultimele resurse pluviometrice. În acest fel se realizează pe rama estică a Podișului Transilvaniei condiții de umiditate deosebite și implicit soluri cu un grad mare de levigare.

Tipul climatului este de tip continental temperat boreal cu diferite nuanțări locale. Conform sistemului de clasificare a climatelor- Koppen, zona colinară a Podișului Transilvaniei face parte din subprovincia D.f.b.k., cu temperatura celei mai calde luni între 18-22°C, cu iarnă rece și cu mai mult de 4 luni pe an temperatura medie peste 10°C.

În privința precipitațiilor cele mai mari cantități cad vara, 200-300 mm, iar cele mai reduse iarna, 70-120 mm. Caracterul torențial al ploilor de vară este deosebit de intens. Acestea activează eroziunea torențială și alunecările de teren. În regimul multianual, neregulat al precipitațiilor apar ani ploioși - 1912, 1970, 1997 - și secetoși -1907, 1961, 1990, 2011, 2017, 2020 - când lipsa îndelungată a precipitațiilor a determinat secarea unor râuri. În anii ploioși cantitățile de precipitații aproape se dublează față de media multianuală, ceea ce duce la creșterea exagerată a nivelurilor în râuri (5-8 m) și provocarea inundațiilor catastrofale, în special datorită lipsei pădurilor și a perdelelor forestiere, UAT-urile din zona de câmpie având 4-6% grad de împădurire. Acest procent este mult sub limita de 16% împădurire (pe unitate fizico-geografică), considerată limita sub care susceptibilitatea la deșertificare este foarte mare. Pentru zona colinară a Podișului Transilvaniei perioada critică din punctul de vedere al eroziunii pluviale este reprezentată de lunile mai-iunie-iulie.



Vânturile au o intensitate relativă, influențând în special partea superioară a versanților, culmile și platourile.

Ca și componentă principală a reliefului din zona colinară, versanții prezintă condiții climatice foarte variate ca o consecință a expoziției, înclinării, profilului pantei, altitudine, etc.

Versanții cu expoziție nordică se caracterizează printr-un minus de lumină și căldură, printr-un plus de umezeală și o uniformitate relativă a condițiilor termice pe profilul pantei; cei puternic înclinați au mai puțină căldură decât cei slab înclinați.

Versanții sudici se caracterizează prin plus de căldură și lumină și minus de umezeală; cei puternic înclinați au un plus de căldură și un minus de umiditate mai pronunțat decât cei moderat înclinați.

Versanții estici au un plus de căldură și lumină în orele de dimineață și un minus de umezeală în toată perioada de vară.

Versanții vestici se deosebesc de cei estici printr-un plus de căldură și un minus de umiditate în zilele însorite, deoarece după amiază când aceștia sunt bine încălziți, insolația găsește aici un mediu mai cald și mai uscat decât dimineața.

**Vegetația.** Tipul de vegetație dintr-o regiune este determinată de poziționarea acestuia pe glob, de factorii orografici, pedoclimatici, ecologici și antropogeni locali. Vegetația lemnoasă oglindește în general complexul factorilor macroclimatici, iar cea ierboasă reacționează semnificativ la acțiunea factorilor microclimatici.

În zona colinară a Podișului Transilvaniei vegetația lemnoasă este specifică pădurilor de stejar (*Quercus robur*), gorun (*Quercus petraea*) și insular fagul (*Fagus silvatica*); vegetația ierboasă este dominată de: *Festuca sulcata*, *Festuca valesiaca*, *Andropogon ischaemum*, *Carex humilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Onobrychis viciifolia*, etc. pentru versanții însoriți; *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus*, *Trisetum flavescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa pratensis*, etc. pentru versanții umbriți. În condiții favorabile de umiditate se întâlnesc specii mezofile: *Lotus corniculatus*, *Galium mollugo*, *Medicago lupulina*, *Vicia cracca*, sau unele higrofile: *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Eriophorum latifolium*, *Ranunculus acer*, *Juncus effusus*, *Equisetum palustre*, etc.

În zona estică a regiunii, în cadrul silvostepii din Câmpia Transilvaniei, vegetația lemnoasă este reprezentată de păduri de carpen (*Carpinus betulus*), cer (*Quercus cerris*), stejar (*Quercus robur*), gorun (*Quercus daledchampi*), frasin (*Fraxinus excelsior*), Jugastru (*Acer campestre*), arțar (*Robinia pseudocacia*), etc.

Vegetația ierboasă este formată din asociații de *Stipa lessingiana*, *Koeleria gracilis*, *Festuca vallesiaca*, *Bromus inermis*, *Agropyron intermedium*, etc. pentru versanții sudici; pe porțiunile puternic erodate se instalează: *Salvia nutans*, *Thymus glabrescens*, *Potentilla arenaria*, *Fragaria viridis*, *Adonis vernalis*, etc. Pe versanții umbriți se instalează diferite specii xeromezofile: *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Briza media*, *Onobrichys vicifolia*, *Medicago falcata*, *Trifolium sp.*, *Rumex acetosa* etc.

Buruienile frecvente în culturile agricole sunt: *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Avena fatua*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga parviflora* etc.

### Metdologia de cercetare utilizată

Monitorizarea variabilității elementelor pedo-climatice s-a realizat începând cu anul 2008 în Câmpia Transilvaniei și 2012 în Podișul Someșan – până în prezent, printr-o rețea de 20 de microstații tip HOBO-MAN-H21-002 (On-set Computer Corp., Bourne, MA, SUA) care stochează electronic datele de temperatură a solului (la 10, 30, 50 cm adâncime) și aer (la 1 m înălțime), umiditatea solului (la 10 cm adâncime). Sensorii de temperatură HOBO Smart Temp (S-TMB-M002) și sensorii de umiditate Decagon EC-5 (S-SMC-M005) au fost conectați la Micro Stations HOBO. În plus, au fost instalate pluviometre cu cupă basculabilă (RG3-M) pentru a măsura precipitațiile. Datele au fost descărcate de la microstații la fiecare șase luni prin intermediul unui laptop folosind software-ul HOBOWare Pro. Tipurile de sol, panta terenului și expoziția, altitudinea și coordonatele geografice ale locațiilor în care au fost amplasate stațiile sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabelul 2. Amplasarea stațiilor din Câmpia Transilvaniei și Podișul Someșan

Microstație (Județ)	Tipul de sol *	Latitudine	Longitudine	Altitudine, m	Pantă, %	Expoziție
Câmpia Transilvaniei						
1	2	3	4	5	6	7
Căianu (CJ)	Cernoziom	46°79'	23°52'	469	17	SE
Mociu (CJ)	Cernoziom	46°47'	24°04'	435	5	V
Țaga (CJ)	Preluvosol	46°97'	24°01'	469	17	N
Braniștea (BN)	Eutricambosol	47°17'	23°47'	266	1	V
Dipșa (BN)	Faeoziom	46°96'	24°26'	356	3	E
Zoreni (BN)	Preluvosol	46°89'	24°16'	445	17	NV
Silivașu de Câmpie (BN)	Eutricambosol	46°78'	24°18'	463	7	NV

Filpișu Mare (MS)	Districambosol	46°74'	24°35'	375	19	S
Band (MS)	Faeoziom	46°58'	24°22'	318	1	SE
Triteni (CJ)	Faeoziom	46°59'	24°00'	342	10	N
<b>Podișul Someșan</b>						
Cristorel (CJ)	Preluvosol	46°96'	23°46'	404	8-10	N
Borșa (CJ)	Faeoziom	46°93'	23°67'	332	2-3	S
Lelești (BN)	Regosol	47°21'	23°95'	606	25-26	V
Șomcutu Mic (CJ)	Aluviosol	47°16'	23°77'	271	2-3	S
Căprioara (CJ)	Preluvosol	47°10'	23°52'	416	4-5	S
Almaș (SJ)	Aluviosol	46°94'	23°13'	323	8-10	S
Racâș (SJ)	Preluvosol	47°09'	23°29'	253	2-3	S-E
Șimișna (SJ)	Preluvosol	47°22'	23°61'	256	7-9	N-E
Bunești (CJ)	Preluvosol	46°21'	23°16'	209	6-8	N
Ileanda (SJ)	Aluviosol	46°45'	23°42'	225	2-3	S

\*SRST, 2012: Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor; SE = sud-est; V = vest; N = nord; E = est; NV = nord-vest; S = sud; CJ = județul Cluj; BN = județul Bistrita-Nasaud; MS = județul Mureș, SJ = județul Salaj.

### **Rezultate obținute**

Regimul termic al solurilor din Podișul Transilvaniei, rezultat din analiza datelor de temperatură a solului pentru intervalul 2008-2023, indică un regim de **tip mesic**, cu valori ale temperaturii medii anuale ale solului la 50 cm adâncime cuprinse între 8 și 15°C, iar diferențele dintre mediile temperaturilor de vară și de iarnă sunt mai mari de 6°C la adâncimea de 50 cm în sol.

O consecință a creșterii temperaturii medii zilnice este aceea că perioada de vegetație potențială va fi mai lungă. În același timp o temperatură ridicată duce la o accelerare a creșterii plantelor, iar aceasta în cele din urmă la o scurtare a ciclului de viață a culturilor și astfel durata perioadei de vegetație actuale este de asemenea scurtată. În astfel de circumstanțe este recomandabil să fie utilizate în cultură varietăți care au o perioadă mai lungă de creștere care au de obicei o productivitate mai ridicată decât varietățile cu perioadă de creștere mai scurtă. Această recomandare este aplicabilă atunci când amplitudinea oscilațiilor temperaturilor din vară sunt atenuate prin diverse măsuri (cum ar fi perdelele de protecție).

Creșterea constantă a temperaturilor medii anuale este demonstrată și de modelele climatice care arată că în România clima temperată va fi semnificativ modificată în următorii 50-100 de ani. În același timp se menționează că rata zilnică medie a precipitațiilor se va reduce cu circa 20% pre-

conizându-se că vor fi mai mari cantitativ pentru intervale scurte de timp și pe suprafețe reduse, fapt care poate să conducă la o creștere a frecvenței viiturilor, în special a celor de tip flash flood, la degradarea solului și a ecosistemelor, însă această predictibilitate a precipitațiilor variază mult de la o regiune la alta, în funcție de parametrii geografici.

Procesele biochimice și fiziologice ale plantelor sunt influențate direct de temperatura aerului care constituie și un factor limitativ pentru distribuția plantelor atât din punct de vedere geografic cât și din punct de vedere al evoluției în timp. Pentru calculul sumei gradelor biologic active (STBA) au fost luate în considerare perioadele cele mai lungi de vegetație, corespunzătoare soiurilor analizate, astfel: 290 de zile pentru grâul de toamnă (stația Almaș) și 320 zile restul stațiilor. Metoda de calcul a STBA, utilizată în acest studiu este:  $\Sigma TBA = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b$ , (cel mai des utilizată în studiile de specialitate), unde  $T_{max}$  este temperatura maximă zilnică a aerului,  $T_{min}$  este temperatura minimă zilnică a aerului, iar  $T_b$  este temperatura de bază sau temperatura la care se înregistrează activitate minimă biologică care este specifică fiecărei plante de cultură.

Pentru grâu, perioada de vegetație care a fost luată în considerare este de 290 și 320 de zile, începând cu data de 20 septembrie pentru semănat și de 6 iulie respectiv august pentru recoltare, perioadă de timp în care este necesar să se acumuleze o STBA de 800-2300°C. Pentru Podișul Someșan și Câmpia Transilvaniei, în literatura de specialitate, perioada optimă de semănat la grâul de toamnă este menționată ca fiind cuprinsă, după unii autori, între 25 septembrie – 5 octombrie pentru colinele din zona depresionară intramontană (Ion, 2010), iar după Bîlțeanu și Bîrnaure, 1989, perioada optimă de semănat este cuprinsă între 25 septembrie – 10 octombrie.

Perioada de semănat și acumularea de grade de temperatură biologic active sunt factori de care depinde starea plantelor la intrarea în iarnă și parcurgerea perioadei de criptovegetație în care procesele fiziologice se desfășoară cu o intensitate diferită în funcție de nivelul de temperatură. Astfel, până la intrarea în iarnă este necesar să se acumuleze circa 500°C, o valoare considerată cea mai apropiată de necesitățile plantelor pentru realizarea a 2-3 frați și 4-5 frunze pentru intrarea în iarnă, însă în literatura de specialitate limitele valorilor se situează între 400-600°C (Muntean și colab., 2014). Pe baza datelor înregistrate din perioada 2013-2023 temperaturile biologic active acumulate de la semănat până la 31 decembrie la stațiile analizate în Podișul Someșan au fost în medie cuprinse între 451-470°C, iar la stațiile din Câmpia Transilvaniei între 741-773°C, valori care asigură necesarul pentru realizarea stadiului de 2-3 frați considerat optim pentru

intrarea în iarnă, depășind limitele cerute de grâu, precizate în literatura de specialitate. Aceste condiții termice permit prelungirea perioadei de semănat cu 7 până la 10 zile, astfel încât plantele să nu devină sensibile la iernare și să se evite îmburuienarea de toamnă a culturilor.

Pentru perioada de vegetație a grâului din anii 2008/2013-2023 s-au obținut valori medii ale STBA cuprinse între 1712-1831°C în Podișul Someșan și 2907-3077°C în Câmpia Transilvaniei. Aceste valori sunt apropiate de necesarul de temperatură pentru cultura grâului menționate în literatura de specialitate.

Intervalul optim de umiditate pentru plante (IOUP, %) este reprezentat de intervalul cuprins între 60-90% din intervalul umidității active (IUA), interval în care dezvoltarea plantelor se desfășoară în mod corespunzător. Reprezentarea procentuală a intervalului optim de umiditate pentru plante la stațiile din Podișul Someșan pentru perioada 2013-2023, necesarul de apă a fost asigurat într-un interval optim de de 47,67% pentru grâu. Se constată o creștere a fenomenelor extreme de climă, reprezentate de perioade prelungite de secetă corelate cu cantități reduse de precipitații, fenomene care conduc la reducerea capacității solurilor de a asigura în mod constant optimul de umiditate pentru plante. O atenție deosebită trebuie să fie acordată în situația în care deficitul de apă din sol este asociat cu perioadele de secetă în perioadele critice cu cerințe maxime față de umiditate și temperatură care influențează negativ procesele fiziologice din plante conducând la scăderi ale productivității acestora. În acest sens este necesară aplicarea unor tehnologii agricole care să conducă la menținerea apei în sol, precum și irigarea culturilor, în fazele critice, pentru asigurarea unui potențial optim de producție al culturilor.

## Concluzii

Pornind de la particularitățile geomorfologice ale zonei se disting cel puțin patru situații priviind agrotehnica diferențiată în zona colinară a Podișului Transilvaniei:

- ✓ agrotehnica antierozională pe versanții sudici și vestici puternic înclinați, cu eroziune foarte avansată, cu deficit pronunțat de apă vara și toamna, cu orizont arabil scurt și colmatări anuale la baza versanților;
- ✓ agrotehnica specifică pentru solurile acide, pe terenurile situate pe pante nordice, umbrite și reci;
- ✓ agrotehnica pentru eliminarea excesului de umiditate pe solurile pseudogleizate situate pe terenurile slab înclinate sau pante concave;
- ✓ agrotehnica specifică solurilor aluviale din luncile înguste ale văilor.

Particularitățile terenurilor în pantă din zona colinară a Podișului Transilvaniei legate de relief, climă, solul și însușirile acestuia condiționează și impun ca prin lucrările solului să se asigure:

- ✓ condițiile de dezvoltare a plantelor de cultură,
- ✓ capacitatea solului de a îmagazina mari cantități de apă și a evita astfel scurgerile de suprafață și adâncime,
- ✓ reducerea numărului de lucrări pentru a evita evaporarea apei, degradarea structurii și eroziunea solului,
- ✓ afânare, prin întoarcerea brazdei sau fără răsturnare, limitată la orizontul bioacumulativ și afânarea fără întoarcere a orizontului Bt,
- ✓ să evite lăsarea dezgolită și afânată a terenului pe perioadele critice din punct de vedere al eroziunii pluviale și la topirea zăpezilor.

Măsurile recomandate în urma cercetărilor efectuate sunt cele prin care să se limiteze și contracareze efectele perioadelor de secetă, putând fi adaptate în funcție de particularitățile zonei geografice și a condițiilor pedoclimatice unde se impune aplicarea acestor măsuri.

Astfel de măsuri se referă la:

- ✓ utilizarea unui material biologic care prezintă rezistență la stresul hidric și termic;
- ✓ utilizarea măsurilor agrotehnice favorabile acumulării, conservării și valorificării eficiente a apei provenite din precipitații;
- ✓ utilizarea unui sistem de agricultură conservativă bazat pe protejarea solului și evitarea deșertificării;
- ✓ identificarea zonelor vulnerabile la schimbările climatice și utilizarea de material biologic care să prezinte caracteristici biologice și cerințe pedoclimatice specifice noilor tendințe climatice ale zonelor vulnerabile la riscurile climatice.

### **Bibliografie**

1. Bîlteanu, G., V. Bîrnaure, 1989. Fitotehnie. Editura Ceres, București.
2. Guș, P., N. Cordoș, I. Mihaiu, T. Rusu, I. Ivan, 2003. Rapița - Tehnologie de cultivare, aliment și combustibil. Editura Risoprint Cluj-Napoca.
3. Ion, V., 2010. Fitotehnie. <http://www.horticultura-bucuresti.ro>.
4. Muntean, L.S, S. Cernea, G. Morar, M.M. Duda, D.I. Vârban, S. Muntean, C. Moldovan, 2014. Fitotehnie. Editura Risoprint Cluj-Napoca.
5. Rusu, T., 2023. Raportul anual 2023 privind starea de calitate a solului la nivelul județului Cluj. Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice Cluj. <https://ospacluj.ro>.
6. Rusu, T., I. Bogdan, A.I. Pop, 2012. Îndrumător de lucrări practice la Agrotehnică. Editura Grinta Cluj-Napoca.

7. Rusu, T., 2001. Cercetări privind influența lucrărilor minime asupra solului, recoltei și profitului. Teză de doctorat, USAMV Cluj-Napoca.

**Acknowledgements:** Această cercetare a fost finanțată de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, Proiectul ADER nr. 123/2023: Conservarea resurselor de sol prin utilizarea componentelor tehnologice de agricultură regenerativă în scopul obținerii unor recolte economice și durabile de cereale păioase în Podișul Transilvaniei.

## АГРОСИНЕРГЕТИКА КАК ОСНОВА СИСТЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

*Андрей Николаевич Литовченко, директор, канд. экон. наук*

*ГП «МНТЦ «АГРОБИОТЕХ» НАН и МОН Украины, ,*

*<https://orcid.org/0000-0001-6818-756X>*

*Людмила Алексеевна Белявская, зав. отделом общей и почвенной микробиологии ИМВ им. Д.К. Заболотного НАН Украины,*

*д-р биол. наук, <https://orcid.org/0000-0002-8785-4361>*

*Анна Геннадьевна Болтенкова, Зам. директора по инновационной и инвестиционной деятельности ООО "ИК БИОИНВЕСТ-АГРО",*

*магистр внешней политики*

**Аннотация.** Проведены исследования и разработана методика системных алгоритмов для восстановления плодородия почв в условиях глобальных изменений климата. Предложено практическое решение для производителей продукции растениеводства в виде последовательной программы действий для интеграции энергосберегающих технологий обработки почв, в сочетании с биологизированной системой управления питанием и защитой растений, с целью снижения затрат и рисков, активации природного биозащитного экрана и повышения доступности питания в современном растениеводстве.

**Ключевые слова:** агросинергетика, энергосберегающие системы, рентабельность, здоровье почвы, микробиота, Агробактериум®

**Abstract:** Research has been carried out and a methodology of system algorithms for soil fertility restoration has been developed under global climate change. A practical solution is proposed for crop producers in the form of a consistent programme of actions for the integration of energy-saving soil tillage technologies, combined with a biological system of nutrition management and plant protection, in order to reduce costs and risks,

activate the natural biosecurity screen and increase the availability of nutrition in modern crop production.

**Keywords:** agrosynergy, energy-efficient systems, profitability, soil health, microbiota, Agrobacterium®

На разных континентах и во многих странах мира ученые, технологи и практики изучают, исследуют и разрабатывают системные подходы по противодействию глобальным изменениям климата. Поиск путей для интеграции энергосберегающих технологий (No-till, Stip-till, Mini-till) с одновременным восстановлением биологического потенциала почвы, воспроизведением его, как живой биодинамической суперсистемы, которая постоянно развивается, совершенствуется, самовосстанавливается, приобретает новые технологические черты. Только живая биосфера способна адаптироваться и противостоять глобальным изменениям климата, которые надвигаются на нас с неотвратимой силой.

По недавним данным NASA, Восточноевропейская часть континента находится среди лидеров погодных аномалий в мире (рис.1). А динамика повышения среднегодовых температур за последние десятилетия (рис.2) приобретает угрожающие показатели. По комплексному показателю ГТК – гидротермическому коэффициенту Селянинова (рис.3) [2,10], более половины сельскохозяйственных угодий в Украине во время вегетации, а именно с апреля по октябрь, имеют коэффициент ниже «1,0», что по гидротермическим условиям оценивается как засушливая территория.

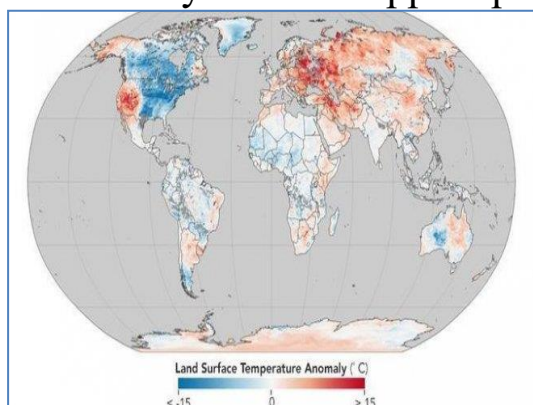


Рис. 1. Погодные аномалии в мире (данные NASA)<sup>1</sup>

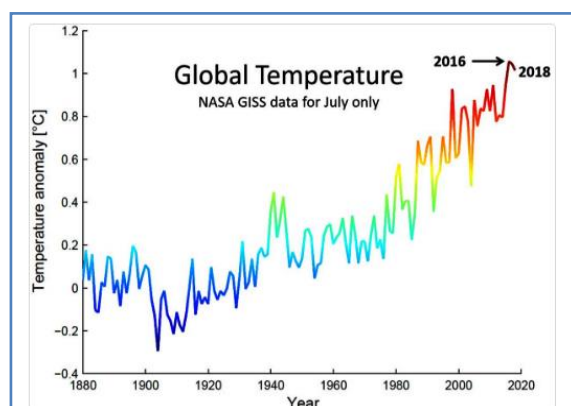


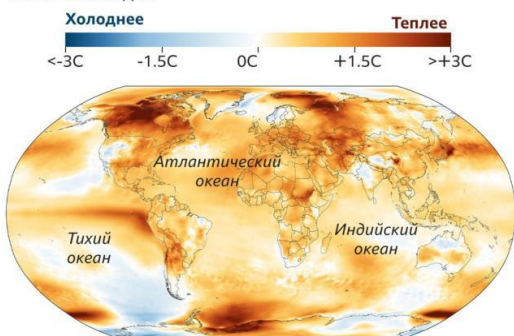
Рис. 2. Динамика повышения среднегодовых температур в мире (данные NASA)

<sup>1</sup> Карта температурной аномалии базируется на данных ультразвуковой спектроградиометрии изображения на космическом аппарате NASA. Он показывает температуру поверхности земли с 26 декабря 2017 года по 2 января 2018 года, по сравнению со средним показателем 2001 – 2010 годов за тот же восьмидневный период. <https://go.nasa.gov/2EYjFKn>



### В большинстве стран мира будет намного жарче, чем обычно

Средняя температура приземного слоя воздуха в 2023 году по сравнению со средней температурой 1991-2020 годов



Источник: ERA5, C3S/ECMWF

ВВС

[11]

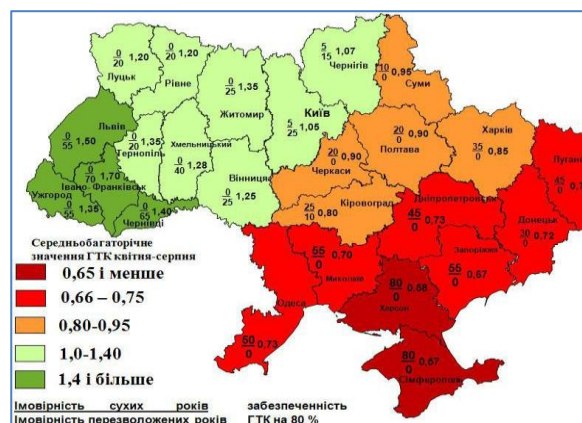


Рис. 3. Показатели

гидротермического коэффициента (ГТК) по Селянинову (данные А.А. Корнус, Д. В. Линок)

Если принять во внимание еще и тенденцию распространения деградационных процессов земель сельскохозяйственного назначения, то есть все основания для объявления большинства регионов Украины такими, которые могут быть отнесены к рискованному земледелию.

Группа авторов в пособии «Биосфера и агротехнологии: инженерные решения» (Кравчук В., 2015 г.) [7] утверждают, что «на всей территории Украины распространены процессы деградации земель, среди которых наиболее масштабными являются эрозия (57,5% территории), загрязнение (20%), подтопление (около 12%), постоянного уменьшения содержания питательных веществ в почвах, только ежегодная потеря гумуса составляет 0,65 тонн на 1 гектар. По последним статистическим данным, внесение органических удобрений в Украине во времена независимости уменьшилось в 15-20 раз и составляет в среднем около 0,5 тонн на 1 гектар. То есть постепенно происходит превращение славных украинских черноземов в минеральные конгломераты. Более ста лет назад великий ученый-почвовед В.В. Докучаев отмечал, что «при сохранении в агрохимии и земледелии существующих на сегодняшний день точек зрения на проблему корневого питания растений, перспектива превращения почвы из «живого тела» в «субстрат» неизбежна».

Деградационные процессы в почве приводят к его переуплотнению, снижению водопоглощающей и водоудерживающей способности. Величина плотности почвы зависит от типа, механического состава, строения и структуры почвы, от органического вещества и характера растительности. Она меняется в разное время года, при разных погодно-климатических факторах. Особую динамику колебаний

плотность почвы имеет в верхних слоях. Там проходят наиболее активные микробиологические процессы, где сосредоточено более 90% аэробной микробиоты.

В этой статье попытаемся проанализировать результаты исследований за последние годы и оценить эффективность биологической системы управления питанием и защитой растений при стратегическом плановом запуске биологической активности почвы и ключевые технологические решения для успешной интеграции энергосберегающих систем в растениеводстве.

Необходимо четко распределять факторы воздействия при определении доходности в растениеводстве. Современное растениеводство имеет три основные экономические составляющие – постоянные затраты (аренда земли, амортизация основных средств, заработная плата и т.п.), переменные расходы, которые изменяются в зависимости от стратегии севооборотов, погодно-климатических факторов, рыночных цен на ГСМ, удобрения, средства защиты растений, а также бесплатный ресурс плодородия почв, который напрямую балансирует с уровнем переменных издержек, снижая затраты и риски современного аграрного производства (рис.4).

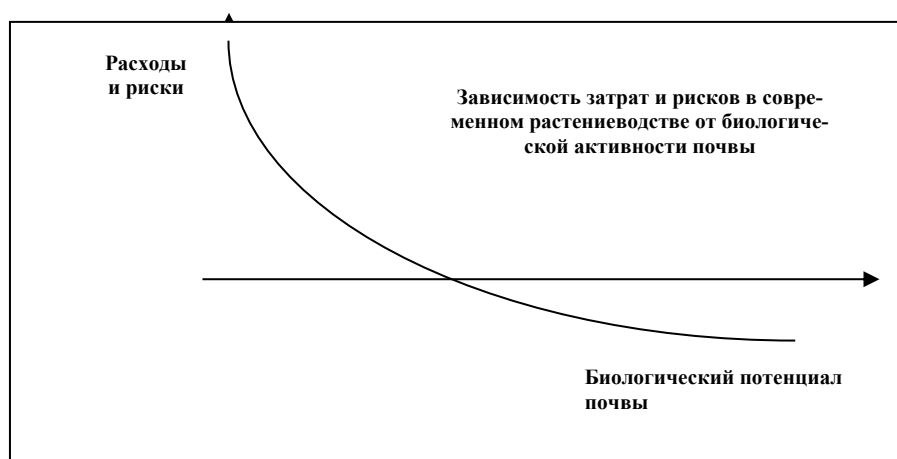


Рис. 4. Зависимость между затратами и рисками и биологическим потенциалом почвы в современном растениеводстве.

Директор Национального научного центра "Институт аграрной экономики" НААН Украины академик Лупенко Ю.А. отмечает, что уровень рентабельности операционной деятельности предприятий сельского хозяйства с 2018 года имеет стабильное снижение. За 2023-2024 годы рентабельными в Украине остаются всего несколько культур (соя, подсолнечник и сахарная свекла), все остальные имеют нулевую или отрицательную рентабельность.

При проведении аналитических исследований нами были определены основные факторы влияния на уровень рентабельности в растениеводстве. Исключением стали негативные показатели, спровоцированные войной (сверхвысокая стоимость логистики и, соответственно, минимальные цены на сельскохозяйственную продукцию). Таким образом мы выделили несколько нижеприведенных групп факторов:

1. Факторы, на которые мы не можем оказывать влияние. Глобальные погодноклиматические изменения: повышение интенсивности солнечной инсоляции и среднегодовых температур, уменьшение количества осадков и длительные засушливые периоды.

2. Факторы, которыми мы можем управлять. Это выбранный севооборот, техника и технологии обработки почвы, программа питания и защиты растений, стратегия борьбы с сорняками, выбор сортов и гибридов полевых культур, видов удобрений и пестицидов, технология посева – ширина междурядий и глубина закладки семян и т.д.

3. Факторы, которые мы самостоятельно формируем. Среди которых, уплотнение и деградация почвы, уменьшение интенсивности инфильтрации влаги, ограничение доступности кислорода к верхним слоям почвы, нарушение водородного показателя, соотношение основ и катионного обмена почвы, уменьшение микробиологического разнообразия и в первую очередь полезной микробиоты и т.п.

В наших исследованиях главным объектом внимания была выбрана стратегия системного восстановления здоровья почвы и ее плодородия, которая формирует нижеприведенные положительные изменения.

В условиях повышения плодородия почвы эффективнее начинает работать почвенно-поглощающий комплекс по усвоению минеральных удобрений, становится выше его инфильтрационная, влагопоглощающая и влагонакопительная способность, лучше доступность воздуха для полезных аэробных микроорганизмов и корней растений, выше биологическая активность ризосферы, лучше противодействие биозащитного экрана развитию и развитию патогенных микроорганизмов и вредителей.

В начале XXI века в статье «Здоровье и устойчивость почв: управление биотическим компонентом качества почвы» (J. W. Doran, August 2000) [9] Джон В. Доран из Университета штата Небраска и Майкл Р. Зейс (ФАО) ввели понятие здоровья почвы - "ее способность функционировать живой системой, поддерживая жизнедеятельность растений и животных, способствовать сохранению и улучшению качества воды и воздуха, а также здоровья животных и расте-

ний в рамках экосистемы". Необходимо ее рассматривать, как целостный комплекс наземных экосистем, где ключевой является функция экологической устойчивости и самовосстановления, которая реализуется за счет следующих составляющих:

а) оптимально сбалансированного и адаптированного по экологическим ресурсам биологического разнообразия биоценоза;

б) способности к самоочищению почвы от загрязняющих веществ – их биотрансформация, или деградация, или сорбция почвенно-поглощающим комплексом;

в) супрессии (угнетении) микробами-антагонистами вредной микробиоты – фитопатогенной и санитарно-показательной.

Следовательно, здоровая почва, во взаимодействии с полезной микробиотой, сама способна противостоять появлению новых болезней, активно деструктировать остатки пестицидов и тяжелых металлов, балансировать численность вредителей и патогенов, обеспечивать основную потребность растений в элементах питания – от фиксации азота из воздуха до мобилизации труднодоступных макро- и микроэлементов из почвы. Блокировка или ограничение этих функций требует от агропроизводителя их компенсации и увеличения расходов на защиту и питание растений.

Таким образом, главной целью успешного устойчивого развития растениеводства является создание условий для системного управляемого восстановления плодородия почв, их биологического потенциала. Отсутствие отечественной методологии проектирования комплексных подходов и систем в растениеводстве определило потребность обращения к мировому опыту. Но зарубежные решения с применением энергосберегающих технологий возделывания почвы, с целью восстановления потенциала природного плодородия, построенные с учетом региональных почвенно-климатических особенностей, не могут копироваться, а следовательно, и переноситься в полном объеме на другую модель и быть успешными в других условиях. Поэтому на постсоветском пространстве в разной степени приобрела успех лишь продажа их элементной базы: техники, удобрений, СЗР, семян, биопрепаратов и другого входного ресурса.

Отсутствие перспектив и прорывных решений на фоне обмана надежд подталкивает производителей на возврат к вспашке, где они не редко получают временный положительный эффект, характеризующийся несколькими факторами. Деструктурированный и переуплотненный при начальном No(Mini)-Till верхний слой почвы ротиру-

ется на более структурированный из глубины. При этом происходит насыщение почвы кислородом, перемещение накопленных труднодоступных минералов (особенно фосфора) из зоны внесения при посеве - в зону роста движущихся по влаге корней, усиление минерализации лабильного гумуса в элементы питания. Очевидно, что эти факторы временные и затухающие, они блокируют механизм восстановления природного плодородия и влагонакопления, а это снова возвращает систему к исходной точке.

Биологическая программа снижения затрат и рисков в растениеводстве Агробактериум® [12,13,14] базируется на сущности понятия синергетики – обязательной базисной составляющей повышения рентабельности производства растениеводческой продукции в современных условиях. Системный подход, основанный на принципах синергетики в аграрном секторе, малоизвестен и пока не используется, но с успехом применяется в других прорывных направлениях и проектах. Синергетика – это определенным образом спроектированная система, части которой вступают в резонанс и взаимно усиливают друг друга, порождая при этом дополнительные свойства и возможности, не присущие отдельным частям вне системы. Полученный положительный эффект не требует значительных материальных затрат, но должен быть компенсирован интеллектуальными затратами (основной принцип инновационного развития). Агросинергетика [5] способна малыми возмущениями, резонирующими с природно-климатической суперсистемой и структурной базой растениеводства, получать положительный результат, нелинейно связанный с уровнем затрат.

Реальный прорыв в земледелии возможен только тогда, когда все взаимосвязанные и взаимодополненные части системы формируют целевую одновекторность. Современные рекомендации аграрной науки и практики позиционируются и локализуются в отдельных четко разделенных частях системы (техника и технология, питание и защита, семеноводство и селекция, почвоведение и микробиология, организационно управленческие модели, опыт передовых хозяйств и т.п.). Но отдельные части не несут в себе закономерности, свойства и возможности, реализующие плановую конечную цель, это характерно только для их системных связей в определенной конфигурации, взаимодействии и информационном ритме. В этом причина того, что принципиально невозможно достичь желаемых показателей пропорциональным финансовым, материальным и трудовым затратам, многое не реализуется, теряется или дает отрицательный результат, не-

смотря на наличие высококвалифицированных специалистов и четкость решений в отдельных элементах системы.

Поэтому, можно сделать вывод, что только живая биодинамическая модель с малозатратной биологизированной системой питания и защиты, которая находится в резонансе с природно-климатической суперсистемой, позволяет выйти из зоны случайности, а соответственно и рисков. Благодаря синергетическому эффекту взаимодействия технологических элементов системы и максимальной реализации природного потенциала биосферы, есть возможность управляемого планирования результатом с уровнем рентабельности 50-80% в первые годы, с последующим наращиванием этого показателя до 100-150% и более. Такая программа должна базироваться на следующих инновационных составляющих за счет:

1.Повышения коэффициента поглощения минеральных удобрений с реальных 20-30% до 75-90% за счет комплексного подхода по активации почвенной микробиоты, ускорению синтеза микробиологических метаболитов и ферментов в продукцию растениеводства.

2.Оптимизации (уменьшения) применения химических средств защиты за счет активации природного биозащитного экрана, использования природных биополимеров, биостимуляторов, ферментов, аминокислот; усиления иммунитета и продуцирования растением биозащитных веществ; раскрытия симбиотического потенциала ризосферы и микоризы; снятия пестицидного стресса и разблокирования нарушенного болезнями и вредителями метаболизма клеток; увеличения общей динамики роста и развития культурных растений и угнетения сорняков.

3.Активного влияния современными биостимуляторами на ключевые фазы роста и развития растений, закладки и формирования урожая, что заставляет культуры осуществлять целевую самомобилизацию системы за счет трансформации зон стресса в зоны комфорта.

4.Уменьшения в несколько раз инвестиционной и амортизационной нагрузки технического парка за счет оптимизации основных технологических процессов (внедрения влагоаккумулирующей и биоактивирующей вертикальной обработки почвы, малообъемного ресурсосберегающего питания и защиты растений, сокращение сроков и потерь при уборке, количества комбайнов с жатками очищающего типа и т.п.).

5.Повышения производительности труда в организационно-управленческой модели: за счет системно-формализованного (от процессов до процедур) логистического подхода к управлению ростом и развитием с/х культур, минимизации влияния природно-климатических факторов.

Эта программа базируется на последовательных шагах применения недорогих и доступных биотехнологических элементов, которые являются составной частью биологической системы питания и защиты Агробактериум®, от работы с почвой, пожнивными остатками, инокуляции семян, минимизации негативного влияния химических веществ и минеральных удобрений, с формированием положительного влияния на весь агроценоз для максимальной реализации потенциала растений. Наиболее эффективными агромероприятиями для изменения микробиологического баланса в ризосфере растений является инокуляция семян и заселение полезной микробиотой пожнивных остатков, с последующим их перемешиванием с почвой в аэробном слое до 15-18 см.

Получение продуктивного и качественного урожая в современном растениеводстве возможно только при гармонизации потенциальных мер по возрождению плодородия почв, с дополнением их элементами управления основными процессами развития и формирования урожая, максимально деблокирующими негативное влияние биотических и абиотических стрессов на конечный результат. Основные рычаги влияния при стратегическом планировании развития растениеводства должны быть дополнены мерами по возрождению биологического потенциала почвы, восстановлению его биоразнообразия, как основы для формирования устойчивой, высокопроизводительной и успешной отрасли промышленности, которая может стать локомотивом преобразований на пути в Европейскую Украину.

#### **Список литературы:**

1. Инновационные экологобезопасные технологии растениеводства в условиях военного положения // *Материалы II Всеукраинской научно-практической конференции* // г.Киев, 31 августа 2023 г. 202 с.
2. *Майданович Н., Сайдак Р., Книш В.* // Сравнительный анализ частоты засушливых явлений на юге Украины по показателям SPI и ГТК // *Технико-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины*. 2022 г., № 31(45), С. 137-143.
3. Шиян Д., Лялина Н., Гончарова К. // Влияние уровня интенсивности производства на формирование эффективной структуры затрат в растениеводстве // *Экономика АПК* / под ред. Д. В. Шиян. 2020 г., № 6, С. 27-35.
4. Лупенко Ю., Патыка Н. // Роль инноваций в обеспечении конкурентоспособности Украины на мировых рынках сельскохозяйственной продукции // *Агромир*. 2019 г., № 11, С. 16-23.
5. Павлишин Н., Белявская Л., Гусар В., Литовченко А. // Пути противодействия деструктивным процессам деградации земель сельскохозяйственного назначения // *Технико-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины*.

- Сборник научных трудов УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, Исследовательское.* 2019 г., Вып. 25(39), С. 143-150.
6. Литовченко А., Павлишин Н., Гусар В. // Стратегии и инструменты формирования инвестиционной привлекательности украинских черноземов // *Технико-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины. Сборник научных трудов УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, Исследовательское.* 2018 г., Вып. 22(36), С. 141-150.
  7. Кравчук В., Кушнарев А., Таргоня В., Павлишин Н., Гусар В. // Биосфера и агротехнологии: инженерные решения. // *Учебное пособие, Министерство аграрной политики и продовольствия Украины; УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого - Исследовательское* / под ред. В. Кравчука. 2015 г. - 239 с.
  8. Полевой А., Божко Л., Вольвач А. // Основы агрометеорологии // *Учебник, Одесский государственный экологический университет: Издательство ТЭС.* 2012 г. - 250 с.
  9. John W. Doran, Michael R. Zeiss (August 2000). // Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. // *Applied Soil Ecology.* Volume 15, Issue 1, P. 3-11.
  10. Селянинов Г. // Происхождение и динамика засух // *Засухи СРСР. Их происхождение, повторяемость и влияние на урожай* / под ред. А. Руженко, Л. Гидрометеиздат, 1958 г., С. 5-30.
  11. <https://www.bbc.com/russian/articles/c8v28mdjn2yo>
  12. <https://agrotimes.ua/article/tehnologiyi-zemlerobstva-chy-biotehnologiyi-zemlerobstva/>
  13. <https://agrotimes.ua/article/systemoutvoryuvalni-innovacziyi/>  
<https://agroportal.ua/news/finansy/nazvano-cogorichni-tochki-bezzbitkovosti-ukrajinskoji-agroprodukciji>

УДК 633.1:631.527:633/635

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

*Димитрий Егоров, доктор с.-х. наук, ст. научн. сотр.*

*Наталия Егорова, канд. экон. наук, ст. научн. сотр.*

*Лиана Релина, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.*

*Марина Капустян, канд с.-х. н., Марина Бордун, мл. научн сотр.*

Институт растениеводства имени В.Я.Юрьева НААН Украины

e-mail: [yuriev1908marketing@gmail.com](mailto:yuriev1908marketing@gmail.com)

Семена являются инновационной основой зернопродуктового комплекса страны.

Институт растениеводства имени В. Я. Юрьева НААН – один из крупнейших оригинаторов, создателей конкурентных селекционных инноваций, успешно реализующих весь свой генетический потенциал.



Изучены и обгрунтованы основные проблемы функционирования регионального рынка семян, основные аспекты межрегионального трансфера селекционно - растениеводческих инноваций, синергичные взаимоотношения науки и производства, с целью определения более ускоренного инновационного развития сельхозпредприятий страны.

**Ключевые слова:** селекционно-растениеводческие инновации, трансфер, отрасль семеноводства, межрегиональные отношения, зерновая продукция.

К сожалению оригинатор–создатель селекционных инноваций сталкивается с большим количеством конкурентов, сменой требований потребителей–производителей семенной продукции, изменениями условий функционирования рынка, более современными трендами, обновлением и ускорением стандартов на качественные показатели. Для повышения уровня эффективности своего труда необходимо постоянно развиваться и быстро адаптироваться к условиям современной рыночной среды.

Особенно усложнилось положение в аграрной сфере нашей страны в условиях широкомасштабной агрессии РФ, а значит в условиях боевых действий, аграрный сектор стал другим фронтом борьбы нашего народа за продовольственную и финансовую независимость, что привело к изменениям регулирования в этой отрасли [1-3].

Теперь производство зерновой продукции возможно только на основе всевозрастающей культуры земледелия и своевременного сортообновления. В данный момент наблюдается уменьшение численности товаропроизводителей продукции зерновых колосовых культур, что связано как с ощутимым ростом производственных затрат на ее возделывание, так и неотрегулированной ценовой и кредитной ситуацией на рынке (не возможности своевременной компенсации этих затрат со стороны государственных органов).

Также в этих сложных условиях остаются нерешенными множество вопросов, связанных как с повышением конкуренции отечественных сортов и гибридов, так и улучшением экономического положения производителей, потребителей зерновой продукции. Переход к рыночным условиям на данном этапе вынуждает производителей зерновой продукции квалифицировано оценивать конъюнктуру семеноводческого и зернового рынков, чтобы своевременно ориентироваться на более эффективное использование производственных, кадровых и финансовых ресурсов.

Этапы развития семеноводческой отрасли изучали ученые М. В. Зубец, В. П. Сытник, М. М. Гаврилюк, В. В. Волкодав, Г. В. Гуляев, Б. О. Весна, В. В. Амбросов, Л. М. Худолий, В. В. Кириченко, Л. В. Бондаренко, И. П. Пазий, Н. Л. Рыльська [4–8]. Они подчеркивают важность определения научно обоснованных объемов производства базовых (питомники размножения), базовых (суперэлита и элита) и сертифицированных (I и II генерация) семян. То есть количество производства семян соответствующей генерации нужно определять на основе посевных площадей товарного зерна, с учетом нормы высева и выхода кондиционных семян с 1 га.

К сожалению это усложняется из-за колебания объемов производства семян той или иной сельхозкультуры (влияние рыночных цен на товарную продукцию), когда с одной стороны наблюдается дефицит в качественных семенах, а с другой, перепроизводство, что уменьшает прибыль производителей семеноводческой и зерновой продукции.

Приоритетное место в производстве семян высоких генераций зерновых колосовых культур принадлежит Институту растениеводства имени В. Я. Юрьева НААН (ИР имени В. Я. Юрьева) – одному из главных оригинаторов селекционных инноваций в растениеводстве страны. В процессе реализации выведенных сортов и гибридов, иногда возникают противоречия между потребителями, заинтересованными купить более качественные семена по низкой цене, и производителями, желающими получить прибыль от реализации интеллектуальной собственности, с учетом дальнейшего развития базы-основы создания новых, более конкурентных селекционных инноваций. Все же между этими участниками рынка всегда находится место консенсусу и обоюдно выгодному решению.

Важным условием для повышения эффективности внедрения селекционных инноваций на дальнейшее должно быть проведение постоянного мониторинга трансфера семенной и зерновой продукции, качественных показателей семян, изучение сильных и слабых сторон конкурентов. Это поможет оригинатору, при создании селекционных инноваций, иметь представление о превосходстве, конкуренции будущих сортообразцов и улучшит качество зерновой продукции на рынке.

Исследования Ю. В. Лавровой и М. И. Копытко указывают, что конечный результат инновационной деятельности используется в практической деятельности и имеет превосходство в обществе, если он представлен новым или усовершенствованным продуктом или технологическим процессом, наделенным качественными преимуществами при использовании, проектировании, производстве, продаже [9-10].

Нами изучены объемы внедрения селекционно - семеноводческих инноваций ИП имени В. Я. Юрьева НААН по поколениям за 2012-2023 гг. Результаты исследований указывают, что средний уровень продажи семян селекционных инноваций озимых культур равен 66% от произведенных семян. За период 2012-2017 гг. в сравнении с 2018-2023 гг. количество произведенных и реализованных семян ощутимо уменьшились. За 2012-2023 гг. наибольший спрос у потребителей был на базовые семена (суперэлита до 65%, элита до 80%).

В общем количестве реализованных семян озимых культур наиболее высоким был уровень реализации семян ржи озимой, который увеличился на 30%.

Такая ситуация возникла из-за существенного колебания реализационных цен, спроса и предложения на рынке. Также, в условиях боевых действий на территории страны, существенно уменьшилась платежная возможность сельхозпроизводителей аграрного сектора экономики. Создается ситуация, когда производитель зерновой продукции вынужден засеять площади менее качественными, дешевыми семенами, не говоря уже про своевременность сортообновления, соблюдения всех этапов технологического процесса выращивания зерновой продукции, а также возможности создания условий для более полного использования генетического потенциала селекционной инновации.

Аналогичный анализ объемов реализации селекционно - семеноводческих инноваций

проведен и по ярым зерновым колосовым культурам. Установлено, что за последние 11 лет количество реализованных семян колеблется от 27 до 50%. В среднем за 2018-2023 гг. в сравнении с 2012-2017 гг. существенно выросли объемы производства и реализации ярого ячменя (на 360-130 тонн соответственно).

Поэтому в этот период доля реализации семян ярого ячменя в общем количестве реализованных семян ярых зерновых культур составляет 50%, ярого тритикале – 41%, а ярой пшеницы – 27%. Снижение реализованных семян пшеницы ярой объяснимо уменьшением спроса, что привело к уменьшению объема производства семян этой культуры на 70 тонн.

Изучение эффективности внедрения в производство селекционных инноваций бобовых и крупяных культур в ИП имени В. Я. Юрьева НААН указывает, что за последние шесть лет в сравнении с периодом за 2012-2017 гг. возрос спрос на семена гороха и проса (в среднем реализовано до 72% семян этих культур).

К сожалению, с каждым годом все сложнее проводить процесс внедрения селекционных инноваций в производство, отслеживать своевременное сортообновление в масштабных объемах растениеводства. Это кропотливый и постепенный процесс, который требует детального планирования, организации и контроля. Важными аспектами при определении основных целей должны быть ориентиры на внедрение селекционных инноваций, с учетом региональных особенностей, повышением генетического потенциала нового сорта или гибрида, снижением затрат на их производство и себестоимости в целом, развитием агропредприятия, усовершенствованием методов управления и технологии производства, повышением конкуренции селекционных инноваций, систем продаж и т.д.

Таким образом, при определении эффективности внедрения семян селекционных инноваций зерновых культур, необходимо учитывать их направленность в разных сферах деятельности агропредприятия, обращая внимание на его региональные особенности. То есть количество произведенных семян на реализацию должно быть ориентированным на спрос покупателя соответственно его хозяйственной деятельности по конкретной сельхозкультуре, при одновременном поиске новых рынков продаж, разработке и быстрому внедрению новых стратегий маркетинга. Все это даст позитивный результат от начальной идеи до осуществления процесса внедрения ее в жизнь, повысит эффективность деятельности агропредприятия на всех этапах создания и внедрения конкурентного научно- селекционного продукта.

### Список литературы

1. Зміни правового регулювання аграрного сектору в умовах воєнного стану. Від 15.03.2022. URL: <https://eba.com.ua/zminy-pravovogo-regulyvannya-agrarnogo-sektoru-v-umovah-voyennogo-stanu/> (дата звернення 08.02.2024).
2. Департамент агропромислового розвитку Харківської обласної державної адміністрації. Офіційний сайт. URL: <http://agrodep.kh.gov.ua> (дата звернення 06.02.2024).
3. Аграрії Харківщини завершують посівну кампанію 2022 року. Новини Харківської обласної військової адміністрації від 8.06.2022 р. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/news/116038> (дата звернення 06.02.2024).
4. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. Київ: Логос, 2004. 776 с.
5. Сучасний стан та перспективи розвитку насінництва в Україні: матеріали Всеукраїнської науково – практичної конференції, присвяченої 125-річчю від дня народження академіка В.Я.Юр'єва. (ІР ім. В.Я.Юр'єва УААН, м. Харків, 19-20 жовт. 2004 р.). Харків, 2004. 124 с.

6. Пазій І.П., Бабарика Г.М., Єгорова Н.Ю. Деякі основні проблеми функціонування ринку насіння зернових колосових культур та тенденції його виробництва. *Селекція і насінництво*: міжвід. темат. наук. зб. Харків: ІР ім. В.Я.Юр'єва УААН, 2002. Вип. 86. С. 215–226.
7. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / М. В. Зубець, В. П. Ситник, М. Д. Безуглий та ін. – К.: Міністерство аграрної політики України; УААН, 2008. 47 с.
8. Кириченко В.В., Тимчук В.М. Інформаційно – маркетинговий супровід селекції у рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 9. С. 52–55.
9. Лаврова Ю.В. Економіка підприємства та маркетинг: конспект лекцій. Харків: ХНАДУ, 2012. 133 с.
10. Копитко М. І. Управління інноваціями: навч. посіб. Львів: ЛьвДУВС, 2019. 292 с.

CZU:633.88:632.9

## ESTIMAREA PRODUCȚIEI DE SEMINȚE DE ARMURARIU RA- PORTATĂ LA DENSITĂȚILE DE SEMĂNAT ȘI CONDIȚIILE CLIMATICE

*Diaciuc Natalia, cercetătoare științifică, Meleca Anatolie, doctor în științe agronomice, Criucicov Oleg, cercetător științific, IP „CNCPS”*

**Rezumat:** Atât în țara noastră cât și pe tot mapamondul, plantele medicinale în prezent au dezvoltat un deosebit interes. Industria de medicamente propune tot mai multe produse naturiste, deci crește și cererea de materie primă.

Armurariul este o plantă medicinală cu puternice însușiri curative, pe care le dispune întru tratarea bolilor ficatului. Fructele acestei plante au un conținut bogat de flavonoide, rolul premordial îi revine silimarinei.

În lucrarea dată, sunt prezentate rezultatele unui studiu privind influența factorilor tehnologici, și anume, densitatea de semănat în contextul schimbărilor climatice din ultimii ani asupra producției agricole a culturii de armurariu pentru zona de Centrul a Moldovei.

**Cuvinte cheie:** Armurariu, silimarină, densitatea de semănat, condițiilor agro-climatice, rezerva de umiditate.

### Introducere

Obținerea producției profitabile, durabile și de calitate este scopul esențial la cultivarea oricărei culturi. Pentru un rezultat la nivelul așteptat este necesar de a aplica și ține cont de unele elemente tehnologice, precum și de condițiile climatice, care în ultima perioadă sunt cam provoca toare. Întrucât între acești doi factori există o strânsă concordanța, să decis exa-

minarea dintre o verigă tehnologică, și anume, densitatea de semănat și mediu asupra producției de semințe de armurariu.

Armurariul (*Silybum marianum* L.) este o planta medicinală cu un potențial mare ce poate aduce fermierilor profit. Însă riscurile legate de schimbările climatice din ultimii ani, cu impact asupra producției agricole, ne obligă de a revizui din propria practică unele momente și de a elabora și îmbunătăți tehnologia de cultivare pentru zona de Centrul a Moldovei. Totodată, prin optimizarea tehnologiei de cultivare în obținerea producții durabile de semințe se ia în calcul calitatea și reducerea costurilor de producere a materialului semincer cât și a materiei prime.

În domeniul farmaceutic, această plantă este cunoscută ca sursă de silimarină, o substanță flavonoidă cu proprietăți regenerative și hepatoprotectoare. Silimarina, descoperită în anul 1938, se regăsește în semințele măcinate de armurariu dar și în frunze.

Cu toate că este o plantă originara din Sudul Europei, s-a acomodat condițiilor agro-climatice din țara noastră, care au devenit aproape similare cu cele din zonele native ale acestei culturi. În prezent numărul de zile uscate în perioada de vegetație activă a armurariului s-a dublat, clima devenind mai aridă, comparativ cu sec. XX, deci întrunim toate condițiile pentru a cultiva această cultură cu ușurință și în condițiile noastre.

Deși este o plantă mai puțin pretențioasă față de habitat, totuși necesită temperaturi ridicate (28-30°C) în cursul perioadei de vegetație, mai ales în cursul înfloririi și fructificării. Lipsa prelungită a precipitațiilor în timpul vegetației intensive: în fazele de îmbobocire, începutul înfloririi, influențează negativ producția de fructe, însă se mărește conținutul de principii active în semințe. Această fază coincide cu lunile iunie – iulie, perioada când în zona noastră se înregistrează temperaturile cele mai ridicate dar cu precipitații minime.

Armurariul (*Silybum marianum* L.), face parte din familia Asteraceae. Planta înaltă de până la 1,80 m, formează o rozetă frumoasă de frunze zimțate, viu colorate, cu spini. În timpul înfloririi, armurariul ne răsfată cu un peizaj uimitor datorită inflorescențelor de culoare mov.

Se înmulțește prin semințe semănate direct în câmp, primăvara foarte devreme într-un teren bine pregătit, iar recoltarea se face în luna iulie - august. Tratarea prealabilă a semințelor nu este necesară. În perioada vegetației se efectuează 1-2 prașile mecanice sau manuale, deoarece cultura se încheie repede și nu permite creșterea buruienilor. Cantitatea, dar și calitatea semințelor este mult influențată atât de condițiile meteorologice cât și de tehnologia de cultivare.

## **Materiale și metode**

Pentru studierea mai amplă a influenței densității de semănat asupra randamentului culturii de armurariului, s-au studiat diverse variante pe parcursul a trei ani: 2021 – 2023, ani în care ne-am confruntat cu diverse fenomene meteorologice pe parcursul perioadei de vegetație a culturii.

Asa dar, ca material biologic a servit cultura de armurariu - soiul Fortificator, respectându-se cerințele de calitate a materialului semincer (puritatea – 99,01%, germinația – 96% și energia 94%). Semănatul s-a efectuat primăvara devreme, odată ce a apărut posibilitatea de a realiza un pat germinativ corespunzător cerințelor de semănat.

Experiența a fost efectuată în patru repetiții. Numărul de parcele a fost de 16. Suprafața totală de înregistrare a parcelelor a fost de 500 m<sup>2</sup>. Metoda de așezare a experienței randomizat. Au fost ajustate patru variante cu densitatea de: 100, 160, 220 și 280 mii plante pe hectar.

Adâncimea de amplasare a semințelor a variat de la 4 - 4,5 cm. În timpul sezonului de vegetație s-au selectat parcele pentru observații fenologice și măsurători biometrice: înălțimea plantelor, numărul de antodii pe plantă, masa boabelor. Deoarece armurariul este o plantă care se coace eșalonat, pentru a preveni pierderea semințelor, antodiile au fost colectate pe măsură ce se coceau. Masa a 1000 de boabe a fost înregistrată după uscarea lor la  $12 \pm 1\%$  umiditate.

## **Rezultate și discuții**

Pe parcursul acestor ani, în experiența dată s-a urmărit determinarea celor mai importante aspecte: interacțiunea între condițiile climatice, densitatea de semănat și plantă pentru a putea cuantifica contribuția fiecărui factor la formarea producției.

După cum s-a relatat mai sus, rezultatele unei producții înalte nu depind doar de tehnologia de cultivare. Condițiile climatice au un rol neindiscutabil în sfera agricolă. Analizând din punct de vedere meteorologic anii 2021-2023, am remarcat că perioada respectivă a fost perindată de diverse fenomene neomogene, atât după regimul termic cât și în neuniformitatea și decalajurile legate de cantitățile de precipitații căzute pe ani și pe luni. Au fost înregistrat perioade cu excese și deficite pluviometrice, suma acestora în lunile de vegetație a armurariului constituind în anul 2021 - 406 mm, 2022 - 151 mm și 2023 - 392 mm (fig. 1). Cu toate că în anul 2021 și 2023 au fost înregistrați aproape aceiași indici pluviometrici, cantitatea acestora a fost repartizată neuniform pe luni. Sezonul agricol 2022 a fost caracterizat ca an cu deficit de precipitații.

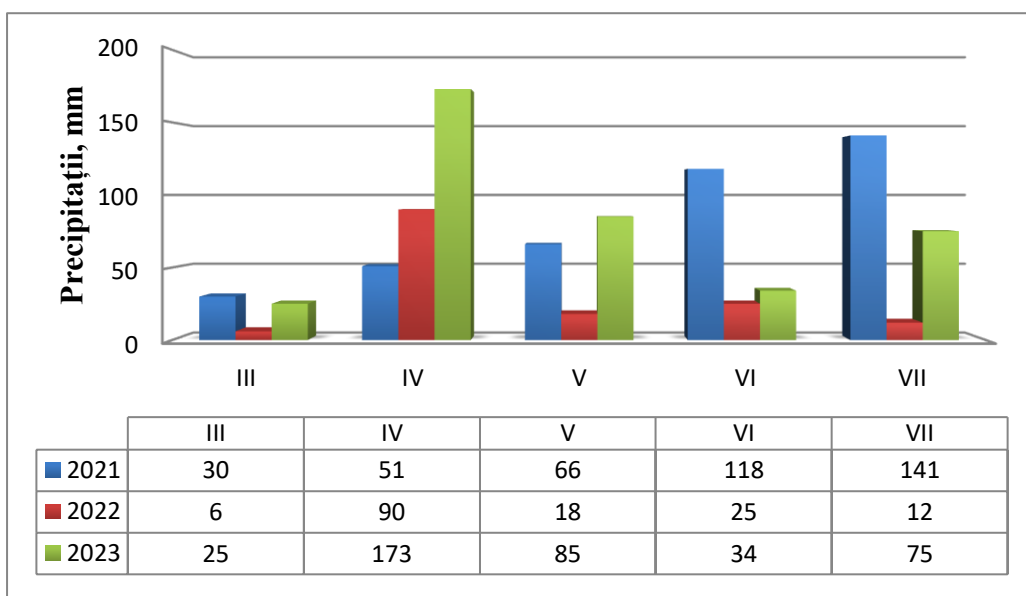


Figura 1. Cantitatea lunară de precipitații căzută în lunile de vegetație a armurariului, mm

Regimul precipitațiilor lunare din perioada de vegetație a armurariului se reflectă și în rezerva de umiditate productivă din stratul 0 - 100 cm al solului (fig. 2), estimată în mm.

Astfel rezerva de apă pe intervalul derulării experienței a înregistrat valori de la satisfăcătoare până la foarte bune. Anul 2022 respectiv, reprezentând valorile cele mai mici. Situația în acest an fiind critică, deficitul de umiditate era vizibil pe lotul respectiv și prin fisurile adânci apărute la sol. Acest an a avut un efect dezastruos asupra culturii. Reacția la secetă produsă s-a exprimat prin deminuarea producției, frecvența semințelor seci, scăderea MMB-ului, atenuarea taliei plantelor, procentul mare de frunze uscate pe plantă.

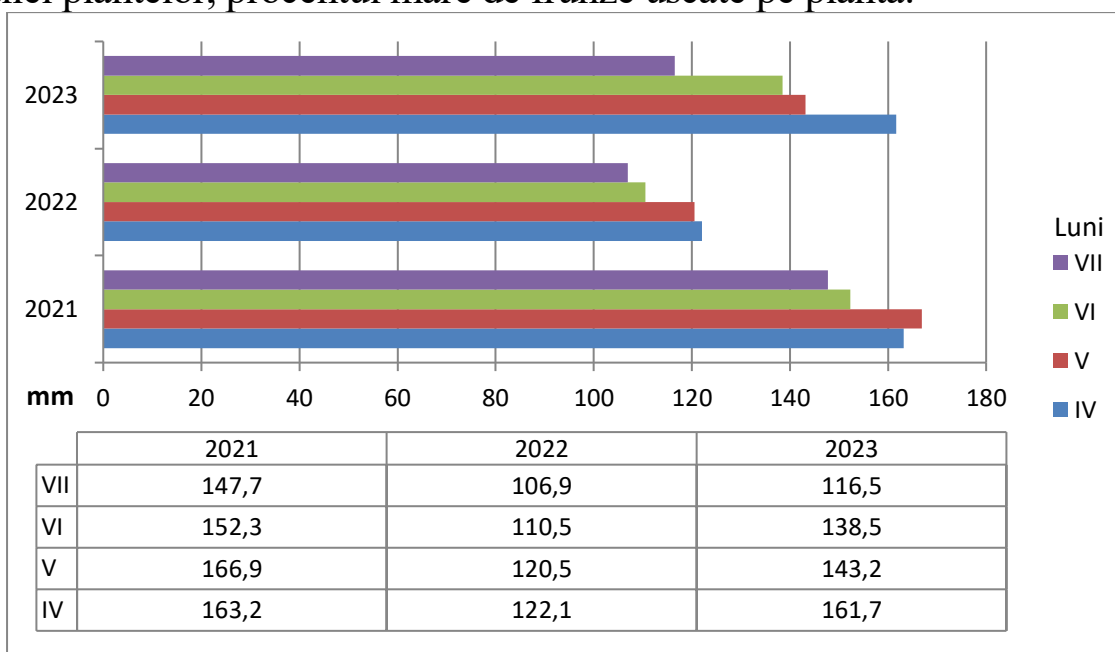


Figura 2. Rezervele de umiditate din sol, mm



În schimb indicii regimului termic au înregistrat valori aproape identice pe parcursul acestor ani în perioada de vegetație a armurariului, doar cu tendința de creștere cu aproape  $+3^{\circ}\text{C}$  de la an la an. Abaterea cea mai semnificativă sa înregistrat în luna martie a anului 2023 când temperatura medie lunară a fost cu  $3^{\circ}\text{C}$  mai ridicată față de normă (fig. 3).

Cu toate că semănatul s-a efectuat odată cu prima posibilitate de ieșire în câmp (22 - 28 martie), apariția plantulelor s-a înregistrat când temperatura medie a fost de  $+10^{\circ}\text{C}$  și s-a consemnat o tendință spre creștere. Însă deficitul de umiditate din sol și un pat germinativ necorespunzător a dus la răsărirea neuniformă a plantulelor.

Cercetările noastre au inclus observări fenologice, care s-au făcut încă de la primele etape de creștere și dezvoltare a armurariului. Fazele fenologice au fost reprezentate prin: perioada răsăritului, rozetă, formarea tulpinilor, ramificarea tulpinilor, butonizare, înflorirea în masă, coacerea tehnică a semințelor.

Durata sezonului de vegetație a armurariului diferă nesemnificativ de la o densitate la alta. Studiul amănunțit a etapelor de creștere și dezvoltare a făcut posibilă stabilirea duratei sezonului de creștere, care a variat de la 109 la 120 zile.

Datele cercetării arată că durata perioadei de semănat-răsărire a armurariului a fost de 12-14 zile (în medie pe trei ani), perioada de formare a rozetei de 23-25 zile, formarea tulpinii de 27-29 zile, butonizare - înflorire a durat 27-30 zile, fructificarea 20-22 zile. Durata acestor perioade a depins de densitatea plantelor și a scăzut odată cu mărirea densității.

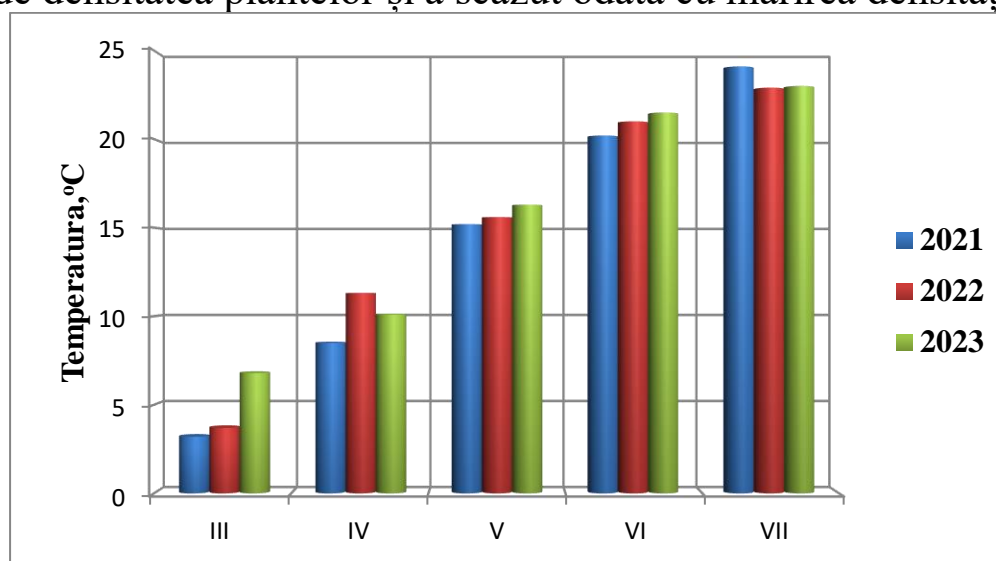


Figura 3. Temperatura medie lunară a aerului în lunile de vegetație a armurariului

La etapa inițială între variante nu s-au înregistrat fluctuații semnificative, însă pe parcursul perioadei de vegetație, diferența de dezvoltare a plantelor a devenit din ce în ce mai vizibilă.

În variantele ce dispun de o amplasare mai rară a plantelor, inițial planta este viguroasă și dezvoltă lăstari laterali cu inflorescențe, însă pe parcurs, în special, în perioada aridă, spațiile libere dintre plante permit razele solare să mărească temperatura solului mai ales în anii secetoși, după cum s-a înregistrat pe parcursul perioadei de derulare și a experienței noastre, anul 2022. În astfel de condiții o mare parte din flori se ofilesc afectând polenizarea și ca urmare duce la micșorarea producției prin prezența numărului mare de antodii neproductive.

Referitor la numărul de antodii, pe variantele studiate, s-a constatat că varianta I și II au avut cel mai mare număr de antodii adevărate în anii cu indici pluviometrici satisfăcători, cu excepția anului 2022. Iar cele mai puține antodii s-au înregistrat pe varianta IV. Respectiv, cu cât se mărește densitatea plantelor, cu atât se micșorează numărul de antodii.

O variabilitate neînsemnată de la o variantă la alta s-a înregistrat pe durata înfloritului calculată în zile (2-3 ). Astfel, varianta cu cea mai scurtă durată a înfloritului a avut-o varianta a patra în anul 2022, pe când în 2021 la aceeași variantă perioada înfloritului a fost cea mai lungă. Acest fenomen se datorează regimului de precipitații.

Tabelul 1.

Estimarea producției la cultura de armurariu, 2021 - 2023

Desimea de semănat, pl./ha	Norma de sămânță kg/ha	Înălțimea plantelor la recoltare, cm			MMB, g			Producția de fructe, kg/ha		
		2021	2021	2022	2023	2022	2023	2021	2022	2023
100 000	7	143,0	28,8	23,3	26,4	72	105	890	540	650
160 000	10	150,0	28,5	23,1	26,3	71	96	1010	567	658
220 000	13	157,0	27,9	23,0	26,0	73	92	920	624	624
280 000	18	160,0	27,1	22,6	25,5	72	85	860	500	520

Asemenea, înălțimea plantelor a variat în anii respectivi. În anul 2021 înălțimea plantelor a înregistrat valori cuprinse între 143 – 160 cm, varianta IV atingând cea mai mare înălțime, datorită densității mai mari de semănat. În anii ploioși și cu temperaturi ridicate, planta de armurariu crește mult în înălțime, însă tulpinile sunt subțiri și în urma ploilor însoțite de vânt, duc la frângerea și căderea plantelor (fig. 4). Totodată, în unii ani pot fi atacate de dăunători și boli, consum mare de apă și elemente nutritive

precum și sporirea semințelor seci. Așa dar, densitatea mare în anii ploioși duce la polignirea plantelor care mai apoi îngreunează la recoltare.



**Figura 4. Polignirea la cultura de armurariu.**

În anul 2022, cea mai mare valoare a înălțimii plantelor s-a înregistrat la densitatea de 220 mii pl/ha – 73 cm, jumătate din valoarea din 2021. Evident, că odată cu diminuarea înălțimii și numărul lăstarilor laterali s-a redus, respectiv – numărul antodiilor și mai departe atenuarea producției.

Pe perioada analizată am constatat o corelație pozitivă între înălțimea plantei și producția de semințe. Pe măsură ce crește înălțimea plantelor, se mărește și producția de boabe, ca urmare a creșterii numărului de ramificații purtătoare de inflorescențe.

În anii cu precipitații moderate, ca exemplu, anul 2021 datorită condițiilor favorabile am căpătat un material semincer de calitate la densitățile de 100 mii pl/ha și 160 mii pl/ha, aceasta reflectându-se prin MMB-ul care a înregistrat valori respectiv de 28,80 și 28,50 g. Pe când la densitățile de 220 și 280 mii pl/ha MMB a fost de 27,9 – 27,10 g (tab.1). La general, în intervalul studiat, MMB-ul sa încadrat în limitele de 22,60 - 28,80 g cu valori corespunzător mai scăzute în anul 2022, la varianta cu cea mai mare densitate – 280 mii pl./ha,

Sporuri semnificative în anii de cercetare s-au înregistrat pe variantele cu 160 - 220 mii pl/ha, producția de semințe variând între 624 – 1010 kg/ha. Anul 2022, fiind un an secetos, la densitatea de 280 mii pl/ha am căpătat 500 kg/ha, pe când la densitatea de 220 mii.pl/ha, în același an am căpătat 624 kg/ha.

### **Concluzii**

În cadrul unei tehnologii de cultură, trebuie să ținem cont de densitatea de semănat, pentru ca planta să dispună de cele mai bune condiții de dezvoltare. În urma studiilor efectuate pe parcursul a trei ani, am constatat că norma de însămânțare influențează mult calitatea și cantitatea semințelor.

Пентру obținerea unei producții maxime de fructe de armurariu în scopuri farmaceutice, se recomandă semănatul în rânduri distanțate la, 45 cm cu norma de sămânță de 10 - 15 kg/ha

Suprafețele de armurariu pentru producerea materialului semincer vor fi înființate cu densitatea de 100 – 160 mii pl/ha și cu norma de 7-10 kg/ha. Utilizând normele respective de semănat, chiar și în anii mai puțin favorabili vom avea șansa de a căpăta material semincer de calitate înaltă cu MMB-ul cuprins între 27,0 - 28,0 g.

La mărirea densității de cultivare cu norma de semănat de 18 kg/ha s-a înregistrat o tendință de creștere semnificativă în înălțime a plantelor, în anii ploioși, până la 157-160 cm, tulpina fiind mai puțin rezistentă la polignire. În anii cu deficit de umiditate, la aceeași densitate, MMB – ul se micșorează, respectiv și producția de semințe.

### **Bibliografie**

1. Musteață G., Plante medicinale valoroase. Chișinău, 2002, 31 p.
2. Сочинева О.Г. Совершенствование технологии возделывания расторопши пятнистой в лесостепи Среднего Поволжья. - Автореферат, Пенза 2004
3. Кшиникаткина А.Н., Кшиникаткин С.А., Гущина В.А. Технология возделывания расторопши пятнистой в среднем Поволжье. – Москва, Журнал Зерновое хозяйство, №3, 2005.
4. Musteață G., Brânzilă I., Roșca Nina, Baranova Natalia. Perfecționarea structurii semănăturii la armurariu (*Silybum Marianum L.*) Chișinău, Revista Mediul ambiant Nr. 6/2009 , p. 13-16.
5. Доспехов Б. А., Методика полевого опыта. Москва, 1985, 351с.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ ПЛАНТАЦИЙ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР**

**Владимир Иванович Кравчук**, Заведующий лабораторией  
д.т.н., проф. д.с-х.н. <https://orcid.org/0000-0003-2196-4960>

**Александр Николаевич Ганженко**, Заведующий отделом  
д.с-х.н. <https://orcid.org/0000-0002-8118-1645>

**Владимир Михайлович Квак**, Ведущий научный сотрудник, к.с-х.н.,  
<https://orcid.org/0000-0001-8996-0101>

**Олег Михайлович Атаманюк**, Зав. лабораторией,  
Белоцерковская опытно-селекционная станция, к.с-х.н.  
<https://orcid.org/0000-0001-8327-3298>, Института биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН Украины (ИБКиСБ НААН)

**Аннотация:** В работе рассмотрена роль биоэнергетических культур для производства твердого биотоплива и инновационные инструменты развития плантаций мискантуса гигантского, проса прутьевидно-

го, энергетической ивы. К таким инструментам отнесены: биотехнологические способы селекции и размножения, ведения семеноводства и питомниководства, технологий выращивания и сбора биомассы. Разработаны новые и усовершенствованы существующие методики исследования для ученых и методические рекомендации для производителей, что обеспечивает производство необходимых объемов биомассы, увеличивает поступление органического углерода в почву корневой системой и послеуборочными остатками и способствует уменьшению эрозионных процессов.

**Ключевые слова:** биоэнергетика, биоэнергетические культуры, биомасса, твердое биотопливо, технологии выращивания, сорта, клональное микроразмножение, мискантус гигантский, просо прутьевидное, энергетическая ива.

**Abstract:** The article considers the role of bioenergy crops for solid biofuel production and innovative tools for the development of *Miscanthus x giganteus*, *Panicum virgatum* and *Salix viminalis* plantations. Such tools include: biotechnological methods of breeding and propagation, seed and nursery management, growing and biomass harvesting technologies. New and improved existing research methods for scientists and methodological recommendations for producers have been developed, which ensures the production of the required volumes of biomass, increases the supply of organic carbon to the soil by the root system and post-harvest residues, and contributes to the reduction of erosion processes.

**Keywords:** bioenergy, bioenergy crops, biomass, solid biofuel, cultivation technologies, varieties, clonal micropropagation, *Miscanthus x giganteus*, *Panicum virgatum*, *Salix viminalis*.

Сегодня в Украине сырьем для производства твердого биотоплива в основном являются отходы деревообрабатывающей промышленности (опилки, щепа), солома зерновых и зернобобовых культур, подсолнечная лузга и т.д. [0]. Такое сырье не обеспечивает высокие теплотворные свойства биотоплива, а также его поступление нестабильно и носит сезонный характер. Поэтому сделан акцент на создании адаптированных к отечественным почвенно-климатическим условиям высокопродуктивных сортов и гибридов древесных, одно- и многолетних злаковых растений, что позволит ежегодно получать заданное количество биомассы необходимого качества на малопродуктивных землях [0].

К таким растениям принадлежит мискантус гигантский (*Miscanthus x giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize) [0]; просо прутьевидное (*Panicum virgatum* L.) [0]; сорго сахарное

(*Sorghum saccharatum* (L.) Moench) [0]; сорго обычное (*Sorghum bicolor* L.); ива прутьевидная (*Salix viminalis* L.) [0]; тополь (*Populus* L.); павловния (*Paulownia Sieb. et Zucc.*) и другие.

Мискантус гигантский является одним из самых эффективных растений для биоэнергетики за счет высокой урожайности сухой биомассы (до 25 т/га), высокой теплотворной способности (18 МДж/кг), низкой влажности стеблей на время уборки (до 25%). Авторами созданы новые высокопродуктивные адаптированные к условиям Украины сорта мискантуса: Прометей, Осенний звездоцвет, Лунный луч и Снежная королева. Наиболее продуктивным является сорт гигантского мискантуса Осенний звездоцвет и Прометей, растения которого высотой свыше 2,5 м формируют урожайность сухой массы около 20 т/га с зольностью 0,5...1,5 %, выход энергии при этом составляет 360 ГДж/га.

ИБКиСБ НААН впервые разработан и внедрен в производство ряд новых биотехнологических способов размножения мискантуса и инновационных технологий устойчивого выращивания мискантуса как сырья для производства биотоплива: в частности, способ посадки ризом мискантуса, который предусматривает дифференциацию шага посадки ризом в зависимости от их массы. Предложен способ выращивания мискантуса, предусматривающий посадку ризом в грунт, квадратно-гнездовым способом [0]. Разработаны и внедрены устройства для посадки ризом мискантуса [0]. Разработаны способы: выращивания гигантского мискантуса, отличающегося тем, что осенью или весной перед посадкой рассады, полученной клональным микроразмножением, проводят локальное внесение минеральных и органических удобрений; внесения азотных удобрений для выращивания мискантуса, при этом доза удобрений зависит от плановой густоты стояния растений; выращивания мискантуса, включающего подготовку почвы, посадку ризом, удобрение, уход за плантациями в первые и последующие годы выращивания, срезки и сбора биомассы; выращивания биомассы высокопродуктивных злаковых культур как сырья для производства биотоплива, отличающееся тем, что энергетическая плантация создается на основе смешанного сева и посадки двух высокопродуктивных злаковых культур проса прутьевидного и мискантуса гигантского на одном поле; механизированный способ сбора корневищ мискантуса, которые используются для дальнейшего размножения культуры [0]. Разработан способ выращивания ризом мискантуса гигантского, предусматривающий выкапывание ризом после первого года вегетации и продолжения роста промышленной плантации.



Новой перспективной энергетической культурой для Украины является просо прутьевидное или свечграсс (*Panicum virgatum*), принадлежащий к многолетним злаковым культурам. Просо прутьевидное нетребовательно к влаге и питательным веществам, обладает высокой природной стойкостью к болезням и вредителям, что позволяет получать стабильные урожаи сухой биомассы на малопродуктивных эродированных землях.

Созданы отечественные высокопроизводительные сорта прутьевидного проса Морозко и Лядовское. Сорт Морозко характеризуется повышенной стойкостью к низким температурам в зимний период, обеспечивает урожайность сухой массы 17 т/га при зольности 0,5...2,0 %, при этом выход энергии с одного гектара посевов данного сорта составляет 255 ГДж/га. Сорт Лядовское позволяет собирать около 18 т/га сухой биомассы с содержанием золы до 2,5% и обеспечивает выход энергии на уровне 300 ГДж/га. Для интенсификации промышленного выращивания прутьевидного проса предложены способы: предпосевной обработки почвы, включающей технико-технологические особенности выравнивания, рыхления и укатывания поверхности поля [0]; выращивания проса прутьевидного, включающего создание овальных профилей рядов и комбинированной схемы чередования основных и технологических междурядий в соответствии с шириной захвата посевного агрегата; ухода за посевами, предусматривающий общий посев семян проса прутьевидной и «маячной» культуры, всходы которой появляются скорее, позволяя ранее проводить междурядные обработки почвы; выращивания проса прутьевидного, включающего посев стимулированных семян, которые предварительно высевают в лабораторных условиях на липкую водорастворимую ленту; ускоренного воспроизводства прутьевидного проса, по которому рассаду, полученную при клональном микроразмножении, высаживают на глубину – 3...5 см; формирование густоты стояния растений проса прутьевидного в рядах; сбор семян прутьевидного проса, отдельным способом при побурении метелки от 75 до 100 %, что обеспечивает созревание семян в валке.

Среди деревьев, биомасса которых может использоваться как биотопливо, лучше всего подходят сорта быстрорастущей ивы, вида Прутьевидная (*Salix viminalis*). Создан сорт Збруч, обеспечивающий выход сухого вещества около 17,6 т/га в расчете на один год при периодичности уборки – через 2-3 года. Растениям ивы данного сорта присуща низкая зольность (до 1%) и высокий выход энергии – 322 ГДж/га.

Разработана и внедрена в производство адаптированная к условиям

Украины технология и технические средства для плантационного выращивания ивы для энергетических целей. В частности – способы: выращивания энергетической ивы, включающей подготовку почвы, посадку саженцев, удобрение, уход за плантациями в первые и последующие годы выращивания, срезки и уборки побегов [0]; посадки черенков древесных растений, включающей образование борозд клиновидного профиля, размещение в них черенков, засыпание борозд и уплотнение грунта; и способ подготовки поля для посадки энергетической ивы, включающий образование направляющих борозд, по которым в дальнейшем, осуществляется ориентировка агрегатов по уходу за плантацией. Для механизации процесса посадки черенков ивы разработана и внедрена конструкция садового аппарата, содержащая держатели черенков, установленные на рычагах и взаимодействующие со специальной направляющей [0].

Кроме плантационного выращивания древесных культур для биотоплива, предложено решение для создания специальных полезащитных насаждений двойного использования. С целью получения из полезащитной лесополосы древесины для энергетических целей, надземную часть быстрорастущих древесных пород предложено срезать через каждые 2-4 года, при этом быстрорастущие древесины размещают рядами рядом с рядами долговечной породы и высаживают их в крайние ряды полезащитной лесополосы или в коридорах между рядами долговечной породы [0].

С целью выполнения научно-исследовательских работ на более высоком уровне были разработаны новые и усовершенствованы существующие методики [0,0,0,0]. В частности, разработан метод определения лабораторной всхожести семян проса прутьевидного. Усовершенствованы методы определения содержания энергетически полезных веществ в биоэнергетических культурах: лигнина; клетчатки; гемицеллюлозы. Разработана методика определения структуры кариотипа посадочного материала рода Мискантус при вегетативном размножении подземными корневищами и ризомами.

Особенностью биоэнергетических культур есть то, что они не накапливают зольных элементов в стеблях и побегах. Это позволяет их длительно выращивать на одном поле, не уменьшая его плодородие. В то же время, выращивание многолетних энергетических культур обеспечивает значительное поступление органических веществ в почву корневой системой и послеуборочными остатками, что способствует повышению плодородия почвы. Кроме того, за счет мощной



корневой системы выращивания многолетних биоэнергетических культур способствует уменьшению эрозионных процессов, что позволяет выращивать эти культуры на склонах. Разработан и апробирован в производственных условиях способ воспроизводства плодородия почвы путем длительного выращивания многолетних биоэнергетических культур.

**Выводы.** Разработаны биотехнологические способы селекции и размножения биоэнергетических культур, ведение их семеноводства и рассадничества, технологические процессы выращивания и сбора мискантуса гигантского, проса прутьевидного, энергетической ивы. Это обеспечивает производство необходимых объемов биомассы и одновременно увеличивает поступление органического углерода в почву корневой системой и послеуборочными остатками, способствует уменьшению эрозионных процессов.

### Список использованной литературы

1. Практическое руководство по использованию биомассы в качестве топлива в муниципальном секторе Украины (для представителей государства и коммунальных учреждений). / Антоненко В., Зубенко В., Олейник Е., Радченко С. Программа развития Организации Объединенных Наций, 2017. с. 62. URL: <http://www.ua.undp.org>
2. Роик Н.В. Концепция производства и использования твердых видов биотоплива в Украине / Н.В. Роик, А.Н. Ганженко, В.Л. Тимошук // Биоэнергетика. – 2015. – №1. – С. 5-8.
3. Мискантус в Украине: монография/[Н.В. Роик, В.М. Синченко, [В.И. Пыркин], В.М. Квак и др.]. - К.: ФЛП Ямчинский О.В., 2019 – 256 с. ISSN 978-617-7804-11-5
4. Выращивание биоэнергетических культур: Монография / Под редакцией к. с.-х. наук, с.н.с. М.Я. Гументика/[М.Я. Гументик, Б.М. Радейко, Е.Д. Фучило, В.М. Синченко, Е.М. Ганженко, В.С. Бондарь, А.В. Фурса, В.М. Квак, М.М. Харитонов, В.М. Кателевский]. – К.: ООО «ЦБ «Компринт», 2018. – 178 с.
5. Ганженко А.Н. Агроэкологические основы формирования продуктивности сахароносных культур для биотоплива: монография. – Винница, ООО «Нилан-ЛТД», 2023. – 320 с. ISBN 978-966-924-997-5
6. Энергетическая ива: технология выращивания и использования/[Н.В. Роик, В.М. Синченко, Я.Д. Фучило, А.Н. Ганженко и др.]. – Винница: «Произведения», 2023. – 346 с. ISBN 978-617-552-256-1
6. Патент на полезную модель 97286 Украина, МПК [A01B 79/00](#). Способ выращивания мискантуса, предусматривающий посадку ризом в грунт, квадратно-гнездовым способом / Гументик М.Я. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u201409074; Заявлено 12.08.2014; Опубл. 10.03.2015, Бюл. №5.
7. Патент на полезную модель 75541 Украина, МПК A01C 11/02. Устройство для посадки ризом / Курило В.Л., Ганженко А.Н., Гументик М.Я., Зыков

- П.Ю., Квак В.М. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u201204500; Заявлено 10.04.2012; Оpubл. 10.12.2012, Бюл. №23.
8. Патент на полезную модель 91517 Украина, МПК А01D 91/02. Способ уборки корневищ мискантуса / Курило В.Л., Ганженко А.Н., Гументик М.Я., Зыков П.Ю., Квак В.М., Замойский А.И. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u201400397; Заявлено 17.01.2014; Оpubл. 10.07.2014, Бюл. №13.
  9. Патент на полезную модель 74261 Украина, МПК А01В 79/00. Способ предпосевной обработки почвы под свечграсс. / Курило В.Л., Ганженко А.Н., Гументик М.Я., Зыков П.Ю., Гончарук Г.С., Каськив В.В., Мандровская С.М. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u201203389; Заявлено 21.03.2012; Оpubл. 25.10.2012, Бюл. №20.
  10. Патент на полезную модель 104007 Украина, МПК А01В 79/00. Способ выращивания энергетической ивы/Роик Н.В. Синченко В.М., Пыркин В.И., Гументик М.Я., Иванина В.В., Ганженко А.Н., Курило В.Л., Макух Я.П., Фучило Я.Д., Гнап И.В. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u2015 06235; Заявлено 24.06.2015; Оpubл. 12.01.2016, Бюл. №1.
  11. Патент на полезную модель 89472 Украина, МПК А01С 11/00. Аппарат питательный для черенков энергетической ивы. / Курило В.Л., Ганженко А.Н., Гументик М.Я., Зыков П.Ю., Балькина В.В., Кунцо И.А. (Украина); Заявитель и собственник патента Институт биоэнергетических культур и сахарных буряков НААН. – №u201312188; Заявлено 16.10.2013; Оpubл. 25.04.2014, Бюл. №8.
  12. Патент на полезную модель 142244 Украина, МПК А01G 23/00. Способ создания полезащитных лесополос / Роик Н.В., Ганженко А.Н., Фучило Я.Д., Зыков П.Ю., Мандровская С.М. (Украина) – № u201911269; Заявлено 19.11.2019; Оpubл. 25.05.2020, Бюл. №10.
  13. Методология исследования энергетических плантаций ив и тополей: монография / под ред. члена-корреспондента НААН В.С. Синченко/[Я.Д. Фучило, В.С. Синченко, Е.М. Ганженко, М.Я. Гументик и др.]. – К.: ООО «ЦБ «Компринт», 2018. – 137 с.
  14. Методические рекомендации по технологии выращивания энергетических плантаций ивы и тополя / Я.Д. Фучило, В.М. Синченко, Е.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.А. Кучер, М.В. Сбитная, В.М. Квак, О.Б. Хиврич, Л.А. Правдивая, Б.В. Зелинский, Б.М. Вокальчук, Д.Я. Фучило, А.А. Бордусь, Я.А. Кирилко – К.: ЦБ Компринт, 2021. 24 с. ISBN 978-617-8007-35-5
  15. Методические рекомендации по использованию технических средств при выращивании мискантуса гигантского / А.Н. Ганженко, В.М. Квак, М.Я. Гументик, Я.Д. Фучило, Г.В. Цвигун, О.Б. Хиврич, Л.А. Правдивая, П.Ю. Зыков, Г.С. Гончарук, В.М. Смирных, Ю.П. Дубовой, О.М. Атаманюк, Л.А. Суслик, Р.В. Кубряк, В.М. Кателевский – К.: ЦБ Компринт, 2021. – 26 с. ISBN 978-617-8007-06-5
  16. Методические рекомендации по определению площади листовой поверхности сахарного сорго/[А.Н. Ганженко, В.Л. Курило, В.Л. Гамандий и другие] - Винница: ООО "Нилан-ЛТД", 2014. - 32 с.

## FORMATION AND COMPOSITION OF A TRAIT COLLECTION OF POTATOES BY STARCH CONTENT AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES

*Rosina Bondus<sup>1</sup>, Lidiya Mishchenko<sup>2</sup> candidates of agricio science;*

*<sup>2</sup>Taras Shevchenko, doctor of biological science;*

*Mykola Furdyha<sup>3</sup>, candidates of agricultural science;*

*Nataliia Zakharchuk<sup>3</sup>, candidates of agricultural science,*

*Valentyna Hordiienko<sup>3</sup>, Candidates of Agricultural Science;*

*Oleksandr Hordiienko<sup>3</sup>, post-graduate student*

*Sviatoslav Kyrychenko<sup>4</sup> post-graduate student.*

*<sup>1</sup>Ustymivska experimental station of plant production of Yuriev Plant Production Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ustymivka, Ukraine,*

*<sup>2</sup> National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,*

*<sup>3</sup>Institute for Potato Research of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Nemishaieva, Ukraine,*

*<sup>4</sup> Institute of Plant Protection the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,*

## FORMATION AND COMPOSITION OF A TRAIT POTATO COLLECTION BY STARCH CONTENT AND TECHNOLOGICAL QUALITIES

The issues of maintenance and study of potato collection at the Institute for Potato Research of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and at the Ustymivska experimental station of plant production of Yuriev Plant Production Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine are considered. The results of work concerning the creation of potato trait collection on starch content and technological properties are given. Sources of economically valuable traits have been identified based on the results of long-term studies. Samples that were selected according to a certain level of phenotypic manifestation of individual traits or their complex were included in the trait collection, which includes 61 samples from 5 countries. Selected samples with different levels of manifestation of traits will contribute to effective breeding work.

**Keywords:** potato, gene pool, genebank, collection, varieties, crops, phenotype, example variety.

The main vegetative collection of potatoes in Ukraine is directly concentrated in the main branch institution – the Institute for Potato Research of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, which has 3044

samples of 70 botanical species (2 cultivated and 68 related wild species). Part of the collection, in the amount of 675 breeding varieties, is located at the Ustymivska experimental station of plant production, which is the leading institution of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine (NCPGRU), which contains the genetic diversity of cultivated plants and related wild species necessary to meet the needs of the national economy and population of Ukraine. Potatoes are one of the most common crops in the world. Potatoes are grown on all continents, in almost every country, in almost all zones, and when certain conditions are created, even in areas that are unfavorable for agricultural production. This is due to biological characteristics and the presence of species, subspecies, groups of varieties, forms, samples, variety types, varieties, hybrids, etc. [1]. Along with high adaptability to growing conditions, this feature has led to a significant spread of the crop, both in nature and during artificial reproduction [2]. Maintaining the potato collection in a state of viability and genetic authenticity ensures the effective use of this national treasure of Ukraine. The biological feature of potatoes is the vegetative method of reproduction, which usually ensures the preservation of the heterotic effect for an unlimited period of time.

In recent years, the principle of targeted use of potato varieties for their intended purpose has become dominant. Varieties are divided into table varieties suitable for industrial processing into potato products and technical varieties (for the production of starch and alcohol). The yield and quality of these products largely depend on the starch content in the tubers. Potato starch is a product obtained during potato processing. It is used in various branches of the food industry (confectionery, bakery, food concentrate, meat and dairy, in particular for the production of baby food products); chemical and pharmaceutical industry; for technical purposes (in paper, textile and other industries, dextrin production) and for sale in retail for household purposes [3]. The quality of potatoes is the most important and one of the most difficult to control factors of its production. The quality of the same potato variety varies depending on climatic, soil conditions, etc. This concept covers a wide range of indicators that characterize their consumer properties. They are conventionally divided into morphological, economic and biological, and biochemical.

An important factor in the productivity of the variety is the collection of the most significant component of tubers per unit area – starch. That is, the consumer value of the variety largely depends on the amount of starch collection per unit area. One of the tasks for breeders is to create varieties

suitable for industrial processing into potato products, which would be marked by appropriate technological properties.

**Purpose and objectives of the research.** Based on the results of a comprehensive study of potato collection material, conduct a targeted involvement of selected variety samples for the effective use and conservation of valuable gene pool through the formation of trait collections.

**Research methodology.** To form a potato collection, potato varieties are introduced and studied according to generally accepted methods in potato growing [4, 5]. Based on the results of studying samples of the potato collection, sources of economically valuable traits are identified, which are transmitted to users for inclusion in breeding, scientific, educational, and other programs. Information about the samples submitted to the NCPGRU is entered into the unified passport database in accordance with the EURISCO fields. Based on the passport base and the results of the study, traits and other types of potato collections are formed (basic, core, special, working, educational, genetic, and doublet). Trait collections are those in which samples are selected according to a certain level of phenotypic manifestation of individual traits or their combinations. These collections include samples with different levels of manifestation of traits according to the classifier. Essential elements of a trait collection are reference samples that have a more stable level of manifestation of traits with the highest possible level of production process. Trait collections are the first step towards creating genetic collections [6].

**Research results.** The formed trait collection of potatoes by starch content and technological properties includes the most valuable samples according to these indicators. The collection includes 61 samples from 5 countries. The trait collection includes example varieties selected for certain traits and their different levels of manifestation. Example varieties make it easier to evaluate collection material by individual traits. This trait collection includes the Zarevo variety (Ukraine), which is selected as an example variety of high starchiness, which has 25.0% or higher of starch in tubers.

Varieties of domestic breeding occupy a significant place among varietal resources in the country's potato growing. Most of them are marked by an increased content of dry substances and starch, which determine stable indicators of the taste qualities of tubers. Significant success has been achieved by Ukrainian breeding in creating high-starch varieties: Kobza, Svitanok Kyivskyi, Obrii, Prydesnianska, Dzvin, Fantaziia, and others.

Traditionally, the population of Ukraine prefers varieties with excellent and good taste qualities. The highest manifestation of the trait is characterized by the following varieties: Svitanok Kyivskyi, Kobza, Prydesnianska,

Lybid, Luhovska, Poliska rozheva, Horlytsia, Post 86, Obrii, Ukrainska rozheva, Zarevo, Ikar, etc.

Starch content in tubers is a complex quantitative trait that is controlled polygenically. Varieties obtained with the participation of co-relatives of cultivated varieties have a high value in creating potato varieties not only in terms of starch content but also in the inheritance of other agronomic traits. The effective use of *S. demissum* Lindl., *Solanum andigenum* Juz. et Buk. and others in the development of high-starch varieties has been proven. The varieties Romano and Sante (Netherlands) are among those selected and included in the trait collection. The parent forms of these varieties are, respectively, Dragam / Desiree: *S.andigenum*, *S. demissum*, *S.stoloniferum* and SVP.V66-13-636 / CVPAM 66-42: *S.andigenum*, *S.stoloniferum*.

An important problem is the combination of high starchiness and yield. The varieties identified in the study that combine these traits are valuable: Sante (Netherlands) – 1520 g/bush, Cosmos (Netherlands) – 1420 g/bush, which exceeds the standard Luhovska (594 g/bush) by +926, +826 g/bush, respectively, etc.

Potato varieties in terms of technological properties (starch content in tubers, cooking property, consistency, pulp color, etc.) should satisfy a wide range of consumers. According to the area of use, the varieties are divided into table, table-technical and technical. Some of them can combine two or even three areas of use. The domestic Fantaziia variety is suitable for processing into potato products and successfully competes with such world standards as Karlena (Germany); Saturn, Lady Rosetta (Netherlands).

Olvia (Ukraine), Picasso, Sante (Netherlands) varieties and others have a high content of carotenoids. The involvement of yellow-tuberous source material in the breeding process makes it possible to increase the carotenoid content in new breeding varieties in comparison with the standard varieties of the corresponding ripeness groups.

Conclusions and prospects. Based on the results of a long-term study, a trait collection of potatoes has been formed based on starch content and technological properties. In the course of the study, reference samples and sources of economically valuable traits were identified, the introduction of which contributes to the efficiency of breeding work in the creation of new potato source material.

The National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine (NCPGRU) has registered this trait potato collection (Certificate No. 31 of 17.01.2007). All samples of the trait collection are entered in the passport database in the NCPGRU and included in the passport databases of the European Search

Catalogue for Plant Genetic Resources (EURISCO). Further scientific research should be aimed at enriching and comprehensively studying the potato collection concentrated at the Ustymivska experimental station to form varieties of trait collections: special, working collections, and collections of other types (basic, core, training, genetic, etc.) and improved access to them through the Information System “Genetic Resources”.

### References

1. A. A. Podhaietskyi Characteristics of potato genetic resources and their practical use / A. A. Podhaietskyi // Genetic resources of plants. – 2004, – No. 2, – pp. 103–110.
2. Kh. Ross Potato breeding: problems and prospects / Kh. Ross. – M.:Agropromizdat,1989. – 111 p.
3. Potato starch. Technical specifications. DSTU 4286:2004. – [In force since 01.07.05].
4. Methodological recommendations for conducting research with potatoes. K.:USAU, 1983. 216 p.
5. Methodological recommendations for conducting research with potatoes, Ed.: V. V. Kononuchenko, V. S. Kutsenko, A. A. Osypchuk et al. – Nemeschayev, 2002. - 183 P.
6. Theoretical foundations of field crop breeding / Ed. V. V. Kyrychenko – Kharkiv, Yuriev Plant Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine NAAS, 2007 – 400p.

## CUPRINS

<i>Anatolie Spivacenco, Pantelimon Borozan, Silvia Mistreț</i> <b>ISTORIE, REALIZĂRI ȘI PERSPECTIVE ALE INSTITUTULUI DE FITOTEHNIE "PORUMBENI" .....</b>	<b>3</b>
<i>Musteața Simion, profesor</i> <b>50 DE ANI ÎN SERVICIUL AMELIORĂRII PORUMBULUI ȘI PRODUCERII SEMIN-ȚELOR.....</b>	<b>13</b>
<i>Borozan Pantelimon</i> <b>DEZVOLTAREA ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA GERMOPLASMEI INDURATA ÎN PROGRAMUL DE CREARE A HIBRIZILOR DE PORUMB TIMPURIU .....</b>	<b>22</b>
<sup>1</sup> <i>Valentin Ciobanu</i> , <sup>2</sup> <i>Eugenia Partas</i> , <sup>1</sup> <i>Andrei Serdeșniuc</i> , <sup>1</sup> <i>Alexandru Micu</i> , <sup>1</sup> <i>Constantin Guțanu</i> <b>PĂSTRAREA SURSELOR DE GERMOPLAS-MĂ LA PORUMB,EVALUAREA ȘI CLASIFICAREA GENITORILOR.....</b>	<b>37</b>
<i>Николай Надточаев, Наталья Степаненко</i> , <b>ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ МНОГОПОЧАТ- КОВОСТИ У ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ.....</b>	<b>49</b>
<i>Gribincea Vladimir</i> , <b>EVALUAREA DIVERSITĂȚII LINIILOR CONSANGVINIZATE DE PORUMB PROVENITE DIN DIFERITE SURSE DE GERMOPLASMĂ.....</b>	<b>55</b>
<i>Musteața Simion, Alexei Spînu, Valentina Spînu, Ruslana Donici</i> , <b>UTILIZAREA GERMOPLASMEI DENTIFORMIS A GRUPELOR HETEROTICE IODENT, BSSS-B37 și LANCASTER ÎN AMELIORAREA PORUMBULUI TIMPURIU .....</b>	<b>65</b>
<i>Valentin Ciobanu, Alexandru Micu, Nicolae Bucor</i> <b>INFLUENȚA FORMELOR MATERNE ȘI PATERNE ASUPRA UMIDITĂȚII HIBRIZI-LOR SIMPLI DE PORUMB .....</b>	<b>72</b>
<i>Vanicovici Nicolai, Spînu Angela, Ciobanu Valentin</i> <b>NEW SOURCE MATERI- AL FOR CORN BREEDING .....</b>	<b>80</b>
<sup>1</sup> <i>Rotari E</i> , <sup>2</sup> <i>Comarova G</i> , <b>STUDIUL PARTICULARITĂȚILOR MANI- FESTĂRII FEC-TULUI HETEROZIS DE DIFERITE TIPURI LA COM- BINAȚIILE HIBRIDE ALE LINIILOR SOMACLONALE DE PORUMB .....</b>	<b>85</b>
<i>Dumitru Cojocari, Galina Comarova</i> , <b>STUDIUL UNOR INDICI DE PRODUC- TIVITATE LA LINII DE PORUMB DIPLOID ȘI TETRAPLOID .....</b>	<b>91</b>
<sup>1</sup> <i>Comarova G, Dr</i> , <sup>1</sup> <i>Rotari A, Dr Hab</i> , <sup>1</sup> <i>Batiru G</i> , <sup>2</sup> <i>Rotari E</i> , <b>FOLOSIREA STUDIILOR BIOCHIMICE MOLECULARE ÎN AMELIORAREA PORUMBULUI ȘI PRODUCȚIA DE SEMINȚE: IMPACTUL CERCETĂRII ÎN PERIOADA 1988-2023.....</b>	<b>96</b>



<i>Постолати Алексей, Рудой Марина</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СЕЛЕКЦИИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ</b> .....	105
<i>Micu Alexandru A, Bucor Nicolae, Micu Alexandru V</i> , <b>EFECTELE IRADIERII CU UNDE LASER LA LINII HOMOZIGOTE DE PORUMB</b> .....	112
<i>Malii Aliona</i> , <b>ANALIZA PERFORMANȚEI A LINIILOR DE SOIA DIN GENERAȚIA M<sub>8</sub> OBȚINUTE PRIN MUTAGENEZĂ INDUSĂ CU RAZE GAMMA</b> .....	117
<i>Valentyna Fedorova, Viktor FAIT, Iryna Balashova, Maryna Balvinska</i> , <b>RELATIONSHIP OF MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS WITH ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF BREAD WINTER WHEAT IN THE STEPPE OF UKRAINE</b> .....	122
<i>Secrieru Silvia, Derendovskaia Antonina</i> <b>INFUENȚA GLICOZIDELOR STEROOIDE ASUPRA INDICIILOR ACTIVITĂȚII FOTOSINTETICE ȘI PRODUCTIVITĂȚII PLANTELOR DE ORZ DE TOAMNĂ</b> .....	129
<i>Saşco Elena</i> , <b>EFECTELE STRESULUI HIDRIC ÎN STADIUL INCIPIENT AL CREȘTERII CA TEST PROMIȚĂTOR PENTRU TOLERANȚA GRÂULUI LA SECETĂ</b> .....	135
<i>Боровская А, Луцкан Е, Иванова Р, Елисовецкая Д</i> , <b>НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС НА СТАРТЕ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ</b> .....	142
<i>Şimon Alina, Cheţan Felicia, Varga Andrei, Rusu Florin, Tritean Nicolae, Rusu Teodor, Călugăr Roxana, dr Urdă Camelia</i> <b>COMPORTAREA HIBRIZILOR DE PORUMB, CREAȚII ALE SCDA TURDA, LA SEMĂNATUL ÎN DIFERITE EPOCI, ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE</b> .....	153
<i>Pintilie Andreea-Sabina<sup>1</sup>, Isticioaia Simona-Florina<sup>1</sup>, Leonte Alexandra<sup>1</sup>, Popa Lorena-Diana<sup>1</sup>, Pintilie Paula-Lucelia<sup>1</sup>, Amarghioalei Roxana Georgiana<sup>1</sup>, Trotuş Elena<sup>1</sup>, Robu Teodor<sup>2</sup></i> <b>EVALUAREA STABILITĂȚII PRODUCȚIEI ȘI A PRINCIPALELOR COMPONENTE ALE ACESTEIA LA UNELE CEREALE PĂIOASE ÎN CONDIȚIILE DIN CENTRUL MOLDOVEI, ROMÂNIA</b> .....	159
<i>Дубиц Д, Мельник А, Бурдужан В</i> , <b>ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНЫХ И АДАПТАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА МЕЛЯГ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ МОЛДОВЫ</b> .....	166
<i>Gribincea Vladimir, Fratea Svetlana, Lebediuc Gheorghe, Luchian Veaceslav</i> <b>STUDIAREA FORMELOR MATERNE ALE HIBRIZILOR DE PORUMB LA DIFERITE DENSITĂȚI DE CULTURĂ</b> .....	171

<i>Bucor Nicolae, Ciobanu Valentin</i>	
<b>PRODUCȚIA HIBRIZILOR DE PORUMB ÎN DEPENDENȚĂ DE GRUPA DE MATURITATE ÎN ZONA DE CENTRU A REPUBLICII MOLDOVA .....</b>	<b>179</b>
<i>Spînu A, Meleca A, Criucicov O, Diaciuc N,</i>	
<b>PRODUCTIVITATEA HIBRIZILOR DE PORUMB „PORUMBENI,, DIN DIFERITE GRUPE DE PRECOCITATE, ÎN DEPENDENȚĂ DE CONDIȚIILE CLIMATICE ȘI REZERVA DE UMIDITATE PRODUCTIVĂ DIN SOL .....</b>	<b>186</b>
<i>Muzafarov N M, Chernobai L M, Barsukov I P, Ponurenko S G, Sikalova O V, Kapustian M V</i>	
<b>USE OF INDICES IN ENVIRONMENTAL TESTING OF MAIZE HYBRIDS .....</b>	<b>193</b>
<i>Walter A Goldstein, James F White</i>	
<b>EXPERIENCE UTILIZING MICROBIAL PARTNERSHIPS FOR SUSTAINABLE HYBRID MAIZE PRODUCTION .....</b>	<b>195</b>
<i>Boincean B, Cebanu D, Zaharco D, Prozorovschi M, Rotari A, Bulat L</i>	
<b>EFFECTUL ASOLAMENTULUI ȘI FERTILIZĂRII SOLULUI LA CULTIVAREA PORUMBULUI PENTRU BOABE .....</b>	<b>203</b>
<i>Вадим Костеневич, Артем Зеленья</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН РАЗЛИЧНОЙ МАССЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ЕГО ВЛАЖНОСТЬ.....</b>	<b>219</b>
<i>Leah Nicolai, Panu Vera, Savin Elena</i>	
<b>PRODUCTIVITATEA PORUMBULUI PENTRU BOABE ÎN FUNCȚIE DE NIVELUL FOSFORULUI MOBIL ÎN CERNOZIOMUL LEVIGAT .....</b>	<b>226</b>
<i>Tamara Leah, Vasile Lungu, Nicolai Leah</i>	
<b>ACȚIUNEA ÎNGRĂȘĂMINTELOR COMPLEXE APLICATE ÎNAINTE DE SEMANAT ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII PORUMBULUI PENTRU BOABE.....</b>	<b>232</b>
<i>Mărginean Raluca, Șopterean Laura, Șimon Alina, Russu Florin, Rusu Teodor, Duda Matei-Marcel</i>	
<b>INFLUENȚA UNOR ELEMENTE TEHNOLOGICE ASUPRA PRODUCȚIEI LA ORZOAICA DE PRIMĂVARĂ.....</b>	<b>240</b>
<i>Владимир Потару</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК УДОБРЕНИЯМИ ВОЕМА STARTER И ВОЕМА VEGETATIVE НА УРОЖАЙ-НОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА .....</b>	<b>247</b>
<i>Lungu Vasile</i>	
<b>BILANȚUL HUMUSULUI ȘI ELEMENTELOR NUTRITIVE SUB PORUMB BOABE ÎN AGRICULTURA MOLDOVEI 1991-2020 .....</b>	<b>254</b>

<i>George Toader, Leonard Ilie</i> <b>TEHNOLOGII INOVATIVE DE FERTILIZARE, BIOSTIMULARE ȘI NUTRIȚIE FOLIARĂ ÎN CULTURILE DE CEREALELE PĂIOASE, PORUMB ȘI OLEAGINOASE .....</b>	<b>259</b>
<i>Rurac Mihail, Spivacenco Anatolie, Meleca Anatolie, Criucicov Oleg</i> <b>PRIMII PAȘI ÎN ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE A TEHNOLOGIEI DE CULTIVARE A PORUMBULUI ÎN CADRUL AGRICULTURII CONSERVATIVE.....</b>	<b>264</b>
<i>Andriucă Valentina, Melnic Rodica</i> <b>ELEMENTE DE FERTILITATE POTENȚIALĂ ȘI EFECTIVĂ A UNOR CERNOZIOMURI SUB TEHNOLOGII APLICATE LA CULTURILE DE CÂMP ÎN RM.....</b>	<b>272</b>
<i>Lungu Vasile</i> <b>MODELE OPTIME DE BILANȚ A HUMUSULUI ȘI ELEMEN-TELOR NUTRITIVE ÎN ASOLAMENTELE DE CÂMP ȘI ÎN AGRICULTURA REPUBLICII MOLDOVA .....</b>	<b>283</b>
<i>Крючков Олег, Мелека Анатолий, Дьячук Наталья, Дрегля Михаил</i> <b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА CONCORDIA 306 SE В ПОСЕВАХ ВЕЧНОГО СОРГО .....</b>	<b>289</b>
<i>Ротарь ЕА, Дрегля МВ</i> <b>ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРГО В УСЛО- ВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА.....</b>	<b>293</b>
<i>Lupașcu Galina, Cristea Nicolae, Gavzer Svetlana</i> <b>INTENSIFICAREA BOLILOR FUNGICE – PROVOCARE MAJORĂ PENTRU GRÂUL COMUN ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA .....</b>	<b>298</b>
<i>IURCU-STRAISTARU Elena; BIVOL Alexei; TODERAȘ Ion; MELECA Anatol; RUSU Ștefan; GLIGA Olesia; CÎRLIG Natalia; RUSU Viorelia</i> <b>REZULTATELE CERCETĂRIILOR COMPARATIVE ASUPRA COMPLEXELOR DE NEMATODE INVAZIVE ASOCIATE CU INSECTELE DĂUNĂTOARE LA CULTURA PORUMB ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA.....</b>	<b>306</b>
<i>Lencauțan Mariana</i> <b>MODIFICAREA SISTEMULUI INTEGRAL DE PROTECȚIE A CULTURII SOIA, TESTAREA PRODUSELOR NOI DE UZ FITOSANITAR .....</b>	<b>315</b>
<i>Erhan Dumitru, Erhan Irina, Rusu Ștefan, Zamornea Maria, Gherasim Elena, Nafornița Nicolae,</i> <b>PARTICULARITĂȚILE POLUĂRII BIOLOGICE A MEDIULUI AMBIANT DE CĂTRE AGENȚII PARAZITARI.....</b>	<b>321</b>

<p><i>Teodor RUSU, Felicia CHEȚAN, Matei-Marcel DUDA, Ileana BOGDAN, Paula Ioana MORARU, Adrian Ioan POP, Alina ȘIMON</i></p> <p><b>EVALUAREA POTENȚIALULUI BIO-PEDOCLIMATIC AL PODIȘULUI TRANSILVANIEI ȘI EVALUAREA PRETABILITĂȚII PENTRU CEREALELE PĂIOASE .....</b></p>	<b>331</b>
<p><i>Андрей Николаевич Литовченко, Людмила Алексеевна Белявская, Анна Геннадьевна Болтенкова</i></p> <p><b>ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ .....</b></p>	<b>342</b>
<p><i>Димитрий Егоров, Наталия Егорова, Лиана Релина, Марина Капустян, Марина Бордун</i></p> <p><b>РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР .....</b></p>	<b>351</b>
<p><i>Diaciuc Natalia, Meleca Anatolie, Criucicov Oleg</i></p> <p><b>ESTIMAREA PRODUCȚIEI DE SEMINȚE DE ARMURARIU RAPORTATĂ LA DENSITĂȚILE DE SEMĂNAT ȘI CONDIȚIILE CLIMATICE .....</b></p>	<b>356</b>
<p><i>Владимир Иванович Кравчук, Александр Николаевич Ганженко, Владимир Михайлович Квак, Олег Михайлович Атаманюк</i></p> <p><b>ИННОВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ ПЛАНТАЦИЙ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР .....</b></p>	<b>363</b>
<p><i>Rosina Bondus, Lidiya Mishchenko, Taras Shevchenko, Mykola Furdyha, Nataliia Zakharchuk, Valentyna Hordiienko, Oleksandr Hordiienko, Sviatoslav Kyrychenko</i></p> <p><b>FORMATION AND COMPOSITION OF A TRAIT COLLECTION OF POTATOES BY STARCH CONTENT AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES .....</b></p>	<b>370</b>



