



*Agricultural
Science* **știința**
agricolă



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

ISSN 1857-0003

E-ISSN 2587-3202

ȘTIINȚA AGRICOLĂ

AGRICULTURAL SCIENCE

01 / 2025

CHIȘINĂU 2025

Revista „Știința agricolă” a fost fondată în anul 2005 de către Universitatea Agrară de Stat din Moldova (reorganizată prin fuziune (absorbție) de către Universitatea Tehnică a Moldovei, conform HG 485 din 13.07.2022) și Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro”.

Revista este o publicație științifică de specialitate, recenzată, cu acoperire internațională, adresată oamenilor de știință, cercetătorilor, cadrelor didactice, specialiștilor din complexul agroindustrial și ramurile conexe. Ea constituie o platformă de publicare și diseminare a rezultatelor cercetărilor științifice atât a cercetătorilor din Republica Moldova, cât și de peste hotare.

Domenii de publicare:

Agronomie
Horticultură
Silvicultură
Ecologie și protecția mediului
Zootehnie și biotehnologii
Medicină veterinară
Inginerie agrară
Economie agrară

În baza deciziei Consiliului de Conducere al Agenției Naționale de Asigurare a Calității în Educație și Cercetare nr. 18 din 01 martie 2022 revista „Știința agricolă” a fost clasificată în categoria B.

Această revistă este pusă la dispoziție sub Licența Creative Commons Atribuire 4.0 Internațional (CC BY 4.0).

Revista are o periodicitate bianuală și este disponibilă în versiune tipărită și electronică.

<https://press.utm.md/index.php/as>

Redactor-șef:

Sergiu POPA,

Dr. conf. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei, sergiu.popa@h.utm.md**Redactor-șef adjunct:**

Victor SFECLĂ

Lector universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei, victor.sfecla@spp.utm.md**Colegiul de redacție:**

Boris GĂINĂ,

doctor habilitat, academician al Academiei de Științe a Moldovei (Republica Moldova)

Ioan ȚENU,

doctor, profesor universitar, academician al AȘR, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Tlektes ESPOLOV,

doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Națională de Cercetare Agricolă din Kazahstan, academician al Academiei de Științe din Kazahstan (Kazahstan)

Garib MAMMADOV,

doctor habilitat, academician, Academia Națională de Științe din Azerbaidjan (Azerbaidjan)

Arshaluys POGHOS

TARVERDYAN, doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘA (Armenia)

Alexandru STRATAN,

doctor habilitat, Academia de Studii Economice din Moldova, membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei, (Republica Moldova)

Thomas HERZFELD,

doctor, profesor universitar, Institutul Leibniz de Dezvoltare Agricolă în Economii în Tranziție (Germania)

Florin STĂNICĂ,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București (România)

Vasile VÎNTU,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Ioan Vasile ABRUDAN,

doctor, profesor universitar, Universitatea Transilvania din Brașov (România)

Radu SESTRĂȘ,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca (România)

Seyit AYDIN,

doctor, profesor universitar, Universitatea Kastamonu (Turcia)

Sezgin AYAN,

doctor, profesor universitar, Universitatea Kastamonu (Turcia)

Gerard JIȚĂREANU,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Tatiana IVANOVA,

doctor, conferențiar universitar, Universitatea de Științe ale Vieții din Praga (Cehia)

Vera POTOPOVĂ,

doctor, conferențiar universitar, Universitatea de Științe ale Vieții din Praga (Cehia)

Jitka KUMHALOVA,

doctor, conferențiar universitar, Universitatea de Științe ale Vieții din Praga (Cehia)

Gagik TOVMASYAN,

doctor, conferențiar universitar, Universitatea Națională Agricolă din Armenia (Armenia)

Cornel CĂTOI,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca (România)

Bogdan POPA,

doctor, profesor universitar, Universitatea Transilvania din Brașov (România)

Adelina DUMITRĂȘ,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca (România)

Cosmin Alin POPESCU,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara (România)

Cătălin-Constantin ROIBU,

doctor, profesor universitar, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava (România)

Ioana GROZEA,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I” din Timișoara (România)

Eugen ULEA,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Mihai TALMACIU,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Daniel SIMEANU,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Nicoleta MATEOC-SIRB,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I”, Timișoara (România)

Grigore MARIAN,

doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei (Republica Moldova)

Valerian BALAN,

doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei (Republica Moldova)

Larisa CAISÎN,

doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei (Republica Moldova)

Nicolae STARCIUC,

doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei (Republica Moldova)

Grigori BATÎRU

doctor, conferențiar universitar, Universitatea Tehnică a Moldovei (Republica Moldova)

Gheorghe SAVUȚA,

doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)

Nadiia DAVYDENKO,

doctor, profesor universitar, Universitatea Națională de Științe ale Vieții și Mediului din Ucraina (Ucraina)

Redactor coordonator:

Viorica LUPU

viorica.lupu@lib.utm.md**Producție editorială:**

Viorica LUPU

Octavian TVERDOHLEB

Ana RURAC

Editor-in-chief

Sergiu POPA

Ph.D., Associate Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

sergiu.popa@h.utm.md**Deputy Editor-in-chief**

Victor SFECLĂ

Lecturer, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

victor.sfecla@spp.utm.md**Editorial Board**

Boris GAINA,

Doctor Habilitatus, Academician of the Academy of Sciences of Moldova (Republic of Moldova)

Ioan TENU,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Academician of Romanian Academy of Scientists (Romania)

Tlektes ESPOLOV,

Doctor Habilitatus, Professor, Kazakh National Agrarian University, Academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan)

Garib MAMMADOV,

Doctor Habilitatus, Academician of Azerbaijan National Academy of Sciences (Azerbaijan)

Arshaluys POGHOS

TARVERDYAN, Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the Armenian Academy of Sciences (Armenia)

Alexandru STRATAN,

Doctor Habilitatus, Academy of Economic Studies of Moldova, corresponding member of the Academy of Sciences of Moldova (Republic of Moldova)

Thomas HERZFELD,

Ph.D., Professor, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (Germany)

Florin STANICA,

Ph.D., Professor, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest (Romania)

Vasile VINTU,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Ioan Vasile ABRUDAN,

Ph.D., Professor, Transilvania University of Brasov (Romania)

Radu SESTRAS,

Ph.D., Professor, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca (Romania)

Seyit AYDIN,

Ph.D., Professor, Kastamonu University (Turkey)

Sezgin AYAN,

Ph.D., Professor, Kastamonu University (Turkey)

Gerard JITAREANU,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Tatiana IVANOVA,

Ph.D., Associate Professor, Czech University of Life Sciences Prague (Czech Republic)

Vera POTOPOVA,

Ph.D., Associate Professor, Czech University of Life Sciences Prague (Czech Republic)

Jitka KUMHALOVA,

Ph.D., Associate Professor, Czech University of Life Sciences Prague (Czech Republic)

Gagik TOVMASYAN,

Ph.D., Associate Professor, Armenian National Agrarian University (Armenia)

Cornel CATOI,

Ph.D., Professor, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca (Romania)

Bogdan POPA,

Ph.D., Professor, Transilvania University of Brasov (Romania)

Adelina DUMITRAS,

Ph.D., Professor, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca (Romania)

Cosmin Alin POPESCU, Ph.D., Professor, University of Life Sciences „King Mihai I” from Timisoara (Romania)

Cătălin-Constantin ROIBU, Ph.D., Professor, Ștefan cel Mare University of Suceava (Romania)

Ioana GROZEA,

Ph.D., Professor, University of Life Sciences „King Mihai I” from Timisoara (Romania)

Eugen ULEA,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Mihai TALMACIU,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Daniel SIMEANU,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Nicoleta MATEOC-SIRB, Ph.D., Professor, University of Life Sciences „King Mihai I” from Timisoara (Romania)

Grigore MARIAN,

Doctor Habilitatus, Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

Valerian BALAN,

Doctor Habilitatus, Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

Larisa CAISIN,

Doctor Habilitatus, Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

Nicolae STARCIUC,

Doctor Habilitatus, Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

Grigorii BATÎRU

Ph.D., Associate Professor, Technical University of Moldova (Republic of Moldova)

Gheorghe SAVUTA,

Ph.D., Professor, "Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences (Romania)

Nadiia DAVYDENKO,

Ph.D., Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine)

Coordinator Editor

Viorica LUPU

viorica.lupu@lib.utm.md**Editorial Production:**

Viorica LUPU

Octavian TVERDOHLEB

Ana RURAC

CUPRINS

Grigorii BATIRU, Dumitru COJOCARI, Serghei BOUNEGRU, Galina COMAROVA IMPACTUL GENOTIPULUI, PLOIDIEI ȘI FACTORILOR DE MEDIU ASUPRA CARACTERELOR MORFOLOGICE ȘI PRODUCTIVE ALE PORUMBULUI	7
Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Alexei SPÎNU, Valentina SPÎNU, Ruslana DONICI EVALUAREA HIBRIZILOR SIMPLI ȘI SIMPLI MODIFICAȚI DE PORUMB TIMPURIU DEZVOLTAȚI ÎN MODELUL HETEROTIC IODËNT X BSSS-B37.....	14
Aliona MALII EVALUAREA PRODUCTIVITĂȚII ȘI A PARAMETRILOR AGROBIOLOGICI LA GENOTIPURILE DE SOIA ÎN FUNCȚIE DE EPOCA DE SEMĂNAT.....	24
Mihail RURAC, Boris NAZAR, Sergiu GAVRILAȘ AGRICULTURA CONVENȚIONALĂ VERSUS AGRICULTURA CONSERVATIVĂ: DIFERENȚE ȘI PERSPECTIVE	32
Виктор БУРДУЖАН, Даниела ДУБИЦ, Сильвия СЕКРИЕРУ, Анжела МЕЛЬНИК ОЦЕНКА ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К УСЛОВИЯМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА	42
Светлана МАЦКОВА, Алексей ГУМАНЮК, Елена СТОЯНОВА ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА УРОЖАЙНОСТЬ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ.....	52
Maxim BURLACU COMPORTAREA SOIURILOR DE PRUN ÎN PERIOADA DE FRUCTIFICARE ÎN ZONA DE NORD A REPUBLICII MOLDOVA.....	62
Vasile ȘARBAN, Valerian BALAN, Inna BÎLICI EFECTELE TĂIERII POMILOR DE CIREȘ (PRUNUS AVIUM L.) ASUPRA RANDAMENTULUI ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR	72
Ion PALADI EFICIENȚA PREPARATELOR TRICHODERMIN-SC ȘI UNICAL, SC ÎN CONTROLUL PUTREGAIULUI CENUȘIU LA FLOAREA-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE INTENSIFICĂRII CULTURII ÎN ZONA DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA	83
Миланья МАКОВЕЇ ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ СЕЛЕКЦИОННО- ЦЕННЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА	90
Sergiu BĂDĂRĂU, Alexei BIVOL EFICACITATEA BIOLOGICĂ COMPARATIVĂ A UNOR PRODUSE DE UZ FITOSANITAR STROBILURINICE ȘI TRIAZOLO-STROBILURINICE PENTRU COMBATerea UNOR MICOZE ÎN CULTURILE DE FLOAREA-SOARELUI.....	102
Victor POPESCU, Mihail BALAN, Igor BEȘLEAGA, Igor GÎDEI, Ion VIȘANU, Igor KURDOV ANALIZA CÂMPULUI DE TEMPERATURĂ LA DESHIDRATAREA FRUCTELOR CU APLICAREA MICROUNDELOR	111
Ana CHIȚANU SURSE DE ALIMENTE NOI PE PIAȚA AUTOHTONĂ.....	121
Nicolae EREMIA, Oleg MAȘNER, Iana PETCU, Vitalie JERECHI EVALUAREA UTILIZĂRII ALBINELOR LA POLENIZAREA RAPIȚEI.....	130
Veronica PRISĂCARU, Olga CAUȘ BARIERELE ÎN APLICAREA INOVAȚIILOR ÎN SECTORUL AGROAILIMENTAR AL REPUBLICII MOLDOVA	143

CONTENTS

Grigorii BATIRU, Dumitru COJOCARI, Serghei BOUNEGRU, Galina COMAROVA THE IMPACT OF GENOTYPE, PLOIDY AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE TRAITS OF MAIZE.....	7
Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Alexei SPÎNU, Valentina SPÎNU, Ruslana DONICI EVALUATION OF SINGLE AND SINGLE MODIFIED EARLY MAIZE HYBRIDS DEVELOPED IN THE HETEROTIC MODEL IODENT X BSSS-B37.....	14
Aliona MALII ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY AND AGROBIOLOGICAL PARAMETERS IN SOYBEAN GENOTYPES AS INFLUENCED BY SOWING TIME.....	24
Mihail RURAC, Boris NAZAR, Sergiu GAVRILAȘ CONVENTIONAL AGRICULTURE VERSUS CONSERVATION AGRICULTURE: DIFFERENCES AND PERSPECTIVES	32
Victor BURDUJAN, Daniela DUBIT, Silvia SECRIERU, Angela MELNIC ASSESSMENT OF PRODUCTIVE POTENTIAL AND AGROECOLOGICAL ADAPTABILITY OF WINTER BARLEY GENOTYPES TO CULTIVATION CONDITIONS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA.....	42
Svetlana MATSKOVA, Aleksey GUMANYUK, Elena STOYANOVA INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON SUNFLOWER YIELD UNDER TRICKLE IRRIGATION.....	52
Maxim BURLACU BEHAVIOUR OF PLUM VARIETIES IN FRUITING PERIOD IN THE NORTHERN ZONE OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA.....	62
Vasile ȘARBAN, Valerian BALAN, Inna BÎLICI EFFECTS OF PRUNING CHERRY TREES (<i>PRUNUS AVIUM L.</i>) ON FRUIT YIELD AND QUALITY	72
Ion PALADI EFFICIENCY OF THE PREPARATIONS TRICHODERMIN-SC AND UNICAL, SC FOR THE CONTROL OF GREY MOULD IN SUNFLOWER IN THE CONDITIONS OF CULTIVATION INTENSIFICATION IN THE SOUTH ZONE OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA	83
Milania MACOBEI THE PHENOLOGICAL VARIABILITY OF THE MAIN SELECTION-VALUABLE QUANTITATIVE TRAITS IN F₁ TOMATO HYBRIDS.....	90
Sergiu BĂDĂRĂU, Alexei BIVOL COMPARATIVE BIOLOGICAL EFFICIENCY OF SOME STROBILURIN-BASED AND TRIAZOLE-STROBILURIN-BASED PHYTOSANITARY PRODUCTS FOR THE CONTROL OF SOME FUNGAL DISEASES IN SUNFLOWER CROPS.....	102
Victor POPESCU, Mihail BALAN, Igor BEȘLEAGA, Igor GÎDEI, Ion VIȘANU, Igor KURDOV ANALYSIS OF TEMPERATURE FIELD DURING FRUIT DEHYDRATION WITH MICROWAVE APPLICATION.....	111
Ana CHIȚANU NEW FOOD SOURCES ON THE DOMESTIC MARKET	121
Nicolae EREMIA, Oleg MAȘNER, Iana PETCU, Vitalie JERECHI EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF USING BEES FOR RAPESED POLLINATION	130
Veronica PRISĂCARU, Olga CAUȘ BARRIERS TO THE IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS IN THE AGRI-FOOD SECTOR OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA.....	143

DOI: 10.55505/SA.2025.1.01
UDC: 633.15:631.528.2:631.524



IMPACTUL GENOTIPULUI, PLOIDIEI ȘI FACTORILOR DE MEDIU ASUPRA CARACTERELOR MORFOLOGICE ȘI PRODUCTIVE ALE PORUMBULUI

Grigorii BATIRU*, ORCID: 0000-0003-4585-6294,
Dumitru COJOCARI, ORCID: 0000-0002-4353-2328,
Serghei BOUNEGRU, ORCID: 0009-0007-7643-7558,
Galina COMAROVA, ORCID: 0009-0001-0063-4586

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Grigorii BATIRU – e-mail: grigorii.batiru@am.utm.md

Abstract. Maize is an essential crop for global food security, providing vital nutrients to billions of people. Its adaptation to climate challenges requires the development of productive and resilient varieties using both conventional and molecular breeding methods. Polyploidy significantly contributes to genetic diversity, with effects such as increasing plant organ size, reducing the impact of harmful mutations, and enhancing heterosis. The aim of this research was to evaluate the morphological and productive characteristics of diploid and tetraploid maize lines under polyfactorial experimental conditions. The study was conducted during the 2023-2024 period on the experimental field of the Faculty of Agricultural, Forestry, and Environmental Sciences at the Technical University of Moldova, on a typical chernozem soil under irrigated conditions. The biological material included three maize lines at both diploid and tetraploid levels. The analyzed parameters were plant height, ear insertion height, leaf size, panicle length, number of branches, and yield. The data obtained were statistically analyzed using the Fisher polyfactorial test. The factors investigated were year of research, ploidy, genotype, and replication. The experimental results showed that genotype and ploidy are the main determinants of morphological and agronomic trait variation, significantly influencing ($p < 0.05$) plant height, leaf size, and panicle architecture. Environmental factors, especially the year of the experiment, had a variable impact, mainly affecting leaf and panicle size, but with a limited effect on yield. The interactions between genotype, ploidy, and the year of the experiment highlight the complexity of these influences on plant development. Their significance suggests that breeding strategies should consider optimal genotype-ploidy combinations to obtain stable and high-yielding varieties.

Keywords: *Diploid maize; Tetraploid maize; Inbred lines; Morphometric traits; Yield; Variance analysis.*

Rezumat. Porumbul este o cultură esențială pentru securitatea alimentară globală, furnizând nutrienți importanți pentru miliarde de oameni. Adaptarea sa la provocările climatice necesită dezvoltarea unor soiuri productive și rezistente, utilizând metode convenționale și moleculare. Poliploidia contribuie semnificativ la diversitatea genetică, având efecte precum creșterea dimensiunii organelor vegetale, reducerea impactului mutațiilor dăunătoare și sporirea heterozisului. Scopul acestei cercetări a fost evaluarea caracteristicilor morfologice și productive ale unor liniilor de porumb diploid și tetraploid în condiții experimentale polifactoriale. Studiul s-a desfășurat în perioada 2023-2024 pe lotul Facultății de Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului, Universitatea Tehnică

a Moldovei, pe un sol de tip cernoziom moderat humifer în condiții de irigare. Materialul biologic a inclus trei linii de porumb la nivel diploid și tetraploid, iar parametrii analizați au fost talia plantelor, înălțimea de inserție a știuletelui, dimensiunile frunzelor, lungimea paniculului, numărul de ramificații și recolta. Datele obținute au fost analizate statistic prin testul Fisher polifactorial. Factorii cercetați au fost anul de cercetare, ploidia, genotipul și repetiția. Rezultatele experimentale, au arătat că genotipul și ploidia sunt principalii factori determinanți ai variației caracterelor morfologice și agronomice, influențând în mod semnificativ ($p < 0.05$) trăsături precum talia plantelor, dimensiunile frunzelor și arhitectura paniculului. Factorii de mediu, în special anul experimentului, a avut un impact variabil, influențând în special dimensiunea frunzelor și paniculului, dar având un efect redus asupra recoltei. Interacțiunile dintre genotip, ploidie și anul experimentului evidențiază complexitatea influenței acestor factori asupra dezvoltării plantelor, iar semnificația acestora sugerează că strategiile de ameliorare ar trebui să ia în considerare combinațiile optime pentru a obține genotipuri stabile și productive.

Cuvinte-cheie: *Porumb diploid; Porumb tetraploid; Linii consangvinizate; Caractere morfometrice; Recoltă; Analiza varianței.*

INTRODUCERE

Porumbul este o cultură agricolă vitală pentru miliarde de oameni din întreaga lume. El constituie baza securității alimentare, furnizând carbohidrați, proteine și micronutrienți esențiali, susținând rațiile în țările în curs de dezvoltare (Wang & Zhang 2024; Shiferaw et al., 2011). În Republica Moldova, porumbul se numără printre cele mai valoroase culturi agricole, cu o producție medie anuală de 1,59 milioane de tone în perioada 2019–2023, estimându-se o creștere la 2,55 milioane de tone până în 2026 (IPAD, 2024; ReportLinker, 2025). Reprezentând 21,23% din producția totală de culturi, porumbul este cea mai cultivată cereală din țară (Petrea et al., 2020). Schimbările climatice, caracterizate de secete prelungite și temperaturi extreme, pun în pericol producția agricolă, făcând această cultură tot mai dificil de cultivat. Fără măsuri de adaptare, randamentele ar putea scădea semnificativ în multe regiuni (Aslam et al., 2015). Ameliorarea rezistenței la stresul biotic și abiotic va fi esențială pentru satisfacerea cererii viitoare de porumb, necesitând dezvoltarea unor soiuri productive, tolerante la stres și adaptabile în diverse condiții, printr-o combinație eficientă de metode convenționale și moleculare (Shiferaw et al., 2011; Musteata, 2024; Andorf et al., 2019).

Poliploidia reprezintă un fenomen prin care o plantă are un număr mai mare de seturi de cromozomi decât în mod normal (Palii, 1998). Acest mecanism, pe lângă rolul său în evoluția plantelor (Tate et al., 2005) și animalelor (Gregory & Mable, 2005) asigură o sporire considerabilă a variabilității genetice de care depinde succesul în ameliorare (Palii, 2014). Unele dintre cele mai semnificative efecte ale poliploidiei în ameliorarea plantelor includ mărirea dimensiunii organelor vegetale (efectul „gigas”), reducerea impactului mutațiilor dăunătoare, creșterea heterozigoției și sporirea heterozisului (vigorii hibride) (Sattler et al., 2016). Redundanța genomică determină un efect protector asupra mutațiilor dăunătoare, deoarece copiile suplimentare ale genelor pot compensa modificările negative. Astfel, poliploidii pot fi mai toleranți la mutații și mai puțin afectați de depresia de consangvinizare. Totodată, genele duplicate pot suferi modificări care le permit să dobândească funcții noi, contribuind la diversificarea adaptivă a poliploizilor (Udall & Wendel, 2006; Ramsey & Schemske, 2002). Eforturile de ameliorare a porumbului poliploid au fost mult mai reduse în comparație cu cele dedicate porumbului diploid, ceea ce subliniază necesitatea aprofundării cercetării asupra efectelor ge-

netice, mecanismelor implicate și potențialului poliploidiei în genetica și ameliorarea acestei culturi. Înțelegerea acestui fenomen ar putea deschide noi perspective pentru aplicarea sa în ameliorarea practică a porumbului, contribuind la dezvoltarea unor soiuri productive stabile și mai rezistente (Batiru & Lübberstedt, 2024). Reieșind din cele menționate, scopul cercetării constă în evaluarea unor caracteristici morfologice și productive la liniile de porumb diploid și tetraploid în experimente polifactoriale.

MATERIALE ȘI METODE

Experimentele s-au desfășurat în perioada 2023-2024 pe lotul experimental al Facultății de Științe Agricole, Silvice și ale Mediului din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, pe un sol de tip cernoziom moderat humifer. Cercetările au avut loc în condiții climatice caracterizate prin temperaturi ridicate și un deficit hidric accentuat în fazele critice de dezvoltare a culturii. Pentru a compensa lipsa apei, s-a utilizat irigarea prin picurare, însă temperatura, în special în perioada de înflorire și umplere a boabelor, a rămas principalul factor limitativ. Tetraploizii, în mod deosebit liniile, sunt mai sensibile la secetă decât diploizii (Batiru & Lübberstedt, 2024). În ambele sezoane (aprilie-septembrie 2023 și 2024), temperaturile au fost constant peste media multianuală.

Materialul biologic utilizat în experiment a inclus trei linii de porumb – P346, C81 și SL343 (Figura 1) – pentru care s-au obținut forme tetraploide prin metoda de inducere cu colchicină (Palii & Batîru, 2011). Atât în 2023, cât și 2024, semănatul s-a realizat pe parcele de 5 m², în două repetiții, utilizând o dispunere aleatorie în blocuri. Cultura a fost întreținută prin aplicarea unor practici comune porumbului de control al buruienilor și rărire a plantelor.

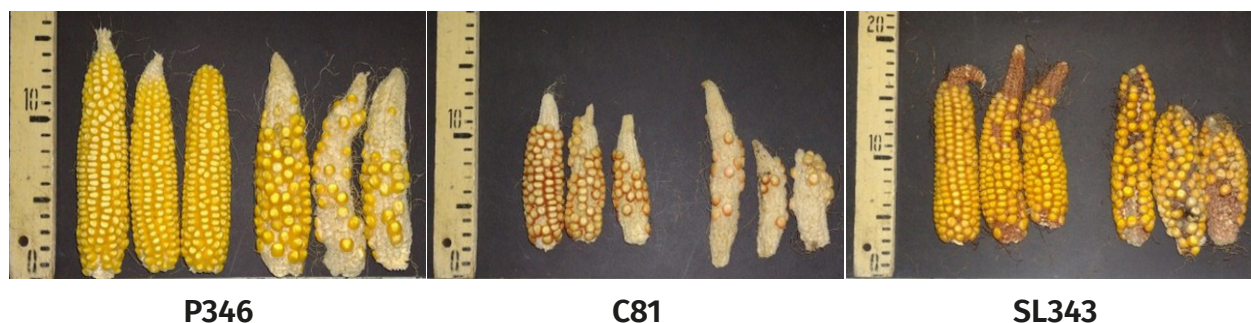


Figura 1. Știuleți diploizi și tetraploizi la liniile de porumb P346, C81 și SL343. Pe fiecare imagine în partea stângă sunt reprezentați câte trei știuleți diploizi, iar în dreapta - câte trei știuleți tetraploizi.

Pentru a menține puritatea genetică și a controla procesul de polenizare, plantele au fost izolate pe durata înfloririi și polenizate manual sub izolatoare speciale, prevenind contaminarea cu polen străin și asigurând o fecundare controlată. Aceste condiții au fost menținute până la recoltare pentru a elimina factorii care ar putea influența rezultatele experimentale.

Cercetarea a constat în efectuarea unor măsurători asupra plantelor după înflorire, în momentul în care acestea au atins dezvoltarea maximă, analizând caracteristici morfologice și agronomice esențiale. Printre parametrii evaluați s-au numărat talia plantelor (*H*), înălțimea de inserție a știuletelui (*Hins*), dimensiunile frunzelor (*Lungimea* – *Lfr*, *lățimea* – *Lafr*), precum și lungimea paniculului (*Lpan*) și numărul de ramificații (*Nram*), factori asociați cu potențialul de producție și fertilitatea polenului.

După recoltare, știuleții au fost analizați prin măsurători ale lungimii, grosimii și masei acestora, precum și prin determinarea masei rahisului, informații esențiale pentru calculul recoltei totale și compararea performanței diferitelor genotipuri. Datele obținute au fost supuse analizei statistice a varianței utilizând testul Fisher polifactorial, la un nivel de semnificație de 0,05, cu ajutorul programului Statgraphics. Factorii cercetați au fost *Anul de cercetare*, *Ploidia*, *Genotipul* și *Repetiția*. Această analiză a permis identificarea principalelor surse de variație cauzate de influența factorilor genetici și de mediu asupra caracterelor agronomice studiate, oferind astfel o perspectivă detaliată asupra interacțiunilor dintre acești factori.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Caracteristicile analizate sunt controlate de gene multiple, al căror număr variază, și au un rol crucial în determinarea productivității plantelor. Acestea influențează direct capacitatea plantelor de a utiliza eficient resursele disponibile, precum lumina, apa și nutrienții, contribuind la optimizarea proceselor de creștere și dezvoltare. Impactul lor asupra formării biomasei și a randamentului final este semnificativ, ceea ce face ca evaluarea și selecția acestor parametri să fie esențiale pentru creșterea potențialului productiv și maximizarea recoltei.

Rezultatele evidențiate în tabelul 1 oferă o perspectivă clară asupra factorilor care influențează trăsăturile morfologice și agronomice ale genotipurilor studiate. Se remarcă faptul că genotipul și ploidia sunt principalii factori determinanți ai variației caracterelor analizate, ceea ce subliniază importanța selecției genetice în optimizarea producției. Genotipul are un efect semnificativ asupra tuturor parametrilor măsurați, indicând existența unei diversități genetice relevante, ce poate fi exploatată în programele de ameliorare.

Tabelul 1. Analiza probabilistică a efectelor principale și a interacțiunilor factorilor asupra caracterelor morfologice și producției la liniile de porumb diploid și tetraploid

Sursa de variabilitate	Valorile probabilității pentru:						
	Talia plantelor	Insertia știuletelui	Lungimea frunzei	Lățimea frunzei	Lungimea paniculului	Numărul de ramificații pe panicul	Recolta
EFECTE PRINCIPALE							
A: Anul	0,049	0,534	0,000	0,000	0,000	0,002	0,346
B: Ploidia	0,000	0,294	0,000	0,013	0,000	0,001	0,001
C: Genotipul	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
D: Repetiția	0,527	0,311	0,509	0,594	0,470	0,687	0,205
INTERACȚIUNI							
AB	0,489	0,109	0,365	0,015	0,890	0,324	0,195
AC	0,000	0,000	0,130	0,008	0,002	0,000	0,062
AD	0,755	0,092	0,052	0,585	0,525	0,000	0,060
BC	0,000	0,000	0,191	0,000	0,000	0,000	0,012
BD	0,002	0,383	0,002	0,065	0,084	0,225	0,067
CD	0,473	0,240	0,059	0,197	0,666	0,000	0,085

ABC	0,788	0,259	0,163	0,186	0,004	0,466	0,046
ABD	0,717	0,672	0,413	0,020	0,048	0,010	0,062
ACD	0,004	0,001	0,003	0,232	0,251	0,000	0,043
BCD	0,699	0,602	0,635	0,322	0,484	0,061	0,262

De asemenea, anul experimentului influențează semnificativ anumite trăsături, precum talia plantelor, dimensiunile frunzelor și structura paniculului, ceea ce sugerează că factorii de mediu joacă un rol esențial în dezvoltarea plantelor. Totuși, impactul anului asupra recoltei nu este semnificativ, ceea ce poate indica o adaptabilitate bună a genotipurilor utilizate sau o stabilitate relativă a randamentului în diferite condiții climatice. Această tendință ar putea fi clarificată în condiții de aprovizionare cu apă exclusiv din precipitații, deoarece porumbul reacționează puternic la deficitul de precipitații în anii secetoși (Aslam et al., 2015).

Interacțiunile dintre factori oferă informații valoroase despre complexitatea modului în care genotipul și mediul influențează caracterele plantelor. De exemplu, interacțiunea dintre anul experimentului și genotip (AC) are un impact semnificativ asupra mai multor caracteristici, inclusiv asupra recoltei, ceea ce sugerează că unele genotipuri pot răspunde diferit în funcție de condițiile anuale. La fel, interacțiunea dintre ploidie și genotip (BC) este semnificativă pentru numeroase trăsături, indicând că efectul ploidiei asupra caracterelor agronomice poate varia în funcție de genotipul specific.

Pe de altă parte, repetiția experimentului nu a avut un efect semnificativ asupra caracterelor analizate, ceea ce confirmă o bună consistență și reproductibilitate a măsurătorilor. Acest aspect este esențial pentru validitatea concluziilor, asigurând că variațiile observate sunt determinate de factori biologici reali și nu de erori experimentale.

Un alt aspect important este faptul că interacțiunea complexă dintre an, ploidie și genotip (ABC) are un efect semnificativ asupra recoltei, ceea ce sugerează că strategiile de ameliorare trebuie să ia în considerare aceste combinații pentru a obține genotipuri cu stabilitate ridicată și productivitate optimă.

Pentru a înțelege mai bine în ce proporție fiecare factor contribuie la variația totală a recoltei, s-au calculat componentele de variație (Figura 2).

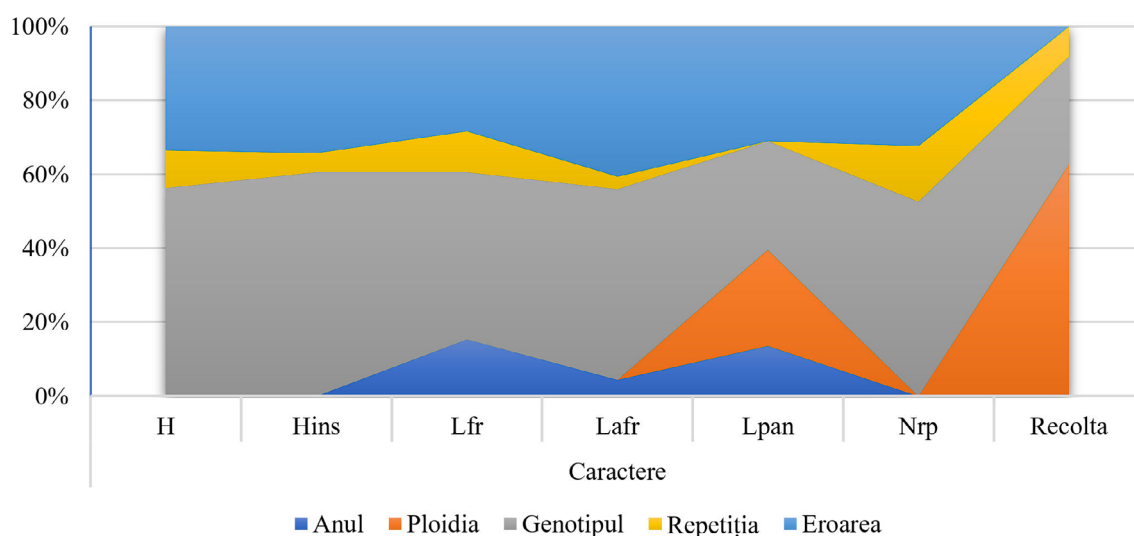


Figura 2. Ponderea surselor de variație în determinarea caracterelor la linii diploide și tetraploide de porumb

Rezultatele evidențiate în tabel oferă o imagine clară asupra modului în care diferite surse de variație influențează caracteristicile morfologice și agronomice ale plantelor analizate. Genotipul se dovedește a fi factorul determinant principal, având cea mai mare contribuție la variabilitatea taliei plantelor, a inserției știuletelui, a dimensiunilor frunzelor și a paniculului. Acest lucru subliniază importanța selecției genetice, întrucât diferențele dintre genotipuri explică în mare parte variabilitatea acestor trăsături. Cu alte cuvinte, îmbunătățirea genetică poate avea un impact semnificativ asupra optimizării acestor parametri.

În schimb, anul experimentului exercită un efect limitat, influențând mai ales lungimea frunzei și paniculului, dar fără un impact major asupra altor trăsături. Aceasta sugerează că, deși condițiile anuale pot modifica ușor dezvoltarea plantelor, ele nu sunt factorul dominant, ceea ce poate indica o stabilitate relativă a caracterelor studiate în fața variațiilor de mediu. În condiții fără irigație, aceste efecte, după cum am menționat deja, ar putea căpăta un al nivel de semnificație. Factorul limitant în așa caz rămâne a fi regimul de lumină și temperatură.

Un aspect interesant este rolul ploidiei, care pare să aibă un efect marcant doar asupra lungimii paniculului și a numărului de ramificații pe panicul. Ponderea ridicată a acestui factor în variabilitatea acestor două trăsături indică faptul că nivelul de ploidie influențează în mod direct dezvoltarea organelor reproductive, având probabil un impact asupra fertilității și arhitecturii inflorescențelor.

Pe de altă parte, repetiția experimentului contribuie doar marginal la variația observată, ceea ce confirmă o bună fiabilitate a măsurărilor, deși are o influență mai vizibilă asupra numărului de ramificații pe panicul și a taliei plantelor. Aceasta ar putea sugera că anumite efecte ale poziționării plantelor sau ale microclimatului pot introduce o anumită variabilitate.

În ceea ce privește eroarea experimentală, aceasta este relativ ridicată pentru anumite trăsături, în special pentru dimensiunile frunzelor și structura paniculului. Aceasta ar putea fi cauzată de factori necontrolați ai mediului și/sau de variații naturale în dezvoltarea plantelor din cadrul fiecărei parcele, deci. Pentru a îmbunătăți precizia rezultatelor, ar putea fi necesare un număr mai mare de repetiții sau o standardizare mai riguroasă a condițiilor de testare.

CONCLUZII

Genotipul și ploidia sunt principalii factori determinanți ai variației caracterelor morfologice și agronomice, influențând în mod semnificativ trăsături precum talia plantelor, dimensiunile frunzelor și arhitectura paniculului. Această constatare subliniază importanța ameliorării genetice în optimizarea productivității și adaptabilității plantelor.

Factorii de mediu, în special anul experimentului, au un impact variabil asupra trăsăturilor plantelor, influențând în special dimensiunea frunzelor și paniculului, dar având un efect redus asupra recoltei. Aceasta indică o relativă stabilitate a randamentului în diferite condiții climatice, deși în regimuri de precipitații variabile, aceste efecte ar putea deveni mai pronunțate.

Interacțiunile dintre genotip, ploidie și anul experimentului evidențiază complexitatea influenței acestor factori asupra dezvoltării plantelor, iar semnificația acestora sugerează că strategiile de ameliorare ar trebui să ia în considerare combinațiile optime pentru a obține genotipuri stabile și cu randament ridicat.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDORF, Carson; William D. BEAVIS; Matthew HUFFORD; Stephen SMITH; Walter P. SUZA et al. (2019). Technological advances in maize breeding: past, present and future. *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 132, no. 3, pp. 817-849. DOI 10.1007/s00122-019-03306-3.
2. ASLAM, Muhammad; Muhammad Amir MAQBOOL and Rahime ENGIZ (2015). *Drought stress in maize (Zea Mays L.), effects, resistance mechanisms, global achievements and biological strategies for improvement*. Cham: Springer International Publishing, 75 p. ISBN 978-3-319-25440-1. DOI 10.1007/978-3-319-25442-5.
3. BATIRU, Grigorii and Thomas LÜBBERSTEDT (2024). Polyploidy in maize: from evolution to breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 137, no. 8, p. 182. DOI 10.1007/s00122-024-04688-9.
4. GREGORY, T. R. and B. K. MABLE (2005). Polyploidy in animals. Chapter 8. In: T. R. GREGORY (ed.), *The Evolution of the Genome*. London: Elsevier Academic Press, pp. 427-517. ISBN 0-12-301463-8.
5. IPAD (2024). *Moldova crop production summary*. Disponibil: <https://ipad.fas.usda.gov>
6. MUSTEATA, Simion (2024). 50 de ani în serviciul ameliorării porumbului și producerii semințelor. In: *Realizări științifice în ameliorarea porumbului și altor culturi cerealiere: materialele conferinței științifice – practice cu participare internațională - 50 ani de activitate a Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”, 11-12 septembrie 2024, Pașcani. Chișinău: „Print-Caro” SRL, 2024, pp. 13-21. ISBN 978-5-85748-029-8.*
7. PALII, Andrei (1998). *Genetica*. Chișinău: Museum. 352 p. ISBN 9975-905-19-6.
8. PALII, Andrei (2014). *Ameliorarea plantelor*. Chișinău: Foxtrot. 216 p. ISBN 978-9975-120-46-3.
9. PALII, Andrei și Grigorii BATÎRU (2011). Obținerea experimentală a formelor tetraploide de porumb opaque-2. In: *Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmice în producerea de semințe: materialele conferinței internaționale*. Chișinău, pp. 88-97.
10. PETREA, Ștefan-Mihai; Dragos Sebastian CRISTEA; Maria Magdalena TUREK RAHOVEANU; Cristina Gabriela ZAMFIR; Adrian Turek RAHOVEANU et al. (2020). Perspectives of the Moldavian agricultural sector by using a custom-developed analytical framework. *Sustainability*, vol. 12, no. 11, p. 4671. DOI 10.3390/SU12114671.
11. RAMSEY, Justin and Douglas W. SCHEMSKE (2002). Neopolyploidy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 33 (1), pp. 589-639. DOI 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150437.
12. ReportLinker (2025). *Moldova Agriculture Industry Outlook 2022 - 2026*. Site web. Disponibil: <https://www.reportlinker.com/clp/country/2/726392>
13. SATTLER, Mariana; Carlos Roberto CARVALHO and Wellington CLARINDO (2016). The polyploidy and its key role in plant breeding. *Planta*, vol. 243, no. 2, pp. 281-296. DOI 10.1007/S00425-015-2450-X/TABLES/1.
14. SHIFERAW, Bekele; Boddupalli M. PRASANNA; Jonathan HELLIN and Marianne BÄNZIGER (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, vol. 3, no. 3, pp. 307-327. DOI 10.1007/S12571-011-0140-5/TABLES/3.
15. TATE, Jennifer A.; Douglas E. SOLTIS and Pamela S. SOLTIS (2005). Polyploidy in plants. In: T. Ryan GREGORY (ed.), *The evolution of the genome*. 1st ed. Elsevier Academic Press, pp. 371-426. ISBN 9780080470528.
16. UDALL, Joshua A. and Jonathan F. WENDEL (2006). Polyploidy and Crop Improvement. *Crop Science*, vol. 46, no. S1, p. S3-14. DOI 10.2135/cropsci2006.07.0489tpg.
17. WANG, Guifen and Xian ZHANG (2024). Maize in Global Food Security: Role and Challenges. *Field Crop*, vol. 7, no. 3, pp. 124-133. Disponibil: <https://cropscipublisher.com/index.php/fc/article/html/3937>

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 16.03.2025; Accepted 20.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.02
UDC: 633.15:631.526.325



EVALUAREA HIBRIZILOR SIMPLI ȘI SIMPLI MODIFICAȚI DE PORUMB TIMPURIU DEZVOLTAȚI ÎN MODELUL HETEROTIC IODENT X BSSS-B37

Simion MUSTEAȚA, ORCID: 0009-0006-1623-8883,
Pantelimon BOROZAN*, ORCID: 0000-0002-4142-2918,
Alexei SPÎNU, ORCID: 0009-0005-2265-4245,
Valentina SPÎNU, ORCID: 0009-0001-4680-0674,
Ruslana DONICI, ORCID: 0009-0009-8129-4314

Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, Republica Moldova

*Correspondență: Pantelimon BOROZAN – e-mail: pantelimon.borozan@yahoo.com

Abstract. This article reports on the research results concerning: 1) the climatic conditions influence on the productivity of the single cross and modified single early maize hybrids based on the related crosses A x A1; 2) the modification of the single cross hybrid Porumbeni 310; 3) the inbred lines and related crosses tolerance to low soil temperatures. The investigations included 309 single crosses and 255 single modified hybrids tested in 2021-2024 under extremely contrasting meteorological conditions. Inbred lines and related crosses of Iodent heterotic group have been used as female components of the hybrids. The experimental date of single crosses and modified single hybrids show insignificant differences concerning the duration of the emergence-silking and physiological maturity period, moisture and grain production in different meteorological conditions of the testing years. The comparative analysis of 12 inbred lines and 15 related crosses in 2021 and 2023 demonstrates the meteorological conditions influence on kernel size, differences being recorded for the weight of 1000 kernels (TKW). For this indicator, related crosses are superior to inbred lines, their TKW being 49,2 g (25,5%) higher in the favorable 2021 and 22,9 g (15,1%) higher in 2023. The related crosses manifested a heterosis effect on the plant height, silking, grain yield and tolerance to lower soil temperatures. Investigations concerning the modification of single cross hybrid Porumbeni 310 resulted in creation of its analogue Porumbeni 309 with a significantly higher grain yield under stressing environmental conditions.

Keywords: *Early maize; Hybrids; Related crosses; Inbred lines; Agronomic characters.*

Rezumat. În această lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind: 1) influența condițiilor climaterice asupra productivității hibrizilor simpli și simpli modificați de porumb timpuriu în baza încrucișărilor înrudite A x A1; 2) modificarea hibridului simplu Porumbeni 310; 3) toleranța liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite la temperaturile joase ale solului. Cercetările au inclus 309 hibrizi simpli și 255 hibrizi simpli modificați de porumb experimentați în culturi comparative pe parcursul anilor 2021-2024 cu condiții meteorologice extrem de contrastante. La sintetizarea hibrizilor ca forme materne au fost utilizate liniile consangvinizate și încrucișările înrudite ale grupei heterotice Iodent. Datele experimentale ale testării hibrizilor simpli și simpli modificați, denotă devieri ne semnificative privind durata perioadelor de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor (mătasit) și maturitatea fiziologică, umiditatea și producția de boabe în funcție de condițiile meteorologice ale anilor de testare. Analiza compara-

tivă a 12 linii consangvinizate și 15 încrucișări înrudite în anii 2021 și 2023 demonstrează influența condițiilor meteorologice asupra dimensiunilor boabelor, înregistrându-se diferențe la masa a 1000 boabe (MMB). După acest indice încrucișările înrudite au manifestat superioritate comparativ cu liniile consangvinizate, MMB fiind mai mare cu 49,2 g (25,5%) în anul favorabil (2021) și cu 22,9 g (15,1%) în 2023. Încrucișările înrudite au manifestat un anumit grad de heterozis la talia plantei, apariția stigmatelor, producția și toleranța la temperaturi joase ale solului. Cercetările de modificare a hibridului simplu Porumbeni 310 au rezultat cu crearea analogului Porumbeni 309, care în condiții de mediu stresante a format producții de boabe semnificativ mai înalte.

Cuvinte-cheie: *Porumb timpuriu; Hibridi; Încrucișări înrudite; Linii consangvinizate; Caractere agronomice.*

INTRODUCERE

Hibridii comerciali de porumb se disting prin numărul formelor parentale, iar în practica agricolă predomină formulele de încrucișare simple – $A \times B$ și simple modificate – $(A \times A1) \times B$, care oferă avantaje incontestabile comparativ cu formulele triliniare $(A \times B) \times C$.

Implementarea rapidă în producere a hibridilor simpli pe suprafețe extinse s-a datorat uniformității plantelor și productivității ridicate, trăsături ce conferă o distincție clară acestor tipuri de hibridi. În ameliorarea porumbului, încrucișarea a două linii consangvinizate reprezintă o metodă eficientă pentru crearea hibridilor, deoarece combinațiile valoroase pot fi identificate încă din etapa de evaluare a capacității de combinare a liniilor experimentale (Sarca, 2004).

Pentru zonele de cultivare a porumbului unde se impun costuri mai reduse pentru semințe și unde condițiile climaterice sunt nefavorabile pentru producerea semințelor în loturile de hibridare, utilizarea hibridilor simpli modificați se dovedește a fi eficientă.

Acești hibridi, ca produs comercial, prezintă o productivitate a boabelor și o uniformitate a plantelor comparabilă cu cea a hibridilor simpli. Schema de producere a semințelor este asemănătoare cu cea aplicată la hibridii triliniari, iar datorită formei materne modificate, caracterizată prin vigoare și un potențial de producție mai ridicat, acești hibridi ocupă o poziție intermediară între formulele de încrucișări simple și triliniare. Aceste avantaje au fost valorificate în crearea primilor hibridi de porumb Moldavskii 385AMRf și Moldavskii 420MRf, care, după omologarea lor în 1981, au substituit hibridii dubli, fiind utilizați în agricultură până la începutul anilor 1990 (Mîrza, 2014). Forma maternă a acestor hibridi simpli modificați – VIR44cmsM x Inbred 153 – realizată cu linii înrudite din grupa de germoplasmă Minnesota 13, a fost ulterior înlocuită cu germoplasma din grupa heterotică Iodent. Menționăm că, spre sfârșitul anilor 1980, guvernul fostei URSS a achiziționat de la compania Pioneer (SUA) cinci hibridi de porumb, printre care și P3971 și P3975A, având forma maternă modificată P343 x P101 din grupa de germoplasmă Iodent.

Folosirea acestor linii ca surse în materialul inițial de selecție a condus la crearea unui număr de linii consangvinizate autohtone, diversificate din punct de vedere al precocității, care constituie genofondul de bază al ameliorării moderne a porumbului. Forma maternă MK01cmsM x P101, denumită Muza, a fost inclusă în componența unor hibridi simpli modificați precum Moldavskii 291MRf, Moldavskii 425MRf și Moldavskii 450MRf, cultivați pe suprafețe extinse în perioada 1993–2007, printre care Moldavskii 291MRf s-a remarcat printr-o răspândire de peste 1 milion de hectare (Pritula et al., 2005; Pritula, 2008).

În procesul de creare a hibrizilor timpurii, destinați zonelor nordice ale Europei de Vest și fostei URSS, timp de mai mulți ani s-a utilizat ca formă maternă combinația liniilor surori îndurată F7 și F2, dezvoltate din soiul francez Lacaune (Barriere et al., 2006).

Cercetările privind încrucișările înrudite de tip $A \times A1$ au evidențiat următoarele elemente metodologice:

1. alegerea corectă a hibridului simplu care urmează a fi îmbunătățit;
2. crearea unei colecții de linii care să conțină 50–75 % din genomul formei materne a hibridului simplu, având totodată o capacitate de combinare comparabilă sau superioară versiunii originale;
3. evaluarea comparativă a încrucișărilor înrudite și selectarea perechilor de linii care manifestă un heterozis de 30–60 % în ceea ce privește producția de boabe;
4. încrucișarea formelor materne $A \times A1$ cu componenta paternă a hibridului simplu și identificarea mostrelor cu o capacitate specifică de combinare superioară (Rusu, 2018; Musteața et al., 2018; Домашнев & Дзюбецкий, 1992).

În zona de stepă a Ucrainei s-a constatat o adaptabilitate mai ridicată a hibrizilor simpli modificați în anii cu condiții climaterice nefavorabile și performanțe superioare a acestora în cazurile utilizării unei linii înrudite cu capacitate generală și specifică de combinare mai înaltă (Домашнев & Дзюбецкий, 1992). Este important de menționat că linii surori sunt considerate acele linii obținute dintr-un genitor comun, în timp ce liniile înrudite provin din surse diferite de material inițial, cu o cotă de 50 % în genom a unui părinte comun (Musteața et al., 2018).

Scopul lucrării de față constă în prezentarea informațiilor privind influența condițiilor climaterice asupra productivității hibrizilor simpli și simpli modificați, modificarea hibridului simplu Porumbeni 310, toleranța liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite la temperaturi joase ale solului, precum și asupra dimensiunilor boabelor la formele materne.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au inclus un total de 309 hibrizi simpli și 255 hibrizi simpli modificați, testați în culturi comparative de orientare, pe parcele cu suprafața de 10 m², în două repetiții, organizate în localitatea Pașcani, raionul Criuleni, în perioada 2021–2024, caracterizată prin condiții climaterice extrem de variate. La obținerea hibrizilor, ca forme materne au fost utilizate linii consangvinizate și încrucișări înrudite din grupa heterotică Iodent, clasificate în subgrupele MKP601, MKP61, MKP63 și MKP65, iar ca forme paterne au fost folosite liniile comerciale MKP70MRf, MKP71MRf și MKP711MRf din grupa heterotică alternativă BSSS-B37.

Combinațiile hibride au fost evaluate după mai mulți indici agronomici: perioada de la răsărirea plantulelor până la apariția stigmatelor și maturitatea fiziologică, producția și umiditatea boabelor. Liniile consangvinizate comerciale (cu cifrul MKP) și cele experimentale (cu cifrul AN) au fost create prin metoda pedigreeului și selecției fenotipice, din material inițial înrudit, fără amestec de germoplasmă din grupele respective. Astfel, afinitatea genetică în cadrul subgrupelor de germoplasmă Iodent este relativ apropiată, ca rezultat al distanțării relative între ele, datorită utilizării unor donatori comuni ai liniilor elită semitardive, precum AS587/02, DK205 și altele.

Majoritatea liniilor experimentale sunt considerate surori, fiind obținute din genitori comuni sau din materiale cu o înrudire genetică de aproximativ 50 %, conform pedigreeului materialului de selecție inițial. Liniile consangvinizate și încrucișările înrudite sunt testate anual în culturi comparative de orientare în compartimentul formelor parentale, utilizând aceiași indici agronomici ca în testarea hibrizilor.

Suplimentar, formele maternelle sunt analizate și din punct de vedere al dimensiunii boabelor, prin fracționarea acestora în 4 categorii, utilizând site cu orificii de 6–9 mm. Toleranța la temperaturi suboptimale ale solului este evaluată pe baza germinației boabelor și a masei unei plantule în faza de formare a 5–6 frunze embrionare, în cadrul unei experiențe desfășurate pe parcele de 5 m², în două repetiții, cu un total de 400 de boabe netratate, la final de martie și ulterior peste 15 zile.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Datele experimentale privind testarea hibrizilor simpli (HS) și a celor simpli modificați (HSM), prezentate în tabelul 1, evidențiază devieri nesemnificative în ceea ce privește durata perioadelor de la răsărirea plantulelor până la apariția stigmatelor (mătăsire) și maturitatea fiziologică, precum și în ceea ce privește umiditatea și producția de boabe, influențate în mod direct de condițiile climaterice din anii de testare. Diferențele între hibrizii respectivi în medie au constituit 0,2 zile la perioada până la apariția stigmatelor, 0,8 zile până la maturitate, 0,4 % la umiditatea boabelor și 0,07 t/ha la producția de boabe.

Menționăm că anul 2021 s-a caracterizat printr-un surplus de 310 mm precipitații, distribuite uniform în lunile aprilie-august, iar temperaturile aerului s-au situat aproape de media multianuală. În contrast, în anii următori (2022–2024), s-au înregistrat creșteri progresive ale temperaturii aerului în lunile iunie–septembrie, cu abateri pozitive de +1,6 °C, +2,7 °C și respectiv +3,6 °C față de valorile medii multianuale, ceea ce a determinat variații semnificative ale indicatorilor agrofiziologici și de productivitate ai hibrizilor testați.

Tabelul 1. Valoarea agronomică a hibrizilor simpli și simpli modificați realizați cu 3 forme paterne

Forma paternă	Anii	Tipul hibrizilor	Nr. de hibrizi	Zile până la:		Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha	
				mătăsit	maturitate		medie	maximă
MKP70MRf	2021	HS	12	62,9	120,6	21,7	10,58	11,76
		HSM	27	63,0	118,3	20,2	10,39	11,70
	2022	HS	18	56,3	106,3	17,3	3,40	4,49
		HSM	50	56,4	106,6	17,6	3,45	4,18
	2023	HS	35	54,3	98,1	10,8	5,68	6,90
		HSM	10	53,9	96,5	10,0	5,28	5,64
	2024	HS	21	58,7	102,0	16,3	3,64	4,24
		HSM	5	58,2	99,6	16,3	3,45	3,80
MKP71MRf	2021	HS	59	62,3	119,8	18,8	10,14	11,14
		HSM	27	62,5	119,2	18,5	9,96	10,71
	2022	HS	14	56,1	105,9	17,1	3,35	4,25
		HSM	41	55,5	106,2	16,7	3,40	4,25
	2023	HS	34	54,4	98,8	11,8	5,44	6,24
		HSM	17	53,4	96,9	11,6	5,46	6,30
	2024	HS	30	57,9	101,9	16,6	3,63	4,39
		HSM	21	56,8	101,5	16,6	3,66	4,72

MKP711MRf	2021	HS	9	61,9	120,0	19,4	10,13	11,11
		HSM	19	62,2	119,5	18,8	10,08	10,92
	2022	HS	39	55,6	107,6	17,7	3,57	4,37
		HSM	11	56,7	108,5	16,7	3,63	4,18
	2023	HS	21	53,5	98,3	11,8	5,60	6,41
		HSM	8	53,2	97,0	11,8	5,43	5,79
	2024	HS	17	57,3	101,2	16,4	3,74	4,57
		HSM	19	57,1	101,0	16,2	3,82	4,52
Media		HS	309	57,6	106,7	16,3	5,74	6,66
		HSM	255	57,4	105,9	15,9	5,67	6,39

Deficitul de precipitații a avut un impact semnificativ asupra dezvoltării porumbului, fiind înregistrate valori alarmante în perioadele critice pentru cultură: 81,6% în mai–iunie 2022, 55,5% în iunie–septembrie 2023 și 54,3% în iulie–august 2024. Interacțiunea dintre acest deficit hidric și creșterea temperaturilor în lunile de vară a influențat negativ procesele fiziologice ale plantelor, determinând prelungirea fenofazelor de mă-tăsit și maturitate fiziologică în anul 2021, dar și menținerea unei umidități mai ridicate a boabelor.

Eșantionul format din 80 de hibrizi simpli, sintetizați cu 3 forme paterne, a realizat o producție medie de 10,28 t/ha boabe, atingând 11,34 t/ha în unele combinații specifice, comparativ cu media celor 73 de variante modificate, care au înregistrat 10,14 t/ha și respectiv 11,11 t/ha. În anii 2022 și 2024, valorile medii obținute pentru principalii indici agronomici, inclusiv producția de boabe, au fost mai apropiate, situându-se în jurul a 3,55 t/ha. Pentru anul 2023, s-a remarcat o producție de 5,57 t/ha la hibrizii simpli și de 5,39 t/ha la variantele modificate, caracterizată printr-o durată mai scurtă a fenofazelor de înflorire și maturitate, precum și o umiditate foarte scăzută a boabelor la hibrizii cu forma paternă MKP70MRf – 9,3% și 11% în cazul MKP711MRf. Media generală relevă diferențe nesemnificative între variantele testate în funcție de principalii indici agronomici, însă se observă o tendință spre valori ușor mai joase la hibrizii simpli modificați. Diferențe mai evidente au fost înregistrate în anul 2023, când hibrizii simpli sintetizați cu forma paternă MKP70MRf au avut un surplus de 0,40 t/ha (7,6%) față de variantele modificate, iar în combinații specifice s-a obținut un spor de 1,26 t/ha. Datele prezentate confirmă rezultatele altor cercetători care susțin avantajele utilizării încrucișărilor înrudite drept forme materne în crearea hibrizilor simpli modificați. În tabelul 2 sunt analizate per se încrucișările înrudite obținute din liniile comerciale MKP601cmsM, MKP61cmsM, MKP63cmsM și MKP65cmsM.

Linia MKP601 include în pedigreu 50% din linia MKP61, care, la rândul său, este înrudită cu MKP612. Liniile surori MKP611, MKP613 și MKP614 au fost obținute din genitorul MKP61 x MKP63, iar MKP65 și AN1104/16 provin din sursa MKP63 x AS587/02. Liniile AN531/18 și AN535/18 s-au remarcat din genitorul comun MKP61 x AS587/02. Linia experimentală AN653/18 reprezintă produsul unui ciclu ulterior de selecție cumulativă, fiind obținută din încrucișarea MKP601 x DK205. Se menționează că liniile de elită AS587/02 și DK205, aparținând grupei de germoplasmă lodent, erau frecvent utilizate în componența hibrizilor simpli din grupele de maturitate medie și semitardivă în perioada utilizării lor ca material inițial. Liniile surori extrase din aceeași sursă se deosebesc după caracterele fenotipice recomandate la efectuarea testului DUS - distinctivitate, uniformitate, stabilitate, fiind încadrate în subgrupe diferite.

Tabelul 2. Caracteristica încrucișărilor înrudite și a liniilor consangvinizate (media 2021-2024)

Nr. d/o	Formele materne	Talía plantei, cm	Zile până la:		Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha	
			mătăsit	maturitate		media	maximă
1	MKP601cmsM	167,5	59,2	105,0	15,2	2,94	5,23
2	MKP601cmsM × MKP61	200,5	57,5	102,5	15,0	3,89	7,54
3	MKP601cmsM × MKP611	197,6	58,8	105,2	15,7	4,50	8,08
4	MKP601cmsM × MKP612	193,0	58,0	105,0	14,8	4,92	8,70
5	MKP601cmsM × MKP613	208,7	59,0	106,2	15,4	4,01	6,98
6	MKP601cmsM × MKP614	197,3	59,0	105,5	14,2	4,33	7,96
7	MKP601cmsM × AN653/18	195,2	57,7	106,0	15,0	4,42	7,26
8	MKP61cmsM	178,6	61,0	103,2	13,6	2,28	5,05
9	MKP61cmsM × MKP611	192,8	60,7	107,8	14,8	3,43	6,27
10	MKP61cmsM × MKP612	210,2	59,5	105,5	14,0	4,38	7,19
11	MKP61cmsM × MKP613	211,5	60,4	107,0	14,9	3,94	7,08
12	MKP61cmsM × MKP614	207,5	60,5	105,0	14,1	3,39	6,38
13	MKP61cmsM × AN535/18	203,8	60,8	107,2	14,2	4,00	7,58
14	MKP63cmsM	179,4	65,8	110,5	14,1	2,33	5,74
15	MKP63cmsM × MKP611	213,8	63,2	111,8	15,2	3,86	7,90
16	MKP63cmsM × MKP614	210,3	62,8	110,2	14,5	3,72	7,58
17	MKP65cmsM	164,7	65,2	111,3	15,4	2,35	5,12
18	MKP65cmsM × AN1104/16	190,2	64,0	112,2	15,2	3,94	7,06
19	MKP65cmsM × AN531/18	188,6	63,2	113,0	15,8	3,87	7,64

În medie pentru anii 2021–2024, încrucișările înrudite s-au evidențiat printr-o talie mai înaltă a plantelor, depășind liniile consangvinizate de bază astfel: MKP601cmsM cu 15,2–24,6%, MKP61cmsM cu 7,8–18,2%, MKP63cmsM cu 17,2–19,2% și MKP65cmsM cu 14,5–15,5%. Efectul heterozisului s-a manifestat și prin reducerea duratei perioadei de la răsărire până la apariția stigmatelor, în special la încrucișările înrudite ale liniei MKP-63cmsM, cu o scurtare de circa 3 zile.

La formele materne cu MKP601cmsM s-a remarcat un surplus al producției de boabe de 32,3% în combinația MKP601cmsM x MKP61, iar în combinația cu MKP612 s-au înregistrat valori maxime de 67,3%. În cazul formelor materne cu MKP61cmsM, combinațiile cu MKP611 și MKP614 au dat producții inferioare, în timp ce MKP61cmsM x MKP612 a atins un spor de 92,1% față de martorul cu 4,38 t/ha. Astfel, linia MKP612 în încrucișare cu MKP601cmsM și MKP61cmsM a demonstrat un efect heterozis mai pronunțat, indicând o distanțare genetică semnificativă.

Analiza producțiilor maxime obținute în anul 2021 la liniile semitimpurii MKP63cmsM și MKP65cmsM, precum și în anii cu condiții climatice nefavorabile (2022 și 2024), confirmă o sensibilitate sporită a acestora față de stresul termic, spre deosebire de încrucișările înrudite. Este relevant faptul că, în anul 2024, pe fundalul temperaturilor excesive, linia MKP63cmsM – utilizată ca formă maternă a hibridului comercial Porumbeni 310 – a compromis producția de semințe în loturile de hibridare amplasate în diverse zone ecologice ale Republicii Moldova.

Umiditatea boabelor la recoltare a fost influențată într-o măsură mai mare de genotipul liniilor consangvinizate, iar încrucișările dintre acestea au manifestat valori intermediare, ca rezultat al interacțiunii genelor de tip aditiv.

Analiza comparativă a 12 linii consangvinizate și a 15 încrucișări înrudite, realizată pentru anii 2021 și 2023 (Tabelul 3), evidențiază impactul condițiilor climaterice asupra dimensiunilor boabelor, cu diferențe semnificative ale masei a 1000 de boabe (MMB) – 40,9 g, respectiv 67,2 g.

Tabelul 3. Analiza comparativă a formelor materne după dimensiunile boabelor

Indicii	Anii	Linii consangvinizate		Încrucișări înrudite	
		media	variația	media	variația
Masa a 1000 boabe, g.	2021	192,6	183-246	241,8	196-291
	2023	151,7	120-169	174,6	150-183
Cota primei fracții mai mari de 9 mm, %	2021	4,2	0-6,2	9,8	3,4-11,1
	2023	0,8	0-4,2	2,5	0-6,6
Cota fracției a doua cu 9 mm, %	2021	17,2	15,3-24,2	48,6	29,0-51,4
	2023	8,8	1,4-23,8	14,8	10,4-16,2
Cota fracției trei cu 8 mm, %	2021	30,8	24,2-32,6	34,5	31,2-40,5
	2023	38,5	23,8-42,6	50,8	42,6-53,2
Cota fracției patru cu 7 mm, %	2021	41,6	32,1-46,3	5,9	4,1-8,9
	2023	43,9	15,5-46,2	26,3	22,4-39,2
Semințe mai mici de 6 mm	2021	6,2	2,5-7,8	1,2	0,8-2,1
	2023	8,0	1,4-16,9	5,6	0,6-9,7

După acest indice, încrucișările înrudite au manifestat superioritate comparativ cu liniile consangvinizate, cu o diferență de 49,2 g (25,5%) în anul favorabil pentru cultura porumbului și de 22,9 g (15,1%) în anul 2023. Intervalele de variație a masei a 1000 boabe (MMB) în cadrul mostrelor evaluate au evidențiat valori superioare în cazul încrucișărilor înrudite.

La liniile consangvinizate a predominat fracția a patra, cu dimensiuni de 7 mm, reprezentând 41,6% în anul 2021 și 43,9% în 2023. În cazul încrucișărilor înrudite, s-au înregistrat valori de 48,6% pentru fracția a doua și 50,8% pentru următoarea fracție, cu dimensiuni medii, în anii 2021 și 2023, respectiv.

Prin urmare, formele materne modificate se caracterizează printr-o cotă mai ridicată a fracțiilor cu dimensiuni medii, preferate de producătorii agricoli, în special în contextul exportului de semințe în Republica Belarus. Menționăm că experiențele efectuate cu semințe din diferite fracții au demonstrat păstrarea potențialului de producție al hibridilor comerciali și influența dimensiunii boabelor (mai mari sau mai mici) asupra densității plantelor, în funcție de condițiile climaterice din perioada germinării semințelor.

Cercetările dedicate evaluării toleranței formelor materne la temperaturile joase ale solului în faza de germinare a boabelor au fost realizate în perioada 2022–2024. În epoca extratimpurie, semănatul a fost efectuat la sfârșitul lunii martie, când temperaturile medii ale solului au fost de 8,0°C, 5,6°C și 11,5°C în prima decadă a lunii aprilie. În epoca timpurie, cu un decalaj de 15 zile față de semănatul extratimpuriu, perioada de încolțire a semințelor s-a desfășurat în condiții de temperaturi relativ mai ridicate: 7,2°C, 8,0°C și 14,2°C în a doua decadă și 10,1°C, 9,6°C și 11,8°C în ultima decadă a lunii aprilie.

Cele 26 de mostre analizate – 11 linii consangvinizate și 15 încrucișări înrudite – nu au prezentat diferențe semnificative din punctul de vedere al germinației boabelor, apreciată în condiții de laborator prin metoda standard (Tabelul 4).

Tabelul 4. Caracteristica liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite după toleranța la temperaturi joase ale solului (media 2022-2024)

Nr. d/o	Indicii	Linii consangvinizate		Încrucișări înrudite	
		media	variația	media	variația
1	Germinația de laborator a boabelor, %	95,9	94,9-97,7	96,7	96,2-97,0
2	Germinația în epoca de semănat extratimpurie, %	54,3	40,6-67,2	69,1	62,0-78,6
3	Germinația în epoca de semănat timpurie, %	73,9	65,2-83,9	82,6	76,5-89,5
4	Masa unei plantule în epoca de semănat extratimpurie, g	2,51	1,07-3,99	3,48	2,15-4,86
5	Masa unei plantule în epoca de semănat timpurie, g	2,86	1,54-4,18	3,78	2,62-4,96

În ambele epoci de semănat, formele materne modificate au înregistrat o cotă semnificativ mai înaltă a germinației de câmp, cu o diferență de 14,8 % în epoca extratimpurie și de 8,7 % în termenul doi de semănat. În toți anii de cercetare, primele plantule apărute la suprafața solului au fost observate la încrucișările înrudite, cu 2-3 zile mai devreme comparativ cu liniile consangvinizate. În faza de 5-6 frunze embrionale dezvoltate, observațiile vizuale au evidențiat o vigoare mai pronunțată la încrucișările înrudite, confirmată de o masă mai mare a plantulei în stare verde, cu 35,4 % mai ridicată față de liniile consangvinizate.

Rezultatele relatate argumentează posibilitățile de a efectua semănatul mai devreme a hibridilor simpli modificați în loturile de hibridare, factor care permite utilizarea mai eficientă a rezervelor de apă în sol și evitarea efectelor negative ale temperaturilor înalte în perioada înfloritului organelor reproductive a plantei de porumb.

În procesul de creare a hibridilor timpurii destinați exportului de semințe certificate în Republica Belarus, a fost utilizată preponderent subgrupa MKP61, fiind realizate încrucișări cu MKP611, MKP612, MKP613 și MKP614 – forme materne ale hibridilor simpli modificați Porumbeni 180, Porumbeni 221, Porumbeni 210 și Porumbeni 231.

În culturile comparative avansate ale grupei de maturitate ultratimpurie, performanțe agronomice remarcabile au înregistrat hibridii simpli modificați obținuți din încrucișările înrudite MKP601cmsM × MKP614 și MKP601cmsM × AN653/18. Pentru modificarea hibridilor simpli Porumbeni 310 (omologat în Republica Moldova, România și Ucraina) și Porumbeni 315 (omologat în Republica Moldova) au fost utilizate încrucișări înrudite din subgrupele liniilor MKP63 și MKP65.

Variantele modificate ale hibridului Porumbeni 310, codificate P22316 (formă maternă MKP63cmsM × MKP611) și P24301 (formă maternă MKP63cmsM × MKP614), au fost promovate în culturile comparative de concurs. Rezultatele testării (Tabelul 5) au confirmat o adaptabilitate superioară în condiții naturale stresante la varianta P22316, care a înregistrat anual producții de boabe superioare analogului Porumbeni 310, inclusiv în anii 2022 și 2024, cu diferențe față de martor semnificative statistic: 0,45 t/ha, 0,54 t/ha și 0,58 t/ha boabe.

Testarea ecologică realizată în zona de nord a Republicii Moldova (localitatea Vâsoca, r. Dondușeni) în anul 2023 a evidențiat valori foarte apropiate de martor privind precocitatea, MMB, randamentul de boabe și o producție de 8,46 t/ha, comparativ cu 8,43 t/ha la Porumbeni 310.

Tabelul 5. Evaluarea comparativă a hibridului Porumbeni 310 cu variantele modificate

Hibrizii	Anii	Zile de la răsărit până la:			Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha		
		înflorit	mătăsit	maturitate		60 mii plante /ha	70 mii plante /ha	media
Por. 310	2022	57	59	110	14,2	4,03	3,57	3,80
	2023	55	56	101	10,4	5,61	5,91	5,76
	2024	60	61	101	15,5	3,54	3,87	3,70
	media	57,3	58,7	104,0	13,4	4,39	4,45	4,42
P22316	2022	56	57	109	14,7	4,28	4,28	4,28*
	2023	55	57	100	10,5	5,95	5,67	5,81
	2024	59	60	100	15,9	4,45	4,40	4,43*
	media	56,7	58,0	103,0	13,7	4,89	4,78	4,84
P24301	2024	60	60	104	15,2	4,12	3,95	4,04

*-diferențe de la martor statistic asigurate la DL05.

În anii analizați, forma maternă modificată s-a evidențiat prin diferențe semnificative față de linia MKP63cmsM, manifestând o apariție mai timpurie a stigmatelor cu 2,8 zile, o talie a plantei mai înaltă cu 16,7 % și un spor de producție de boabe de 35,9 %. Factorii naturali în 2024 au provocat o expresie extremală a căderii radiculare a plantelor în a doua decadă din iulie, iar variantele modificate au manifestat o rezistență relativ superioară martorului.

Pe baza acestor rezultate experimentale, varianta P22316, denumită Porumbeni 309, a fost înaintată pentru testările oficiale de stat în Republica Moldova.

Îmbunătățirea hibridului semitimpuriu Porumbeni 315 a fost realizată prin încrucișarea formei materne cu liniile experimentale înrudite AN1104/16 și AN531/18, obținându-se variantele P24306 și P24312. Acestea au fost testate în culturi comparative de concurs în anul 2024 și au fost selectate, pe baza indicilor agronomici, pentru a fi supuse restudierii instituționale în anii următori.

CONCLUZII

Testarea a 309 hibridi simpli și 255 hibridi realizați prin încrucișări înrudite ca forme materne a confirmat existența unor diferențe nesemnificative privind precocitatea, umiditatea boabelor și producția în condițiile climatice variabile ale anilor 2021-2024. Surplusul de producție de boabe observat la unii hibridi simpli poate fi redus prin selecții individuale ale liniilor consangvinizate înrudite, cu o capacitate generală și specifică de combinare superioară față de linia de bază a hibridului respectiv.

Cercetările efectuate cu 15 încrucișări înrudite, comparativ cu liniile consangvinizate componente, au demonstrat superioritatea acestor încrucișări în ceea ce privește talia plantei, perioada mai timpurie a înfloritului, producția de boabe, dimensiunile acestora și toleranța la temperaturi suboptimale ale solului. Utilizarea formelor materne modificate în producerea semințelor certificate aduce beneficii economice evidente.

Modificarea hibridului simplu Porumbeni 310 s-a concretizat prin evidențierea analogului Porumbeni 309, care, în condiții de mediu stresante, a realizat producții de boabe semnificativ mai ridicate, iar forma maternă asigură o sincronizare apropiată a înfloritului cu părintele patern.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. SARCA, T. (2004). Ameliorarea porumbului. In: *Porumbul: Studiu monografic*. Vol. 1: Biologia porumbului. București: Editura Academiei Române, pp. 363-462. ISBN 973-27-1055-1.
2. MÎRZA, V. (2014). Crearea hibrizilor simpli modificați de porumb pe bază de androsterilitate. In: *Institutul de fitotehnie „Porumbeni” la 40 ani de activitate științifică: materialele conferinței internaționale consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării*, Pașcani, 17 septembrie 2014. Pașcani: „Print-Caro” SRL, pp. 136-142. ISBN 978-9975-56-177-8.
3. PRITULA, G.; V. GORCEACOV; N. FRUNZE și N. A. VANICOVICI (2005). Ameliorarea liniilor și a hibrizilor de porumb pentru condițiile Moldovei. In: *Genetica și ameliorarea plantelor, animalelor și microorganismelor: materialele Congresului VIII al Societății Științifice a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*. Chișinău, pp. 383-387. ISBN 9975-78-427-5.
4. PRITULA, Gr. (2008). Crearea hibrizilor de porumb pentru zonele sudice. In: *Probleme actuale ale geneticii, fiziologiei și ameliorării plantelor: materialele conferinței naționale cu participare internațională*. Chișinău, pp. 587-590. ISBN 978-9975-78-667-6.
5. BARRIERE, Y.; D. Alber; O. Dolstra; C. Lapierre; M. Motto et al. (2006). Past and prospects of forage maize breeding in Europe. 2: History, germplasm, evolution and correlative agronomic changes. *Maydica*, vol. 51, pp. 435-449. ISSN 0025-6153.
6. ДОМАШНЕВ, П. П. и Б. В. ДЗЮБЕЦКИЙ. (1992). *Селекция кукурузы*. Москва: Агропромиздат, 207 с. ISBN 5-10-002674-X.
7. RUSU, Gh. (2018). *Modificarea hibrizilor simpli de porumb timpuriu*. Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole. Chișinău, 2018. 29 p.
8. MUSTEAȚA, S.; P. BOROZAN; Gh. RUSU și Valentina SPÎNU (2018). Îmbunătățirea producerii de semințe la hibridii simpli de porumb timpuriu. *Știința Agricolă*, nr. 1, pp. 3-9. ISSN 1857-0003.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 03.04.2025; Accepted 23.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.03
UDC: 635.655:631.527.2



EVALUAREA PRODUCTIVITĂȚII ȘI A PARAMETRILOR AGROBIOLOGICI LA GENOTIPURILE DE SOIA ÎN FUNCȚIE DE EPOCA DE SEMĂNAT

Aliona MALII, ORCID: 0000-0003-2674-000X

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova

Correspondență: Aliona MALII – e-mail: aliona.malii@sti.usm.md

Abstract. This study evaluated the influence of sowing time on the productivity and agro-biological parameters of soybean genotypes under the specific climatic conditions of the central region of the Republic of Moldova. Two sowing dates were compared for six genotypes obtained through gamma ray-induced mutagenesis and conventional hybridization. Higher-than-usual temperatures during this period favored uniform emergence of 100% of the plants. The genotypes obtained by mutagenesis showed more stable productivity and superior adaptability to variations in sowing time, while those derived from hybridization exhibited high yields at early sowing but significant decreases at delayed sowing. These results emphasize the importance of selecting the optimal sowing time according to genotype type to maximize production and agro-biological performance.

Keywords: *Soybean; Genotypes; Sowing time; Adaptability; Morphological parameters; Productivity; Analysis of variance*

Rezumat. Această cercetare a evaluat influența perioadei de semănat asupra productivității și parametrilor agrobiologici ai genotipurilor de soia în condițiile climatice specifice zonei centrale a Republicii Moldova. Au fost comparate două epoci de semănat pentru șase genotipuri obținute prin mutageneză indusă cu raze gamma și prin hibridare convențională. Temperaturile mai ridicate decât în mod obișnuit în acea perioadă au favorizat o răsărire uniformă de 100% a plantelor. Genotipurile obținute prin mutageneză au manifestat o productivitate mai stabilă și o adaptabilitate superioară la variațiile epocii de semănat, în timp ce cele rezultate prin hibridare au prezentat randamente ridicate la semănatul timpuriu, dar au înregistrat scăderi semnificative la semănatul întârziat. Aceste rezultate subliniază importanța alegerii epocii optime de semănat în funcție de tipul genotipului, pentru maximizarea producției și a performanțelor agrobiologice.

Cuvinte-cheie: *Soia; Genotipuri; Epoca de semănat; Adaptabilitate; Parametri morfologici; Productivitate; Analiza varianței.*

INTRODUCERE

Cultura de soia reprezintă o componentă esențială a agriculturii moderne datorită valorii sale nutritive, economice și ecologice. Soia este o sursă majoră de proteine și ulei vegetal, având o utilizare extinsă atât în industria alimentară, cât și în cea furajeră. De asemenea, este un ingredient cheie în producerea de alimente pentru consum uman și animale, fiind utilizată în diverse forme: boabe, făină, ulei și lapte de soia. În plus, din punct de vedere agronomic, soia este un excelent premurgător pentru majoritatea cul-

turilor, fixează azotul atmosferic și contribuie la fertilitatea solului, reducând necesitatea fertilizanților sintetici și susținând practicile agricole durabile. Aceasta contribuie astfel la menținerea unui echilibru ecologic, fiind un factor important în agricultura regenerativă și având un impact pozitiv asupra protecției mediului (Ion, 2010).

Dar schimbările climatice din Republica Moldova, caracterizate prin fluctuații termice extreme și fenomene climatice tot mai frecvente, precum secetele prelungite și creșterea temperaturilor, au un impact semnificativ negativ asupra culturii de soia, conducând la pierderi considerabile ale recoltei potențiale (Petcu, 2008). Deși soia este o cultură termofilă, cultivarea ei în astfel de condiții devine o sarcină destul de dificilă. Acest lucru se datorează faptului că faza ontogenetică cea mai sensibilă a soiei este umplerea boabelor, care are loc în luna iulie - august, caracterizată de temperaturi ridicate și deficit de umiditate (Sharma et al., 2022; Zhu et al., 2024). Aceasta duce la umplerea incompletă a semințelor și, ca rezultat, la o scădere semnificativă a randamentului. Temperaturi mai mari de 30°C, asociate cu condiții de secetă, determină avortarea într-un procent ridicat a florilor, cu valori raportate de aproximativ 75-80% (Bâlțeanu, 1998; Chen et al., 2013).

Pentru a evita stresul termic și hidric în momentele critice (înflorire, umplerea boabelor), se pot utiliza metode tehnologice care permit semănatul mai timpuriu, folosind genotipuri cu o perioadă scurtă de vegetație din diferite grupe de maturitate. Semănatul timpuriu poate influența pozitiv dezvoltarea plantelor, permițând o mai bună utilizare a umidității din sol și evitarea stresului termic din perioada de înflorire și formare a păstăilor (Клыков, 1988).

Totuși, toleranța genotipurilor la temperaturi scăzute din primăvară și capacitatea acestora de a germina și crește în condiții mai puțin favorabile reprezintă factori esențiali care trebuie analizați. Este important ca soiurile alese să fie rezistente la fluctuațiile termice de la începutul sezonului, astfel încât să poată înfrunta condițiile mai reci fără a suferi o scădere semnificativă a germinării și a răsării plantelor (Клыков, 1988).

Această cercetare evaluează performanța productivă și calitativă a genotipurilor de soia în funcție de perioada de semănat, urmărind identificarea celor mai adaptabile linii pentru semănatul timpuriu. Genotipurile selectate trebuie să asigure o răsărire bună, dezvoltare uniformă și productivitate ridicată, menținând totodată calitatea semințelor. Rezultatele vor contribui la optimizarea randamentului și creșterea sustenabilității culturii de soia în condițiile schimbărilor climatice.

MATERIALE ȘI METODE

Materialul biologic a fost reprezentat de semințele a șase genotipuri de soia: trei linii obținute prin mutageneză indusă cu raze gamma (C15M₇200, B2M₈200, Z21M₁₂200), încadrate în grupa semitimpurie, și trei linii rezultate prin hibridare convențională (L.4, L.8, L.86), aparținând grupei de maturitate mijlocie.

Pentru fiecare genotip s-au utilizat câte 150 de semințe. Semănatul s-a efectuat manual, utilizând o semănătoare de precizie, în două epoci distincte:

- Epoca I: 2 aprilie 2024,
- Epoca II: 15 aprilie 2024.

Adâncimea de semănat a fost de 3 cm, distanța între rânduri de 45 cm, iar distanța între semințe pe rând – 4 cm. Experiența a fost amplasată în câmp, pe loturile experimentale ale Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor din cadrul Universității de Stat din Moldova.

Experimentul a fost organizat după un design bifactorial, în blocuri complet randomizate, cu trei repetări. Suprafața unei variante experimentale a fost de 2 metri liniari.

Condițiile pedoclimatice din perioada semănatului au variat între $+8^{\circ}\text{C}$ și $+28^{\circ}\text{C}$ pentru temperatura aerului, iar temperatura solului a fost cuprinsă între $+8^{\circ}\text{C}$ și $+10^{\circ}\text{C}$ (sursa: AgroDat.md).

În cadrul studiului au fost analizați următorii parametri agro-morfologici: data răsării, data recoltării, durata perioadei de vegetație, talia plantelor, numărul de noduri pe tulpină, numărul de păstăi pe plantă, productivitatea pe plantă și masa a 1000 de boabe.

Datele experimentale au fost procesate utilizând programele Excel și Statistica. Pentru evaluarea influenței genotipului, epocii de semănat și a interacțiunii acestora asupra caracterelor analizate s-a aplicat analiza varianței (ANOVA), calculându-se indicatorii: SC (suma pătratelor), GL (grade de libertate), CM (media pătratelor), F și p (valoarea probabilității). De asemenea, au fost determinate valorile medii și abaterile standard ale caracterelor analizate, fiind incluse în analiză și interacțiunile Genotip $\times$ Epocă de semănat ($G \times E$) și Genotip $\times$ Repetiție ($G \times R$).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Experimentul de câmp a evidențiat diferențe semnificative în parametrii studiați, influențate atât de genotipul liniilor de soia, cât și de epoca de semănat. Durata perioadei de vegetație a variat în funcție de momentul semănatului și de particularitățile fiecărui genotip.

Luna aprilie a fost caracterizată de temperaturi mai ridicate decât mediile multianuale (Figura 1, 2), favorizând o răsărire rapidă și uniformă la ambele epoci. Astfel, semințele semănate pe 2 aprilie au răsărit între 10–12 aprilie, iar cele semănate pe 15 aprilie au răsărit pe 24 aprilie, în ambele cazuri cu o rată de răsărire de 100% (Figura 3).

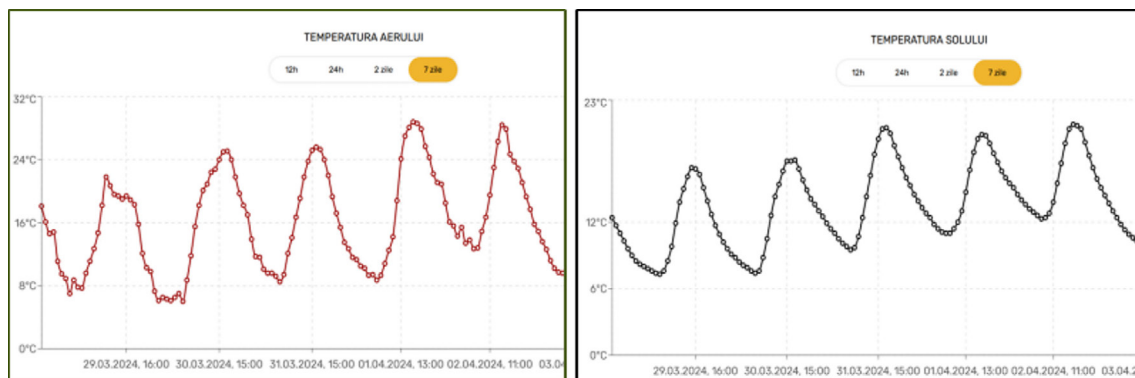


Figura 1. Temperatura aerului și a solului în perioada 29.03.24 - 03.04.24

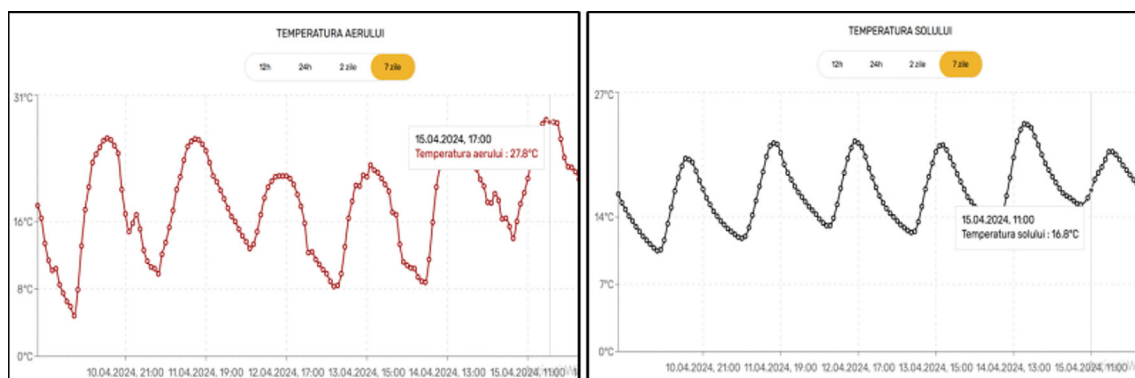


Figura 2. Temperatura aerului și a solului în perioada 10.04.24 - 16.04.24



Figura 3. Starea genotipurilor de soia în câmp, observată la datele de 23 aprilie și 21 mai

În condiții climatice favorabile, atât semănatul timpuriu, cât și cel mai târziu pot asigura o răsărire optimă. Totuși, plantele semănate mai devreme au prezentat o dezvoltare inițială mai viguroasă, oferindu-le un avantaj în primele stadii de creștere. Plantele semănate în a doua epocă au avut o dezvoltare inițială mai lentă, dar au recuperat ulterior datorită condițiilor termice favorabile.

Temperaturile ridicate au accelerat parcurgerea fenofazelor, contribuind la o înflorire și formare mai timpurie a păstăilor, aspecte esențiale pentru obținerea unor producții ridicate. Prin urmare, stabilirea unui interval optim de semănat rămâne crucială pentru maximizarea perioadei de vegetație și dezvoltarea corespunzătoare a plantelor. În medie, semănatul întârziat a redus perioada de vegetație cu 3–7 zile la majoritatea genotipurilor (Tabelul 1).

Tabelul 1. Perioada de vegetație a genotipurilor de soia în funcție de perioada de semănat

Genotipuri	Semănat	Răsărire	Recoltare	Perioada de vegetație, zile	Semănat	Răsărire	Recoltare	Perioada de vegetație, zile	Diferența, zile
C15M ₇ 200	02.04.	10.04	03.08	114	15.04.	24.04	13.08	111	-3
B2M ₈ 200	02.04.	10.04	05.08	117	15.04.	24.04	13.08	111	-6
Z 21M ₁₂ 200	02.04.	10.04	13.08	126	15.04.	24.04	22.08	120	-6
L.4	02.04.	11.04	05.08	116	15.04.	24.04	22.08	120	+4
L.8	02.04.	12.04	22.08	132	15.04.	24.04	02.09	131	-1
L.86	02.04.	11.04	16.08	127	15.04.	24.04	22.08	120	-7

Cele mai marcante diferențe au fost observate la genotipul L.86, unde perioada s-a scurtat cu 7 zile (127 zile la epoca I față de 120 zile la epoca II). În contrast, genotipul L.4 a prezentat o prelungire a perioadei de vegetație cu 4 zile, ceea ce reflectă o întârziere a maturării în condiții de semănat tardiv, posibil determinată de o sensibilitate mai mare la factorii de mediu.

Talia plantelor a fost, în general, mai mare la genotipurile obținute prin hibridare (ex. L.86, L.8), comparativ cu liniile mutante (ex. C15M₇200, B2M₈200). La majoritatea genotipurilor, semănatul întârziat a condus la o ușoară scădere a taliei, cu excepția genotipului C15M₇200, unde s-a înregistrat o creștere ușoară. (Tabelul 2).

Tabelul 2. Parametrii morfologici și productivi la genotipurile de soia, evaluați în două epoci de semănat

Genotipuri	Talia plantelor (cm)		Numărul de noduri		Numărul de păstăi/plantă	
	I*	II	I	II	I	II
C15M ₇ 200	82,40 ± 0,45	84,36 ± 1,05	15,4 ± 0,51	15,4 ± 0,51	29,8 ± 0,58	27,8 ± 0,66
B2M ₈ 200	88,74 ± 0,71	88,40 ± 0,80	15,4 ± 0,25	15,2 ± 0,38	30,0 ± 0,71	26,0 ± 0,45
Z 21M ₁₂ 200	96,36 ± 0,64	92,24 ± 0,49	17,0 ± 0,32	17,0 ± 0,32	29,4 ± 0,68	27,8 ± 0,86
L.4	77,98 ± 0,38	76,22 ± 0,30	14,2 ± 0,38	12,8 ± 0,38	29,8 ± 0,58	27,8 ± 0,73
L.8	104,40 ± 0,61	103,58 ± 0,57	16,6 ± 0,60	16,8 ± 0,38	33,0 ± 0,71	31,0 ± 0,71
L.86	110,26 ± 0,41	108,42 ± 0,63	17,2 ± 0,20	17,2 ± 0,38	35,8 ± 1,59	34,8 ± 0,58

Notă: Valorile sunt exprimate ca media ± eroarea standard (ES). * I - 02.04, II - 15.0

Numărul de noduri a fost cel mai ridicat la L.86 și Z21M₁₂200 (17,0–17,2 noduri), iar cel mai redus la L.4, care a suferit o scădere evidentă în epoca a doua (de la 14,2 la 12,8 noduri). Numărul de păstăi pe plantă a urmat aceeași tendință, cu valori maxime înregistrate la L.86 și L.8. Genotipurile mutante au prezentat un număr ușor mai redus de păstăi, dar diferențele nu au fost marcante. Această tendință evidențiază variabilitatea stabilității caracterelor morfoproductive între genotipuri, sub influența combinată a epocii de semănat și a condițiilor agroclimatice, sugerând necesitatea unei selecții diferențiate în funcție de plasticitatea fiecărui genotip.

Epoca de semănat a influențat semnificativ atât productivitatea pe plantă, cât și masa a 1000 de boabe (Figura 4).

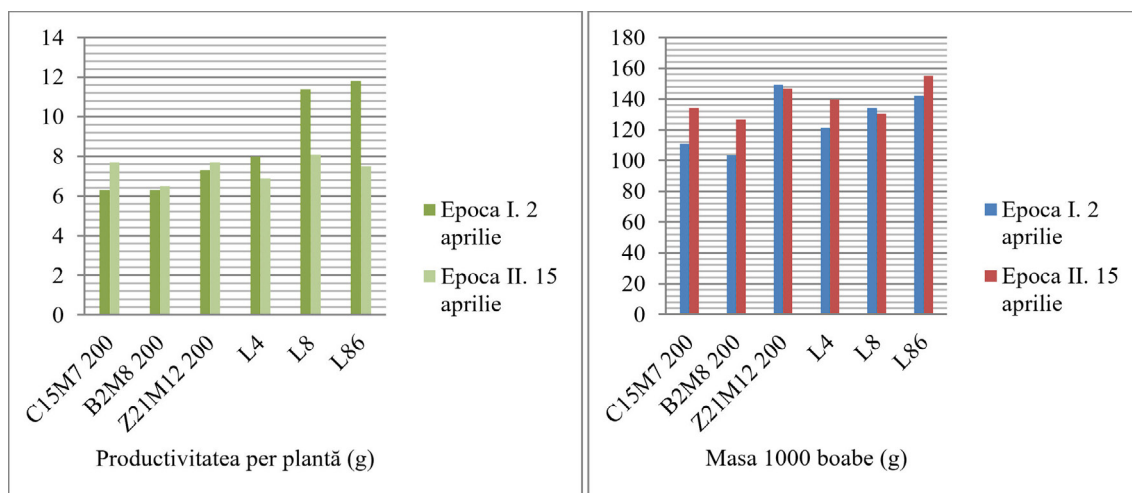


Figura 4. Indicii de productivitate

La epoca I (2 aprilie), genotipurile L.8 și L.86 au avut cele mai ridicate valori ale productivității (11,4–11,8 g/plantă), iar masa a 1000 boabe a variat între 121,1–141,9 g. Genotipurile C15M₇200 și Z21M₁₂200 au prezentat o productivitate moderată și stabilă.

La epoca II (15 aprilie), masa a 1000 boabe a crescut la toate genotipurile, atinând un maxim de 155,1 g la L.86. Cu toate acestea, productivitatea pe plantă a scăzut pentru genotipurile cu potențial ridicat (L.4, L.8, L.86), indicând un posibil compromis între greutatea boabelor și numărul total de păstăi/boabe produse.

Genotipurile C15M₇,200 și Z21M₁₂,200 s-au remarcat printr-o productivitate mai stabilă între cele două epoci, în timp ce genotipul L.86 a combinat o productivitate ridicată cu cea mai mare masă a 1000 de boabe.

Pentru a evalua influența factorilor genetici și de mediu asupra trăsăturilor agromice, a fost aplicată analiza varianței bifactoriale. Această metodă permite identificarea efectelor individuale și combinate ale genotipului și epocii de semănat, oferind date esențiale pentru selecția genotipurilor stabile în condiții de mediu variabile, aspect crucial în contextul schimbărilor climatice

Astfel, analiza varianței bifactoriale (Tabelul 3) a evidențiat efecte semnificative ale genotipului asupra tuturor parametrilor analizați. Genotipul a influențat puternic talia ($F = 8033,3$; $p < 0,001$), numărul de noduri ($F = 48,42$; $p < 0,001$) și numărul de păstăi pe plantă ($F = 88,22$; $p < 0,001$).

Tabelul 3. Analiza varianței bifactoriale (ANOVA) pentru efectele genotipului, epocii de semănat și interacțiunii asupra taliei, numărului de noduri și numărului de păstăi pe plantă.

Factor	Caracter	SC	GL	CM	F	p-valoare
Genotip	Talia (cm)	4532,49	5	906,50	8033,3	<0,001
	Număr noduri	52,18	5	10,44	48,42	<0,001
	Păstăi pe plantă	208,79	5	41,76	88,22	<0,001
Epoca semănatului	Talia (cm)	15,93	1	15,93	141,2	<0,001
	Număr noduri	0,69	1	0,69	3,19	0,087
	Păstăi pe plantă	19,34	1	19,34	40,86	<0,001
Genotip × Epocă	Talia (cm)	28,16	5	5,63	49,92	<0,001
	Număr noduri	2,56	5	0,51	2,38	0,069
	Păstăi pe plantă	16,39	5	3,28	6,92	<0,001
Rezidual		—	24	—	—	—

Epoca de semănat a avut un efect semnificativ asupra taliei ($F = 141,2$; $p < 0,001$) și asupra numărului de păstăi ($F = 40,86$; $p < 0,001$), dar nu a influențat semnificativ numărul de noduri ($p = 0,087$). Interacțiunea genotip × epocă a fost semnificativă pentru talie și numărul de păstăi, indicând răspunsuri diferențiate ale genotipurilor în funcție de epoca de semănat.

Aceste rezultate pot ghida selecția genotipurilor cu performanțe stabile în intervale variate de semănat, aspect esențial în contextul schimbărilor climatice.

Analiza ANOVA (Tabelul 4) a indicat efecte semnificative ale genotipului ($p < 0,001$), epocii de semănat ($p < 0,01$) și interacțiunii Genotip × Epocă ($p < 0,05$), atât pentru productivitatea pe plantă, cât și pentru masa a 1000 de boabe. Efectul repetării a fost nesemnificativ în ambele cazuri, ceea ce confirmă consistența rezultatelor obținute.

Prin urmare, rezultatele obținute evidențiază importanța alegerii sursei genetice și a epocii de semănat în optimizarea performanțelor agrobiologice ale soiei. Genotipurile obținute prin hibridare s-au remarcat prin potențial productiv ridicat în condiții favorabile, în special la semănatul timpuriu, în timp ce liniile obținute prin mutagenază au demonstrat o plasticitate fenotipică superioară, adaptându-se mai bine la semănatul întârziat.

Tabelul 4. Rezultatele analizei ANOVA pentru productivitatea pe plantă și masa a 1000 de boabe (g)

Factor	Productivitatea pe plantă			Masa a 1000 de boabe		
	F-calculat	p-valoare	Semnificație	F-calculat	p-valoare	Semnificație
Genotip (G)	12,48	<0,001	***	15,73	<0,001	***
Epoca de semănat (E)	5,76	0,014	*	8,21	0,006	**
Repetiție (R)	0,94	0,423	nesemnificativ	1,12	0,361	nesemnificativ
G × E	3,58	0,035	*	4,42	0,024	*

Această complementaritate confirmă faptul că ambele strategii de ameliorare — mutagenză și hibridare — pot fi eficiente, în funcție de contextul pedoclimatic. Diversitatea genetică rezultată reprezintă o resursă valoroasă pentru selecția genotipurilor cu adaptabilitate ridicată și stabilitate productivă, criterii esențiale în perspectiva schimbărilor climatice.

Integrarea acestor genotipuri de soia în programele de ameliorare regională, cu o atenție specială asupra epocii optime de semănat în funcție de tipul genetic, ar putea contribui la dezvoltarea unor soiuri performante, reziliente și adaptate practicilor agricole sustenabile, asigurând astfel securitatea alimentară și durabilitatea culturii de soia.

CONCLUZII

1. Epoca de semănat a influențat semnificativ fenologia plantelor, în special data răsării și durata perioadei de vegetație, cu diferențe de până la 7 zile între epoci. Genotipurile L.4 și L.86 au manifestat cea mai mare variabilitate, sugerând o sensibilitate mai mare la fluctuațiile de temperatură din primăvară.
2. Particularitățile morfologice și productive ale genotipurilor au variat în funcție de origine și epoca de semănat. Liniile mutante (C15M₇200, B2M₈200, Z21M₁₂200) au avut o perioadă de vegetație mai scurtă și o productivitate relativ constantă, în timp ce genotipurile hibride (L.4, L.8, L.86) s-au remarcat prin talie și productivitate mai ridicate, dar cu o scădere vizibilă a performanței în a doua epocă de semănat.
3. Rezultatele ANOVA au indicat influențe semnificative ale genotipului, epocii de semănat și interacțiunii acestora asupra taliei plantelor, numărului de păstăi și productivității pe plantă. În contrast, numărul de noduri pe plantă a fost influențat preponderent de genotip, fără variații semnificative între epoci, evidențiind un răspuns diferențiat al genotipurilor la condițiile pedoclimatice.
4. Pe baza performanțelor medii și a stabilității caracterelor evaluate, liniile obținute prin mutagenză s-au evidențiat ca potențiali candidați pentru selecție, demonstrând o adaptabilitate mai bună în condiții de semănat variabil.
5. Alegerea optimă a epocii de semănat în funcție de originea genotipurilor — mutagenză sau hibridare — este esențială pentru maximizarea producției și calității semințelor, subliniind necesitatea adaptării strategiilor de cultivare la condițiile pedoclimatice specifice.

RECUNOAȘTERI

Această cercetare a fost realizată în cadrul proiectului de cercetare și inovare: „Identificarea și valorificarea genitorilor valoroși de culturi agricole în crearea unei baze genetice autohtone de interes socio-economic” (cu cifru 23.70105.5107.04), finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AgroDat Moldova. Disponibil: <https://agrodat.md/>
2. BĂLTEANU, G. (1998). *Fitotehnie*. Vol. 1: Cereale și leguminoase pentru boabe. Ediția a 2-a. București: Editura Ceres, 501 p.
3. CHEN, S.; X. CHEN & J. XU (2013). Impacts of climate change on corn and soybean yields in China. *AAEA & CAES Joint Annual Meeting, Agricultural and Applied Economics Association, Washington, DC, August 4-6, 2013*, pp. 1-46. Disponibil: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/149739/2/AAEA2013.pdf>.
4. ION, V. (2010). *Fitotehnie*. București, 142 p.
5. PETCU, E. (2008). *Impactul schimbărilor climatice asupra plantelor: Seceta*. Editura Domino, 151 p.
6. SHARMA, R. K.; S. KUMAR; K. VATTA; J. DHILLON & K. N. REDDY (2022). Impact of recent climate change on cotton and soybean yields in the southeastern United States. *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 9. ISSN 2666-1543. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100348>
7. ZHU, W.; J. LI & T. XIE (2024). Impact of climate change on soybean production: Research progress and response strategies. *Advances in Resources Research*, vol. 4(3), pp. 474-496. Disponibil: https://www.jstage.jst.go.jp/article/arr/4/3/4_474/_pdf/-char/ja.
8. КЛЫКОВ, В. В. (1988). Ранние сроки сева сои как резерв повышения урожайности. *Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур*, вып. 4, с. 52-55.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 14.03.2025; Accepted 25.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.04
UDC: 631.58



AGRICULTURA CONVENȚIONALĂ VERSUS AGRICULTURA CONSERVATIVĂ: DIFERENȚE ȘI PERSPECTIVE

Mihail RURAC*, ORCID: 0000-0002-2524-1121,
Boris NAZAR, ORCID: 0000-0002-9262-5061,
Sergiu GAVRILAȘ, ORCID: 0009-0006-4262-1325

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Mihail RURAC - e-mail: mihail.rurac@am.utm.md

Abstract. In the Republic of Moldova, a new agricultural system is emerging, based on a new development paradigm that promotes biological processes, maintains permanent soil cover, and rejects soil tillage. Conservation agriculture is globally recognized and accepted by the FAO. However, it is often confused with conservation tillage and is not fully acknowledged. Based on two field experiments – one under conventional agriculture and the other under conservation agriculture – the differences between these two systems are presented, along with their potential to address key issues related to climate change adaptation and soil degradation prevention. Conventional agriculture is viewed as a compromised system that contributes to soil degradation, whereas conservation agriculture is seen as a system with potential for climate change adaptation and halting degradation. Conservation agriculture should only be considered valid when all three principles recognized by global organizations are applied: minimal mechanical soil disturbance (no tillage) by direct placement of seeds and fertilizers; permanent soil cover with plant residues (at least 30%) and/or cover crops; species diversification, through varied crop successions and associations involving at least three different crops.

Keywords: *New paradigm; Conventional agriculture; Conservation agriculture; Conservation tillage; Climate change adaptation.*

Rezumat. În Republica Moldova se conturează un nou sistem de agricultură bazat pe paradigma nouă de dezvoltare care se bazează pe promovarea proceselor biologice, menținerea solului permanent acoperit și respingerea lucrării solului. Agricultura conservativă este recunoscută pe plan mondial, fiind acceptată de FAO. Totodată agricultura conservativă este confundată cu lucrarea conservativă a solului și nu este recunoscută pe deplin. În baza a două experiențe de câmp una în agricultura convențională și alta în agricultura conservativă sunt prezentate diferențele acestor două sisteme de agricultură și prezentată perspectiva lor în soluționarea principalelor probleme legate de adaptarea la schimbările climatice și stoparea degradării solurilor. Agricultura convențională este privită ca un sistem compromis de agricultură care contribuie la degradarea solurilor și agricultura conservativă este privită ca un sistem cu potențial de adaptare la schimbările climatice și stopare a degradării. Agricultura conservativă trebuie considerată numai în cazul aplicării a celor trei principii menționate și recunoscute de organizațiile mondiale: perturbarea mecanică minimă a solului (no tillage) prin plasarea directă a semințelor și a îngrășămintelor; menținerea permanentă a solului acoperit cu resturi vegetale (cel puțin 30%) și/sau cu culturi de acoperire; diversificarea speciilor, prin succesiuni de culturi variate și asocieri care implică cel puțin trei culturi diferite.

Cuvinte-cheie: *Paradigma nouă; Agricultura convențională; Agricultura conservativă; Lucrări conservative ale solului; Adaptarea la schimbările climatice.*

INTRODUCERE

Agricultura, în calitate de sector de bază al economiei globale și de principală sursă de hrană pentru populația mondială, se află într-un proces de tranziție profundă, marcând trecerea de la un sistem care ignoră legile naturale, către unul fundamentat pe respectarea și valorificarea acestora. Modelul tradițional de agricultură s-a caracterizat prin practici precum lucrarea intensivă a solului, arderea resturilor vegetale, menținerea solului descoperit și utilizarea prioritară a inputurilor chimice. În această abordare, resturile vegetale erau tratate ca deșeuri nedorite, iar eroziunea era acceptată ca un fenomen inevitabil, ceea ce a condus la degradarea solului, pierderea fertilității naturale și, în final, compromiterea sustenabilității întregului sistem agricol.

În ultimele decenii, însă, provocările tot mai stringente, precum degradarea resurselor naturale, schimbările climatice, scăderea biodiversității și diminuarea conținutului de materie organică din sol, au impus o reevaluare profundă a practicilor agricole dominante. Această tendință de reorientare este vizibilă inclusiv în Republica Moldova, unde agricultura convențională, utilizată pe scară largă, este din ce în ce mai des pusă la îndoială din perspectiva sustenabilității și a impactului asupra mediului. Tot mai mulți specialiști, fermieri și factori decizionali explorează alternative sustenabile, capabile să mențină productivitatea agricolă fără a compromite funcțiile ecologice ale solului și echilibrul ecosistemelor naturale.

Noua paradigmă agricolă respinge aceste practici tradiționale, valorificând resturile vegetale ca resurse naturale esențiale și interzicând arderea acestora. Ea promovează menținerea solului permanent acoperit, stimularea proceselor biologice și gestionarea naturală a organismelor nocive.

În această viziune, eroziunea solului nu mai este percepută ca un fenomen inevitabil, ci ca un indicator clar al aplicării unor practici agricole incorecte. Acest model agricol susține o utilizare durabilă a solului, care este viabilă din punct de vedere ecologic, social și economic (Derpsch, 2008).

Agricultura convențională reprezintă un sistem agricol caracterizat prin fluxuri deschise de elemente nutritive și energie, fundamentat pe utilizarea îngrășămintelor sintetice, a produselor fitosanitare, pe lucrări intensive ale solului, precum și rotații limitate ale culturilor sau, în unele cazuri, pe monocultură. Sistemul respectiv contribuie la degradarea fizică și biologică a solului, la diminuarea conținutului de carbon organic și la reducerea biodiversității (Kasi & Lal, 2020).

Agricultura conservativă reprezintă un sistem de practici agricole care promovează perturbarea minimă a solului (adică no-tillage), menținerea unei acoperiri permanente a solului și diversificarea speciilor cultivate. Această abordare favorizează biodiversitatea și procesele biologice naturale, contribuind la creșterea eficienței utilizării apei și a nutrienților, precum și la menținerea și îmbunătățirea productivității culturilor agricole.

Agricultura conservativă se bazează pe trei principii:

1. Perturbarea mecanică minimă a solului, (no tillage) prin plasarea directă a semințelor și a îngrășămintelor;
2. Menținerea unei acoperiri permanente a solului, asigurată prin resturi vegetale sau culturi de acoperire, acoperind cel puțin 30% din suprafața terenului;
3. Diversificarea speciilor, prin succesiuni de culturi variate și asocieri care implică cel puțin trei culturi diferite (FAO, 2025).

Termenul de „agricultură conservativă” a fost propus pentru prima dată de către Rolf Derpsch și Theodor Friedrich în anul 1997. În același an, Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO) a adoptat termenul „agricultură conservativă” pentru a descrie sistemele durabile de producere. Organizarea primului Congres Mondial al Agriculturii Conservative, în septembrie 2001 la Madrid, a reprezentat un moment esențial pentru globalizarea conceptului și a principiilor acestuia. Agricultura conservativă a fost astfel promovată de FAO și unele agenții donatoare ca o componentă-cheie a intensificării durabile a producției agricole (Kassam et al., 2022).

Recunoscută la nivel internațional ca o soluție eficientă pentru adaptarea la schimbările climatice, inclusiv în Republica Moldova, agricultura conservativă se distinge semnificativ de agricultura convențională (HG 624, 2023). Tranziția către acest sistem agricol presupune, în primul rând, înțelegerea și acceptarea noii paradigme. Scopul prezentei cercetări este de a evidenția, pe baza unor experiențe de câmp, diferențele dintre cele două sisteme, în vederea facilitării înțelegerii și adoptării agriculturii conservative în spațiul românesc.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările din cadrul agriculturii convenționale au fost realizate la Stațiunea Didactică Experimentală „Chetrosu” a Universității Agrare de Stat din Moldova. Experiențele de câmp au fost inițiate în perioada 1978–1979, sub coordonarea profesorului Vasile Coltun. Cercetările științifice în aceste experiențe au fost realizate până în anul 2022, în cadrul unui asolament tipic zonei de Centru a Republicii Moldova. În experiențele vizate au fost amplasate 3 fondaluri de îngrășămintă și 4 variante de lucrare a solului în asolament. Variantele de lucrare a solului în asolament au fost următoarele:

- *Arătura (martor)* – pentru toate culturile din asolament, lucrarea solului a fost realizată cu plugul cu cormană;
- *Lucrarea solului cu unelte de tip ploscorez* – pentru toate culturile din asolament, lucrarea solului a fost realizată cu unelte de tip ploscorez;
- *Combinată I* – lucrarea de bază a solului pentru culturile din asolament a fost realizată atât cu plug cu cormană (arătură), cât și cu unelte de tip ploscorez; preponderent, în cadrul asolamentului s-au efectuat lucrări cu plugul cu cormană;
- *Combinată II* – lucrarea de bază a solului pentru culturile din asolament a fost realizată atât cu plug cu cormană, cât și cu unelte de tip ploscorez, însă preponderent în asolament au fost realizate lucrări cu unelte de lucrare a solului de tip ploscorez.

Pentru cultura grâului de toamnă, în calitate de lucrare de bază a solului a fost realizată discuirea la adâncimea de 10–12 cm. Adâncimea de lucrare a solului pentru culturile asolamentului a variat în dependență de reacția culturilor. Scopul prezentei cercetări a constat în evaluarea posibilității utilizării uneltelor de tip ploscorez drept lucrare de bază a solului. În cadrul studiului au fost evaluați un șir de indicatori fizici, chimici și biologici ai fertilității solului.

Modelul tehnologiei de cultivare a fost unul tipic agriculturii convenționale care a inclus:

- dezmiriștirea sau discuirea îndată după recoltarea culturii premergătoare;
- aplicarea îngrășămintelor de bază;
- lucrarea de bază a solului și nivelarea în dependență de cultură și planta premergătoare;
- grăparea solului primăvara la atingerea maturității fizice a solului;
- cultivația înainte de semănat;

- semănatul cu aplicarea concomitentă a îngrășămintelor și tăvălugirea semănăturilor;
- aplicarea erbicidelor de sol (îndată după semănat, după caz);
- cultivația între rânduri a culturilor prășitoare;
- aplicarea tratamentelor fitosanitare și fertilizărilor foliare (după caz);
- recoltarea producției de bază și secundară.

Cercetările în cadrul agriculturii conservative au fost realizate pe câmpurile Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor din comuna Pașcani, raionul Criuleni, având ca obiectiv inițierea elaborării unei tehnologii de cultivare a porumbului în condițiile schimbărilor climatice. Experiențele au fost de scurtă durată, desfășurate în perioada 2022–2023, realizate în cadrul verigii asolamentului grâu de toamnă – porumb pentru boabe. După recoltarea grâului de toamnă, la data de 25 august 2022, prin semănatul culturilor de acoperire a fost fondată experiența, având următoarele variante:

- *Agricultura convențională.* În această variantă, după recoltarea culturii premergătoare, a fost efectuată arătura cu plug cu cormană la adâncimea de 25-27 cm, iar primăvara s-au efectuat grăparea și cultivația înainte de semănatul porumbului;
- *Agricultura conservativă I.* În această variantă, miriștea și toate resturile vegetale au fost lăsate la suprafața solului, fără a fi încorporate și fără efectuarea altor lucrări ale solului;
- *Agricultura conservativă II.* În această variantă muștarul a fost semănat în calitate de cultură de acoperire;
- *Agricultura conservativă III.* Varianta în care mazărichea de primăvară a fost semănată în calitate de cultură de acoperire;
- *Agricultura conservativă IV.* Varianta experienței în care a fost semănat un amestec de culturi de acoperire;
- *Agricultura conservativă V.* Varianta experienței în care mazărichea de toamnă a fost semănată în calitate de cultură de acoperire, cu intenția de a fi oprită din creștere înainte de semănatul porumbului;
- *Agricultura conservativă VI.* Varianta experienței în care mazărichea de toamnă a fost semănată în calitate de cultură de acoperire, cu intenția de a fi oprită din creștere după semănatul porumbului.

Au fost determinate umiditatea și rezervele de apă în sol, masa verde și aero - uscată a culturilor de acoperire, au fost efectuate observații fenologice asupra culturilor de acoperire și plantelor de porumb, precum și evaluarea recoltei culturilor. Modelul tehnologiei de cultivare a porumbului în variantele cu agricultura conservativă a fost următorul:

- semănatul culturilor de acoperire;
- combaterea buruienilor cu erbicide de acțiune totală îndată după semănat;
- oprirea din creștere a culturilor de acoperire;
- semănatul porumbului;
- aplicarea tratamentelor fitosanitare și fertilizărilor foliare (în caz de necesitate);
- recoltarea.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Evaluarea utilizării uneltelor de tip ploscorez ca lucrare de bază a solului evidențiază atât avantaje, cât și limitări. În primul rând, acest tip de lucrare contribuie la reducerea consumului de combustibil și la economisirea forței de muncă. Totuși, aplicarea sa conduce la efecte negative, printre care creșterea îmburuienării atât a semănăturilor, cât și a solului, în special prin proliferarea buruienilor perene. De asemenea, stratul arabil devine eterogen, iar pe un agrofond sărac, producția scade din cauza curenței de fosfor.

Arătura cu plug cu cormană, realizată diferențiat în funcție de adâncime și de particularitățile biologice ale culturilor, prezintă multiple avantaje: contribuie la reducerea îmburuienării semănăturilor și a solului, micșorează cota buruienilor perene în agroecosisteme, asigură omogenizarea stratului arabil, favorizează dezvoltarea sistemului radical și eficientizează utilizarea apei și a elementelor nutritive dintr-un volum extins de sol. Plugul trebuie integrat în sistemul de mașini specifice agriculturii durabile.

În cadrul asolamentului este necesară alternarea arăturii și a lucrării solului cu unelte de tip ploscorez. Pentru culturile prășitoare, în special pentru porumb, arătura constituie metoda de lucrare recomandată. În cazul culturilor semănate compact, se recomandă lucrarea solului cu ploscorez. Pentru cultura grâului de toamnă, poate fi utilizată lucrarea solului cu discul, fără înregistrarea unor scăderi semnificative ale producției (Rurac, 1998).

Recomandările prezentate au rezultat din cercetările desfășurate în perioada anilor 1994-1996 și din înțelegerea problemelor legate de studierea lucrării solului. A fost realizată prima încercare de minimalizare a lucrărilor solului în cadrul tehnologiilor de cultivare a culturilor de câmp. Spre deosebire de sistemul lui Baraev (1975) în cercetările realizate nu au fost utilizate grape și semănători speciale destinate păstrării miriștii la suprafața solului.

Diferența dintre varianta arătura și varianta de lucrare a solului cu unelte de tip ploscorez a constat în faptul că, în cazul arăturii, brazda era răsturnată, în timp ce în cazul lucrării cu unelte de tip ploscorez brazda rămânea nerăsturnată. Mai mult ca atât, sistemul de mașini disponibil nu permitea gestionarea eficientă a resturilor vegetale cu păstrarea lor la suprafața solului și, practic, experiențele s-au realizat pe un fond lipsit de resturi vegetale.

În condițiile create, lucrarea solului a fost realizată imediat după recoltare cu unelte cu discuri, fiind urmată de lucrarea solului cu unelte de tip ploscorez. Acest sistem de lucrare a solului poate fi încadrat în categoria lucrărilor minime ale solului, întrucât suprafața de lucru a câmpului a fost redusă prin utilizarea uneltelor de tip ploscorez.

În unul dintre primele manuale contemporane de agrotehnică elaborate în România (Budoî & Penescu, 1996) se menționează despre sistemul de lucrări pentru conservarea solului (SLCS), care este un concept foarte larg, ale cărui componente trebuie precizate în funcție de fiecare caz în parte.

Printre indicatorii de bază utilizați pentru determinarea variantelor (sistemelor) se numără: eliminarea arăturii cu întoarcerea brazdelor, totală sau pentru o anumită perioadă de ani, precum și menținerea resturilor vegetale la suprafața solului în proporție de cel puțin 30%.

Una din variantele SLCS este numit sistemul *no tillage*, denumit în limba română „sistemul fără lucrări” sau „agricultura fără arătură”. În cadrul acestui sistem, se susține totuși necesitatea efectuării arăturii o dată la 3–4 ani. De asemenea, aplicabilitatea acestui sistem este limitată, fiind recomandată doar pentru solurile ușoare.

Ronald E. Phillips et al. (1980) definesc atât lucrarea convențională a solului, cât și sistemul *no tillage*. În cadrul sistemului *no tillage* sunt incluse un șir larg de sisteme, care variază de la fără lucrarea solului, până la lucrări suficiente pentru a asigura plasarea și acoperirea semințelor cu sol, astfel încât să fie posibilă germinarea și răsărirea acestora.

Ulterior, Maurice R. Gebhardt et al. (1985) prezintă cinci variante de lucrare conservativă a solului: *no till* (zero lucrări ale solului), *ridge till* (lucrarea în biloane), *strip till* (lucrarea în fâșii), *mulch till* (lucrarea cu mulch) și *reduced till* (lucrarea redusă). În tabelul 1 sunt prezentate mai multe noțiuni care reflectă dezvoltarea continuă a abordărilor privind conservarea solului. Literatura de specialitate oferă o diversitate considerabilă de astfel de abordări, fiecare adaptată condițiilor specifice de sol, climă și sistem de cultură.

Tabelul 1. Noțiuni atribuite agriculturii convenționale

Noțiunea	Descrierea	Citarea
Afânare fără întoarcerea brazdei	Procedeu elaborat sub conducerea academicianului Baraev, fiind parte a sistemului de protecție a solurilor elaborat în anii 60 a secolului trecut. Lucrarea solului se realiza pentru culturile cerealiere până la adâncimea de 20-27 cm cu păstrarea până la 80% din miriște la suprafață.	Воробьев et al., 1991
Lucrările minime ale solului	Lucrările minime ale solului asigură reducerea consumului de energie prin diminuarea numărului și adâncimii lucrărilor solului, combinarea operațiunilor și procedeele efectuate într-un singur proces de lucru sau prin reducerea suprafeței lucrute a câmpului	Воробьев et al., 1991
Lucrarea convențională a solului	Arătura cu plugul cu cormană urmată după o lucrare cu discul sau după mai multe lucrări cu discul.	Ronald E. Phillips et al., 1980
Sistemul no tillage	Sistem în care culturile sunt semănate ori fără nici o lucrare a solului sau doar cu o lucrare suficientă care ar permite plasarea și acoperirea semințelor cu sol pentru a permite germinarea și răsărirea.	Ronald E. Phillips et al., 1980
Lucrarea conservativă	Lucrarea conservativă a solului este orice sistem de lucrare și semănat care acoperă 30 % sau mai mult din suprafața solului cu reziduuri vegetale după semănat, pentru a reduce eroziunea provocată de apă. Dacă eroziunea solului de vânt este preocuparea principală, lucrările conservative se definesc ca orice sistem care menține cel puțin 1 100 kg/ha de reziduuri plate echivalente de cereale păioase la suprafață pe întreaga perioadă critică față de eroziunea eoliană.	R. Derpsch, 2008
No till	No-till este definit ca semănatul într-un sol nepregătit, fără a perturba mai mult de 1/3 din suprafața solului.	R. Derpsch, 2008
Lucrările reduse/minime ale solului	Tipuri de lucrări ale solului care lasă o acoperire cu resturi vegetale de 15–30 % după semănat sau echivalentul a 560–1120 kg/ha de resturi de cereale păioase pe parcursul perioadei critice față eroziunea eoliană. Acest sistem nu specifică uneltele de lucru ale solului utilizate.	D. C. Reicosky & R. R. Allmaras, 2003
No-till (NT)/ Zero-till	Solul rămâne neatins de la recoltare până la semănat, cu excepția aplicării îngrășămintelor. Semănatul sau însămânțarea se realizează într-un pat germinativ îngust sau într-o rigolă creată cu ajutorul turbo-discurilor, periilor de curățare a rândurilor, discurilor deschizătoare sau dălților. Combaterea buruienilor se face în principal cu erbicide. Cultivația poate fi utilizată în cazuri de urgență pentru controlul buruienilor.	D. C. Reicosky & R. R. Allmaras, 2003
Strip-till/ Zone-till	O variantă modificată a semănatului direct (No-till), uneori similară cu lucrarea în biloane, constă în menținerea unei acoperiri cu resturi vegetale la suprafața solului. Pentru aceasta, perturbarea solului pe lățimea rândului trebuie să fie mai mică de 25%.	D. C. Reicosky & R. R. Allmaras, 2003

Niciuna dintre noțiunile menționate nu reflectă conceptul de agricultură conservativă. Lucrarea conservativă a solului, zero lucrări ale solului (*no-till*), lucrarea redusă și lucrarea minimă a solului nu sunt echivalente cu agricultura conservativă.

No-till poate fi considerat parte integrantă a agriculturii conservative atunci când este parte a sistemului întreg și când sunt respectate toate principiile agriculturii conservative. O practică agricolă poate fi considerată parte a agriculturii conservative doar atunci când este integrată într-un sistem coerent de agricultură conservativă. Aplicarea parțială, la fel, nu este posibilă (Kassam et al., 2009).

Numeroase cercetări efectuate la nivel internațional au demonstrat că lucrarea solului în sine, nu contribuie în mod real la conservarea acestuia. În termenul „lucrarea conservativă” este mai multă lucrare a solului, decât conservare (Reicosky, 2003). Cele 30 % de resturi vegetale lăsate la suprafața solului după semănat nu sunt suficiente pentru a proteja solul de eroziunea de apă și de vânt.

Pierderile induse de CO₂ din sol în rezultatul lucrării solului sunt direct proporționale cu volumul de sol perturbat (Reicosky, 2003), cele mai mici valori fiind înregistrate în varianta *no till*. Cercetările realizate în Statele Unite ale Americii de Kristine A. Nichols și Sara F. Wright (2004) au condus la identificarea glomalinei, o glicoproteidă produsă de ciupercile micoriziene vezicular-arbusculare. Tot în aceste cercetări a fost demonstrat rolul ciupercilor în formarea și păstrarea structurii solului.

În cadrul rotațiilor echivalente, sistemele de lucrare minimă a solului contribuie la sporirea conținutului de humus. Cel mai ridicat conținut de humus a fost înregistrat în varianta cu *no tillage*, în timp ce cel mai scăzut s-a observat în varianta cu arătură. De asemenea, distribuția materiei organice în profilul de sol corelează strâns cu densitatea biotei solului, prezentând valori ridicate în stratul superficial și o scădere treptată odată cu adâncimea.

Îmbogățirea cu carbon a solurilor nelucrate evidențiază faptul că conservarea materiei organice din sol contribuie semnificativ la captarea carbonului atmosferic, reducând astfel impactul încălzirii globale (Reicosky, 2003). În sprijinul acestui aspect, Pittelkow et al. (2015) au realizat o meta-analiză globală, utilizând 5 463 de observații pereche privind randamentele, extrase din 610 studii, pentru a compara sistemul *no till* - conceptul original și central al agriculturii conservative, cu practicile convenționale de lucrare a solului, acoperind 48 de culturi în 63 de țări.

Practicarea *no till*, în combinație cu celelalte două principii fundamentale ale agriculturii conservative — rotația culturilor și menținerea permanentă a acoperirii solului — conduce la creșteri semnificative ale productivității în zonele climatice uscate. Rezultatele obținute sugerează că agricultura conservativă poate reprezenta o strategie eficientă de adaptare la schimbările climatice pentru regiunile din ce în ce mai secetoase ale lumii.

În cercetările desfășurate în domeniul agriculturii conservative au fost formulate primele concluzii cu referire la cercetarea agriculturii conservative:

- Solul nivelat reprezintă o condiție esențială pentru agricultura conservativă. În cadrul agriculturii convenționale, denivelările solului pot fi corectate ulterior prin intermediul lucrărilor mecanice. În agricultura conservativă calitatea semănatului depinde în mare măsură de nivelarea solului;
- Gestionarea adecvată a resturilor vegetale reprezintă o condiție considerabilă pentru asigurarea succesului în cercetarea și implementarea agriculturii conservative. Combinatele mai vechi nu sunt echipate cu unelte care să permită o gestionare eficientă a resturilor, iar grămezile și brazdele de paie rezultate în urma recoltării sunt dificil de manevrat;
- Gestionarea buruienilor în agricultura conservativă reprezintă o provocare, însă este realizabilă. Culturile de acoperire ascund în frunziș buruienile perene cu drajoni în perioada de toamnă-iarnă, care apoi în perioada de primăvară-vară sunt greu de nimicit;

- Semănatul culturilor de primăvară trebuie realizat în funcție de temperatura și maturitatea fizică a solului, determinate pentru fiecare parcelă de lucru. O atenție deosebită trebuie acordată închiderii calitative a rigolei după semănat;
- Culturile de acoperire trebuie gestionate cu mare atenție. În primii ani de implementare a agriculturii conservative, culturile de acoperire vor fi stopate din vegetație în perioada de toamnă;
- Agricultura conservativă presupune semănatul în sol nelucrat, acoperit cu resturi vegetale sau culturi de acoperire, iar deoarece majoritatea solurilor din Republica Moldova prezintă un conținut scăzut de fosfor accesibil (Andrieș, 2016) este necesară stabilizarea acestui element nutritiv prin efectuarea analizei de sol și aplicarea îngrășămintelor cu fosfor (Boincean et al., 2020);
- Este importantă cultivarea soiurilor și hibrizilor adaptați condițiilor specifice agriculturii conservative, caracterizate prin prezența stratului de resturi vegetale, sol mai rece, sol posibil tasat etc.

Actualmente, în literatura științifică mondială sunt recunoscute două lucrări științifico-metodice în care sunt prezentate aspectele importante ce trebuie avute în vedere la cercetarea și implementarea agriculturii conservative (Derpsch, 2008; Duiker & Myers, 2006).



Figura 1. Vedere asupra lotului experimental cu agricultură convențională (în prim plan) și agricultură conservativă (al doilea plan), 10.06.2023. Foto de M. Rurac

Agricultura conservativă se diferențiază semnificativ de agricultura convențională. În agricultura conservativă solul nu este lucrat, iar semințele sunt introduse direct în solul acoperit cu resturi vegetale, fără efectuarea unor lucrări prealabile. Pentru a facilita acest proces, au fost dezvoltate semănători speciale, adaptate să asigure un semănat eficient în condiții variate de sol și umiditate.

În agricultura conservativă resturile vegetale nu se încorporează în sol și nici nu se ard, ci sunt păstrate la suprafața solului și îndeplinesc funcția de protecție și ameliorare a solului, fiind gestionate cu o atenție deosebită. Agricultura conservativă fără resturi vegetale este un nonsens.

Totodată, acest sistem presupune un număr redus de procedee tehnologice în cadrul tehnologiei de cultivare a culturilor, ceea ce conduce implicit la scăderea consumului de combustibil și lubrifianți.

Agricultura conservativă are un efect dublu asupra schimbărilor climatice, pe de o parte, reduce consumul de combustibil și, implicit, și emisiile de CO₂ și alte gaze cu efect de seră în atmosferă, pe de altă parte, agricultura conservativă contribuie la sporirea conținutului de humus în sol și la sechestrarea carbonului.

Agricultura conservativă, prin nelucrarea și menținerea solului permanent acoperit cu resturi vegetale sau cu culturi de acoperire, contribuie la conservarea solului și la reducerea aproape la zero a eroziunii solului, reprezentând o soluție viabilă pentru protecția cernoziomului.

Agricultura conservativă reprezintă un sistem relativ nou pentru Republica Moldova, iar lipsa cunoștințelor locale în domeniu este evidentă. Cercetarea agricolă se află într-un moment determinant, fiind nevoită să decidă dacă își va concentra toate resursele asupra agriculturii conservative sau va continua să susțină agricultura convențională – un sistem compromis, care pune în pericol sustenabilitatea Terrei prin degradarea solurilor, mai ales în contextul creșterii populației.

CONCLUZII

1. Agricultura conservativă se distinge esențial de agricultura convențională, fiind recunoscută drept un sistem agricol durabil, în timp ce agricultura convențională este considerată un model depășit și compromis din perspectiva sustenabilității.
2. Agricultura conservativă nu trebuie confundată cu agricultura convențională, deoarece aplicarea ei presupune respectarea strictă a celor trei principii fundamentale recunoscute la nivel internațional: perturbarea minimă a solului, menținerea unei acoperiri vegetale permanente și diversificarea culturilor.
3. Beneficiile agriculturii conservative sunt multiple și se manifestă la nivelul fermierului (reducerea costurilor și riscurilor), al solului (creșterea fertilității și conservarea structurii) și al societății (protecția mediului și adaptarea la schimbările climatice). Cele mai mari avantaje derivă din menținerea solului acoperit și eliminarea lucrărilor mecanice intensive.
4. Un obstacol major în adoptarea pe scară largă a agriculturii conservative îl reprezintă lipsa cunoștințelor și experienței locale, aspect care poate fi depășit doar prin desfășurarea de cercetări științifice multidisciplinare și adaptate condițiilor specifice fiecărei regiuni.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost realizat în cadrul proiectului „Elaborarea și implementarea bu-nelor practici de agricultură durabilă și reziliență climatică / GREEN / 020407”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AL-KAISI, M. M. & R. LAL (2020). Aligning science and policy of regenerative agriculture. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 84(6). Disponibil: <https://doi.org/10.1002/saj2.20162>
2. ANDRIEȘ, Serafim (2016). Măsuri și procedee de optimizare a regimului de fosfor în sol. *Akademios*, nr. 2(41), pp. 94-102. ISSN 1857-0461. Disponibil: http://akademios.asm.md/files/94_102_Masuri%20si%20procedee%20de%20optimizare%20a%20regimului%20de%20fosfor%20in%20sol.pdf
3. BOINCEAN, Boris; Leonid VOLOȘCIUC; Mihail RURAC; Iurie HURMUZACHI și Grigore BALTAG (2020). *Agricultura Conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori*. Chișinău: Print-Caro, 203 p. ISBN 978-9975-56-744-2. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/28964/rurac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4. BUDOI, Gheorghe & Aurelian PENESCU (1996). *Agrotehnica*. București: Ceres, 438 p. ISBN 973-40-0358-5.
5. DERPSCH, R. (2008). No-tillage and Conservation Agriculture: A Progress Report. In: T. GODDARD et al. (eds.), *No-Till Farming Systems*. Special Publication № 3. World Association of Soil and Water Conservation. Bangkok, pp. 7-39. ISBN 978-974-8391-60-1.
6. DUIKER, S. W. & J. C. MYERS (2006). *Steps Towards a Successful Transition to No-Till*. PennState Conservation Commission. Pennsylvania State College, 35 p. Disponibil: [https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/PA/uc192\[1\].pdf](https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/PA/uc192[1].pdf)
7. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF UNITED NATIONS (FAO) (2025). *Conservation Agriculture*. Website. Disponibil: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>
8. GEBHARDT, Maurice R.; Tommy C. DANIEL; Edward E. SCHWEIZER & Raymond R. ALLMARAS (1985). Conservation Tillage. *Science*, vol. 230 (4726), pp. 625-630. DOI 10.1126/science.230.4726.625.
9. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Programului național de adaptare la schimbările climatice până în anul 2030: nr. 624 din 30-08-2023. *Monitorul oficial al Republicii Moldova*. 2023, nr. 448-451, art. 1086. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=140163&lang=ro
10. KASSAM, A.; T. FRIEDRICH & R. DERPSCH (2022). Successful Experiences and Lessons from Conservation Agriculture Worldwide. *Agronomy*, vol. 12, pp. 1-19. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/agronomy12040769>
11. KASSAM, A.; T. FRIEDRICH; F. SHAXSON & J. PRETTY (2009). The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. *International journal of agricultural sustainability*, vol. 7(4), pp. 292-320. Disponibil: <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477>
12. NICHOLS, Kristine A. & Sara F. WRIGHT (2004). Contributions of fungi to soil organic matter in Agroecosystems. In: S. SEITER & W. R. HORWATH, *Soil Organic matter in Sustainable Agriculture*. Edited by Fred Magdoff and Ray R. Weil. Boca Raton: CRC Press, pp. 179-198. ISBN 0-8493-1294-9. DOI 10.1201/9780203496374.ch6.
13. PHILLIPS, R. E.; W. T. GRANT; R. L. BLEVINS; W. W. FRYE & S. H. PHILLIPS (1980). No-Tillage Agriculture. *Science*, vol. 208 (4448), pp. 1108-1113. DOI 10.1126/science.208.4448.1108.
14. PITTELKOW, C. M.; X. LIANG; B. A. LINQUIST; K. J. van GROENIGEN; J. LEE et al. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, vol. 517, pp. 365-368. Disponibil: <https://doi.org/10.1038/nature13809>
15. REICOSKY, D. C. & R. R. ALLMARAS (2003). Advances in Tillage Research in North American Cropping Systems. *Journal of Crop Production*, vol. 8(1-2), pp. 75-125. DOI 10.1300/J144v08n01_05.
16. REICOSKY, D. C. (2003). Conservation agriculture: Global environmental benefits of soil carbon Management. In: L. GARCÍA-TORRES et al. (eds.), *Conservation Agriculture: World Congress on Conservation Agriculture*. Springer, Dordrecht, pp. 3-11. Disponibil: https://doi.org/10.1007/978-94-017-1143-2_1
17. RURAC, M. (1998). *Evaluarea lucrării de bază a solului cu paraplow, posibilitatea aplicării ei în asolamentele zonei centrale a Moldovei*. Teză de doctor în științe agricole. Chișinău, 274 p.
18. БАРАЕВ, А. И. (1975). *Почвозащитное земледелие*. Москва: Колос, 304 с.
19. ВОРОБЬЕВ, С. А.; А. Н. КАШТАНОВ; А. М. ЛЫКОВ и И. П. МАКАРОВ (1991). *Земледелие*. Под редакцией С. А. Воробьева. Москва: Агропромиздат, 527 с. ISBN 5-10-002034-2.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 04.05.2025; Accepted 05.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.05
UDC: 633.16: 631.524.01 (478)



ОЦЕНКА ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К УСЛОВИЯМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Виктор БУРДУЖАН*, ORCID: 0009-0006-5223-1945,
Даниела ДУБИЦ, ORCID: 0000-0002-5128-5021,
Сильвия СЕКРИЕРУ, ORCID: 0009-0001-2999-5158,
Анжела МЕЛЬНИК, ORCID: 0009-0003-0644-119X

Технический Университет Молдовы, Республика Молдова

*Corresponding author: Виктор БУРДУЖАН – e-mail: victor.burdujan@am.utm.md

Abstract. The present study presents research results on the productivity and agroecological adaptability evaluation of five new winter barley genotypes under the conditions of various agro-climatic zones of Moldova during 2022–2024. Indicators contributing to agroecological adaptability were studied, such as the relative yield index, genotype responsiveness to favorable years, and degree of yield depression. It was established that the average genotypic grain yield across the country ranged from 3.62 t/ha (southern zone) to 8.12 t/ha (central zone), with an average across zones of 6.48 t/ha. Calculations of genotype responsiveness showed high values, ranging from 65.28% (Excelent) to 74.69% (HVM 018), indicating high potential for yield increase under favorable conditions. The degree of yield depression among genotypes did not vary significantly, ranging between 53.37% (HVV 021) and 57.73% (HVR 021). Agroecological adaptability of all studied genotypes was in the positive segment, varying from 8.29% (Excelent) to 18.74% (HVG 020). Genotypes HVM 08 and HVG 020 showed high adaptability, HVR 021 and HVM 021 showed moderate adaptability, and the control variety Excelent showed low adaptability.

Keywords: Winter barley; Genotypes; Grain yield; Degree of depression; Adaptability.

Реферат. В настоящей работе представлены результаты исследований по изучению продуктивности и оценке агроэкологической адаптивности к условиям различных агроклиматических зон Молдовы пяти новых генотипов озимого ячменя, проведенных в условиях 2022-2024 годов. Изучались такие показатели, слагаемые агроэкологической адаптивности как: относительное значение индекса урожайности, степень отзывчивости генотипов озимого ячменя на благоприятный год и степень депрессии урожайности зерна изучаемых генотипов. Установлено, что в среднем по республике среднегенотипическая урожайность зерна варьировала от 3,62 т/га (южная зона) до 8,12 т/га (центральная зона), будучи средней по зонам 6,48 т/га. Проведенные расчеты отзывчивости изучаемых генотипов озимого ячменя показали его высокое значение, варьировавшее между 65,28% (Екселент) и 74,69% (HVM 018), что свидетельствует о большом потенциале повышения урожайности зерна при создании благоприятных условий. Степень депрессии урожайности по генотипам существенно не изменяется и колеблется в пределах 53,37% (HVV 021) и 57,73% (HVR 021). Агроэкологическая адаптивность всех изучаемых генотипов на-

ходится в положительном сегменте и варьирует от 8,29% (Ексчелент) до 18,74 (HVG 020). Высокую степень адаптивности проявили генотипы HVM 08 и HVG 020, среднюю HVR 021 и HVM 021 и низкая у контрольного сорта Ексчелент.

Ключевые слова: *Озимый ячмень; Генотипы; Урожайность зерна; Степень депрессии, Адаптивность.*

ВВЕДЕНИЕ

Озимый ячмень является традиционной сельскохозяйственной культурой для Молдовы, возделывание которой началось в конце XVIII века (Возиян et al., 2016). По состоянию на 2024 год, культура занимает в стране площадь 53,3 тыс. га, при средней урожайности зерна 32,3 ц/га и общем валовом сборе 171,9 тыс. т. Почвенно-климатические условия республики в целом благоприятны для выращивания озимого ячменя. Однако определённое негативное влияние оказывают периодически возникающие кратковременные суховеи и засухи, неравномерное распределение осадков, а также значительные колебания температуры воздуха (Бурдужан et al., 2018; Бурдужан et al., 2017; Золотокрылин et al., 2020; Нейфельд & Кадомцева, 2022).

Аридизация климата развивается преимущественно в теплое время года в условиях сокращения выпадающих осадков и сопровождается повышением температуры воздуха и увеличения дефицита его влажности (Harris et al., 2014; Iwamura et al., 2010).

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования направленные на максимальное снижение зависимости продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур от погодных колебаний, существенно выходящих за пределы среднесезонных показателей (Дубиц et al., 2024; Бесалиев, 2024; Нейфельд & Кадомцева, 2022).

Для эффективного повышения продуктивности зерновых культур важным направлением исследований является изучение степени агроэкологической адаптации генотипов, характеризующая степень приспособленности их к изменяющимся климатическим условиям местности и особенностей технологии возделывания, чему и посвящены настоящие исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования направленные на изучение продуктивности и агроэкологической адаптивности новых генотипов озимого ячменя к условиям различным зон Молдовы охватывают период 2022-2024 годы. Объектом исследований служили 5 новых генотипов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения (HVM 018, HVR 021, HVM 021, HVU 021 и HVG 020).

Стандартом служил районированный сорт озимого ячменя, отечественной селекции Ексчелент. Предшественником во всех зонах проведения исследований являлся горох на зерно. Норма высева составила 5,0 млн всхожих семян/га. Посев озимого ячменя проводился в оптимальные для соответствующих агроклиматических зон сроки. Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию в дозе 250 кг/га аммофоски. Технология возделывания ячменя общепринятая (классическая).

Опыты закладывались в 4 кратной повторности, площадь делянки 25 м². Размещение делянок стандартное.

Почва опытных участков представлена черноземом, выщелоченным в северной зоне и карбонатным черноземом в центральной и южной зонах республики.

Расчеты по определению агробиологической адаптивности генотипов озимого ячменя к условиям различных зон Молдовы проводились согласно методике, продолженной А. И. Кинчаровым (Кинчаров et al., 2022; Кинчаров et al., 2020). Используя приведенные формулы, в исследованиях рассчитывали следующие показатели:

- среднюю урожайность каждого генотипа по зонам и годам исследований;
- среднюю урожайность исследуемых генотипов по опыту;
- индекс условий среды, как разницу между средней урожайностью генотипов озимого ячменя по годам и средней урожайностью в опыте;
- индекс урожайности сорта как разность средней урожайности генотипа по опыту и средней урожайности всех генотипов по опыту;
- относительное значение индекса урожайности генотипа как отношение разности средней урожайности генотипа и средней урожайности по опыту к средней урожайности по опыту, выраженное в процентах (Ig, %);
- степень отзывчивости генотипов озимого ячменя на благоприятный год, как отношение разности урожайности в благоприятный год (Ig.max) и средней урожайности генотипа к средней урожайности всех генотипов по опыту, выраженное в процентах (Rg, %);
- степень депрессии урожайности генотипа- как отношение разности урожайности в неблагоприятный год (Ig. min) и урожайности в благоприятный год (Ig. max) к урожайности в благоприятный год и выраженное в процентах, всегда имеет отрицательное значение (Dg, %);
- степень агроэкологической адаптивности (DAA) рассчитывали путем сложения трех составляющих показателей: относительного значения индекса урожайности генотипа (Ig, %), степень отзывчивости генотипа на благоприятные условия года (Rg, %) и степени депрессии (Dg, %);
- с использованием методики Б. А. Доспехова (1979) рассчитывали наименьшую существенную разность урожайности между генотипами озимого ячменя.

Индекс среды рассчитывали согласно методике А. А. Животкова (1994).

Климатические условия по годам исследований характеризовались повышенными температурным фоном и значительным недобором атмосферных осадков (Таблица 1).

Таблица 1. Климатические условия за годы проведения исследований

Зона	Температура воздуха, оС			Атмосферные осадки, мм			
	to	норма	± к норме	мм	норма	± к норме	
						мм	%
2022							
Северная	10,6	9,1	+1,5	229,3	514,0	-284,7	55,4
Центральная	10,9	9,1	+1,8	362,7	514,0	-151,3	29,4
Южная	12,4	9,3	+2,5	311,2	491,0	-179,8	36,6
Средняя	11,3	9,4	+1,9	301,1	506,3	-205,2	40,5
2023							
Северная	11,2	9,1	+2,1	353,5	514,0	-160,5	31,2
Центральная	11,6	9,1	+2,5	346,8	514,0	-167,2	32,5

Южная	11,8	9,9	+3,3	373,0	491,0	-118,0	24,0
Средняя	11,9	9,4	+2,4	357,8	506,3	-148,5	29,3
2024							
Северная	11,9	9,1	+3,8	482,2	514,0	-31,8	6,2
Центральная	13,5	9,1	+4,4	447,4	514,0	-66,6	13,0
Южная	14,5	9,9	+4,6	379,9	491,0	-111,1	22,7
Средняя	13,3	9,4	+3,9	436,5	506,3	-69,8	13,8

По годам проведения опытов температурные условия по зонам и в целом по республике были 1,9 оС (2022) - 3,9 оС (2024) выше нормы. Дефицит осадков по годам составил 69,8 мм (2024 г.) - 205,2 мм в 2022, что составило 13,8 - 40,5% от нормы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В условиях Северной зоны среднесортная урожайность изучаемых генотипов озимого ячменя варьировала от 5,73 т/га (2022 году) до 9,28 т/га (2019) (табл.2). Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности растениями изучаемых генотипов озимого ячменя сложились в 2024, где среднегодовая урожайность составила 9,28 т/га. На благоприятность условий вегетации растений показывает максимальный и положительный индекс среды +1,59. Большинство изучаемых генотипов по урожайности достоверно превзошли контрольный сорт Ексчелент (8,51 т/га) на 0,36-0,64 т/га. В среднем за годы исследований наиболее высокой продуктивностью выделился гибрид НVM 021 (8,02 т/га), минимальная продуктивность получена у генотипа НVU 021 (7,08 т/га).

Таблица 2. Урожайность зерна и индексы среды и урожайности генотипов озимого ячменя в условиях северной зоны, т/га, 2022-2024 гг.

Генотипы	2022		2023		2024		Средняя		Индекс урожайности, т/га
	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	
Ексчелент (ст.)	5,48	-	8,61	-	9,09	-	7,73	-	+0,05
HVM 018	5,96	+0,48	8,37	-0,24	8,51	-0,58	7,61	-0,12	-0,07
HVR 021	5,80	+0,32	8,24	-0,37	9,73	+0,64	7,92	+0,19	+0,24
HVM 021	5,74	+0,26	8,74	+0,13	9,57	+0,48	8,02	+0,29	+0,34
HVU 021	5,76	+0,28	6,15	-2,46	9,34	+0,25	7,08	-0,65	-0,60
HVG 020	5,64	+0,16	8,15	-0,46	9,45	+0,36	7,75	+0,02	+0,07
Средняя	5,73		8,04		9,28		7,68		
НСР ₀₅ , т/га		0,31		0,43		0,36			
Индекс среды, т/га	-1,95		+0,35		+1,59				

На этих же вариантах отмечается максимальный (+0,34 т/га) и минимальный индекс урожайности зерна (-0,60 т/га). В условиях центральной зоны величина среднесортной урожайности по годам исследований варьировала от 5,51 т/га (2022 г) до 10,01 т/га (2023) (Таблица 3).

Таблица 3. Урожайность зерна и индексы среды и урожайности генотипов озимого ячменя в условиях центральной зоны, т/га, 2022-2024 гг.

Генотипы	2022		2023		2024		Средняя		Индекс урожайности, т/га
	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	
Ексчелент (ст.)	5,21	-	9,76	-	8,00	-	7,66	-	-0,46
HVM 018	5,65	-0,44	10,41	+0,65	8,56	+0,56	8,21	+0,55	+0,09
HVR 021	6,05	+0,84	9,45	-0,31	8,76	+0,76	8,09	+0,43	-0,03
HVM 021	5,27	+0,06	10,45	+0,69	8,47	+0,47	8,06	+0,40	-0,06
HVU 021	5,16	-0,05	10,60	+0,84	9,19	+1,19	8,32	+0,66	+0,20
HVG 020	5,69	+0,48	9,73	-0,03	9,75	+1,75	8,39	+0,73	+0,27
Средняя	5,51		10,01		8,79		8,12		
НСР05, т/га		0,49		0,57		0,97			
Индекс среды, т/га	-2,61		+1,89		+0,67				

Положительный индекс среды 2023 (+1,89) и 2024 (+0,67) годов свидетельствует о благоприятных условиях сложившихся в период вегетации, для реализации продукционного потенциала зерна изучаемых генотипов. В среднем за годы исследований наиболее высокой продуктивностью выделился генотип HVG 020 (8,39 т/га), превзошедший контрольный сорт Ексчелент на 0,73 т/га. На этом же варианте отмечается и наиболее высокий индекс урожайности +0,27 т/га.

В южной зоне республики среднегодовая урожайность зерна изучаемых генотипов озимого ячменя варьировала от 5,44 т/га (2023) до 1,81 т/га (2024) (Таблица 4). Максимальная урожайность зерна получена в 2023 году составившая 5,44 т/га, о чем свидетельствует и наибольший положительный индекс условий года (+1,82 т/га). Среди изучаемых генотипов, в среднем за годы исследований более высокой урожайностью зерна выделились генотипы HVU 021 (3,88 т/га) и HVG 020 (3,80 т/га), превзошедшие контрольный сорт Ексчелент (3,50 т/га) на 0,38 и 0,30 т/га соответственно. На этих же вариантах отмечается и наиболее высокий индекс урожайности 0,26 и 0,18 т/га соответственно генотипам. Средне сортовая урожайность зерна озимого ячменя за годы исследований в условиях южной зоны составляет 3,62 т/га.

Таблица 4. Урожайность зерна и индексы среды и урожайности генотипов озимого ячменя в условиях южной зоны, т/га, 2022-2024 гг.

Генотипы	2022		2023		2024		Средняя		Индекс урожайности, т/га
	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	
Ексчелент (ст.)	3,49	-	5,07	-	1,95	-	3,50	-	-0,12
HVM 018	3,22	-0,27	4,83	-0,24	2,05	+0,10	3,37	+0,37	-0,25
HVR 021	3,60	+0,11	5,27	+0,20	1,38	-0,53	3,42	-0,08	-0,20
HVM 021	3,83	+0,34	5,57	+0,50	1,83	-0,12	3,74	+0,24	+0,12
HVU 021	4,03	+0,54	6,00	+0,93	1,61	-0,34	3,88	+0,38	+0,26
HVG 020	3,52	+0,03	5,88	+0,81	2,01	+0,06	3,80	+0,30	+0,18
Средняя	3,61		5,44		1,81		3,62		
НСР05, т/га		0,29		0,62		0,33			
Индекс среды, т/га	-0,01		+1,82		-1,81				

Таблица 5. Урожайность зерна и индексы среды и урожайности генотипов озимого ячменя в условиях Республики Молдова, т/га, 2022-2024 гг.

Генотипы	2022		2023		2024		Средняя		Индекс урожайности, т/га
	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	т/га	±ст.	
Ексчелент (ст.)	7,73	-	7,66	-	3,50	-	6,30	-	-0,18
HVM 018	7,61	-0,12	8,21	+0,55	3,37	-0,13	6,40	+0,10	-0,08
HVR 021	7,92	+0,19	8,09	+0,43	3,42	-0,08	6,48	+0,18	0,00
HVM 021	8,02	+0,29	8,06	+0,40	3,74	+0,24	6,61	+0,31	+0,13
HVU 021	7,08	-0,65	8,32	+0,66	3,88	+0,38	6,43	+0,13	-0,05
HVG 020	7,75	+0,02	8,39	+0,73	3,80	+0,30	6,65	+0,35	+0,17
Средняя	7,69		8,12		3,62		6,48		
Индекс среды, т/га	+1,21		+1,64		-2,86				
Индекс среды, т/га	-0,01		+1,82		-1,81				

Анализируя продуктивность изучаемых генотипов озимого ячменя в целом по республике, можем отметить варьирование этого показателя от 8,12 т/га в центральной зоне до 3,62 т/га в южной, составляя среднюю по республике 6,48 т/га (Таблица 5). Из изучаемого набора генотипов озимого ячменя наиболее высокой продуктивностью выделяются генотипы HVM 021 и HVG 020 с урожайностью 6,61 т/га и 6,65 т/га соответственно, превысившие контрольный сорт Ексчелент (6,30 т/га) на 0,31 и 0,35 т/га соответственно. На этих же вариантах отмечается и более высокий индекс урожайности зерна +0,13 и +0,17 т/га.

Агроэкологическая адаптивность генотипов озимого ячменя к различным почвенно-климатическим условиям республики характеризуется через ряд важных показателей, таких как: относительный индекс урожайности (I_g , %), степень отзывчивости генотипа на благоприятные условия среды (R_g , %) и степень депрессии урожайности зерна озимого ячменя (D_g , %).

В условиях северной зоны Молдовы у генотипа HVM 021 отмечается самое высокое относительное значение индекса урожайности (+4,43%), а самое низкое у генотипа HVU 021 (-7,82%), что свидетельствует о том, что данные генотипы по продуктивности в анализируемых условиях HVM 021 превышает на 4,43% среднее значение опыта, а HVU 021 – уступает на 7,82% (Таблица 6).

Таблица 6. Агроэкологическая адаптивность генотипов озимого ячменя к условиям республики Молдова (2022-2024)

Показатели	Генотипы					
	Ексчелент (ст.)	HVM 018	HVR 021	HVM 021	HVU 021	HVG 020
Северная зона						
I_g , %	+0,65	-0,92	-3,13	+4,43	-7,82	+0,92
R_g , %	+28,26	+11,72	+23,89	+20,18	+29,43	+19,92
D_g , %	-39,70	-29,06	-40,39	-40,02	-38,33	-40,32
DAA, %	-10,89	-19,16	-13,69	-15,41	-1,08	-21,08
ранг	2	5	3	4	1	6
Степень адапт.	средняя	низкая	средняя	низкая	высокая	низкая

Центральная зона						
Ig, %	-5,66	+1,11	-0,37	-0,74	+2,46	+3,33
Rg, %	+25,86	+27,09	+16,75	+29,43	+28,08	+16,75
Dg, %	-46,62	-45,73	-35,94	-49,32	-51,32	-41,64
DAA, %	-21,22	-18,55	-19,22	-20,222	-23,04	-24,62
ранг	4	1	2	3	5	6
Степень адапт.	средняя	средняя	средняя	средняя	средняя	средняя
Южная зона						
Ig, %	-3,32	-6,91	-5,52	+3,32	+7,18	+4,97
Rg, %	+43,37	+40,33	+51,10	+55,55	+58,56	+57,46
Dg, %	-61,54	-57,56	-73,81	-67,15	-73,17	-65,82
DAA, %	-21,49	-24,14	-28,23	-8,28	-7,43	-3,39
Ранг	4	5	6	3	2	1
Степень адапт.	низкая	низкая	низкая	высокая	высокая	высокая
По республике						
Ig, %	-2,71	-1,23	+0,15	+2,01	-0,46	+2,12
Rg, %	+65,28	+74,69	+72,07	+66,67	+68,52	+70,84
Dg, %	-54,31	-54,93	-57,73	-53,60	-53,37	-54,71
DAA, %	+8,29	+18,53	+14,49	+15,08	+14,69	+18,75
Ранг	6	2	5	3	4	1
Степень адапт.	низкая	высокая	средняя	средняя	средняя	высокая

В условиях центральной зоны более высокий относительный индекс урожайности отмечается у генотипа HVG 020 (+3,33%) а минимальный у контрольного сорта Ексчелент (-5,66%). Генотипы HVU 021 в анализируемых условиях южной зоны Молдовы зарегистрировали максимальное значение относительного индекса урожайности +7,18%, а генотип HVM 018 минимальную – 6,91%.

Весьма важным показателем приспособленности сорта к определенным почвенно-климатическим условиям возделывания, является его отзывчивость на благоприятные условия формирования продуктивности.

По значениям показателя отзывчивости генотипа на благоприятные условия произрастания в условиях северной зоны наиболее предпочтительно выглядят генотипы HVU 022 (29,43%) и контрольный сорт Ексчелент (28,26%). Значения данного показателя свидетельствуют о том, что при улучшении климатических и агротехнологических условий данные генотипы способны увеличить свою продуктивность зерна на 29,43% и 28,26% соответственно. Минимальное значение отзывчивости наблюдается у генотипа HVM 018 – 11,72%. В условиях центральной зоны наиболее высокими значениями отзывчивости на улучшение условий произрастания выделились генотипы HVU 021 (28,08%) и HVM 021 (29,43%). У всех изучаемых генотипов озимого ячменя относительное значение отзывчивости на улучшение условий вегетации наиболее высокое наблюдается в условиях южной зоны, варьирующее от 40,33% (HVM 018) до 58,56% (HVM 022).

Степень депрессии продуктивности генотипа всегда имеет отрицательное значение, так как характеризует вектор негативного влияния на формирование урожайности зерна комплекса неблагоприятных факторов абиотического и био-

тического характера. Значения показателя депрессии урожайности изучаемых генотипов в условиях северной зоны варьируют от 29,06% (HVM 018) до 40,39% (HVM 021). У всех изучаемых генотипов степень депрессии продуктивности в северной зоне наименьшая, по сравнению с центральной и южной, в которых эти показатели составляют 35,94-51,32% и 57,56-73,81% соответственно.

Агроэкологическая адаптивность генотипа к условиям возделывания складывается из суммы анализированных выше показателей относительного индекса урожайности, степени отзывчивости на улучшение агроклиматических и технологических условий и степень депрессии урожайности от влияния негативных факторов среды.

Проведенные расчеты позволили получить результаты оценивающие агроэкологическую адаптивность к условиям северной зоны в интервале значений от -21,08% (HVG 020) до -1,08% у генотипа HVU 021, где он показал максимальное значение. Полученный диапазон агроэкологической адаптивности изучаемых генотипов озимого ячменя позволил ранжировать и распределить их на три группы адаптивности: высокую, среднюю и низкую. Генотип HVU 021 единственный относится к группе высокой адаптивности. В среднюю группу вышли генотипы Ексчелент и HVR 021, остальные объекты изучения составили группу низкой адаптивности.

Для условий центральной зоны республики размах степени агроэкологической адаптивности находится в интервале от минус 18,55% (HVM 018) до минус 24,62% (HVG 020). Ранжирование генотипов в данной зоне по адаптивности позволило всех их отнести к среднеадаптивной группе.

В условиях южной зоны степень агроэкологической адаптивности варьирует в пределах от минус 3,39% (HVG 020) до минус 28,23% (HVR 021). Ранжирование диапазона варьирования степени адаптивности позволило установить, что генотипы HVG 020 (-0,33%), HVU 022 (-7,43%) и HVM 021 (-8,28%) составляют группу высоко адаптивных объектов, остальные генотипы относятся к группе низко адаптированных.

В целом по республике составляющие компоненты агроэкологической адаптивности изучаемых генотипов озимого ячменя изменялись в следующих интервалах: относительный индекс урожайности генотипа варьировал от плюс 2,12% (HVG 020) до минус 2,71% (Ексчелент). Степень отзывчивости организма на улучшение условий произрастания варьировала от 74,69% (HVM 018) до 65,28% (Ексчелент), что является наиболее высоким значением в опыте. Показатель степени депрессии генотипа изменялся от минус 53,37% (HVU 021) до минус 57,73% (HVR 021).

Степень агроэкологической адаптивности всех генотипов находится в положительном сегменте и варьирует от 8,29% (Ексчелент) до 18,75% (HVG 020). По имеющемуся диапазону адаптивности, ранжирование позволило включить генотипы HVG 020 (+18,75%) и HVM 018 (+18,53%) в группу высоко адаптированных, генотипы HVM 02 (+15,08%), HVU 021 (+14,69%) и HV 02 (+14,49%) отнести к средне адаптированных и контрольный сорт Ексчелент к группе низкоадаптированных.

ВЫВОДЫ

Проведенная оценка продуктивности генотипов озимого ячменя в контрастных климатических условиях среды, определение комплексных показателей агроэкологической адаптивности, позволяет сделать следующие выводы:

В среднем за годы исследований наиболее благоприятные условия для формирования урожайности зерна изучаемых генотипов озимого ячменя сложились в центральной зоне республики, где среднесортная урожайность зерна составила

8,12 т/га, превысив показатель северной зоны (7,68 т/га) на 0,44 т/га (5,42%) и значение южной зоны (3,62 т/га) на 4,50 т/га (55,42%). В среднем по республике среднегодовая урожайность зерна генотипов озимого ячменя составила 6,48 т/га.

В разрезе изучаемых генотипов более высокую продуктивность в Северной зоне проявил генотип HVR 021 (8,02 т/га), превысив контроль Ексчелент (7,73 т/га) на 0,29 т/га (3,75%), в центральной зоне HVG 020 (8,39 т/га) превысив контрольный сорт (7,66 т/га) на 0,73 т/га (9,53%) и в южной зоне HVU 021 (3,88 т/га), превысив стандарт (3,50 т/га) на 0,38 т/га (10,86%). В среднем по республике более высокой урожайностью зерна выделился генотип HVG 020 (6,65 т/га), превысив контрольный сорт (6,30 т/га) на 0,35 т/га (5,56%).

Полученные результаты исследований позволяют выделить генотипы озимого ячменя (HVU 028-1,08%) с высокой степенью адаптивности к условиям северной зоны, генотипы HVG 020 -3,39%, HVU 021-7,43% и HVM 021-8,28% к условиям южной зоны и HVG 020 +18,75% и HVM 018 +18,53% к условиям республики в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. HARRIS, I.; P. D. JONES; T. J. OSBORN & D. H. LISTER (2014). Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*, vol. 34, no. 3, pp. 623-642. Disponibil: <https://doi.org/10.1002/joc.3711>
2. IWAMURA, T.; K. A. WILSON; O. VENTER & H. P. POSSINGHAM (2010). A climatic stability approach to prioritizing global conservation investments. *Plos One*, vol. 5 (11). Disponibil: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0015103>
3. БЕСАЛИЕВ, И. Н. (2024). Экологическая оценка сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в зоне южных черноземов Оренбургского Предуралья. *Аграрный вестник Урала*, т. 24, № 12, с. 1576-1585. Disponibil: https://agvu.urgau.ru/images/Agricultural_Journal/2024/12-2024/1-12-2024.pdf
4. БУРДУЖАН, В.; В. СТАРОДУБ; М. РУРАК; А. МЕЛЬНИК и В. ДРЕБОТ (2018) Урожайность и качество зерна озимого ячменя Зимовый в многофакторном опыте. In: *Lucrări științifice*, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 52(1): Agronomie și Agroecologie: materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova, pp. 104-107. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/29141/104-107_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. БУРДУЖАН, В.; М. РУРАК и А. МЕЛЬНИК (2014). Продуктивность и качество зерна озимого ячменя в многофакторном опыте. *Știința agricolă*, nr. 2, с. 27-31. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/24390/IAS-2014-N2-p27-31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. ВОЗИЯН, В. И.; М. Н. КИШКА и В. Ф. ЖУРАТ (2016). Озимый ячмень в Республике Молдова. *Зерно-бобовые и крупяные культуры*, №1 (17). с. 89-98. Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/ozimyy-yachmen-v-respublike-moldova-istoricheskiy-ocherk/viewer>
7. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1979). *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос, 416 с.
8. ДУБИЦ, Д.; СЕКРИЕРУ, С.; БУРДУЖАН, В. и А. МЕЛЬНИК (2024). Урожайность, качество зерна и адаптационные свойства новых генотипов озимой мягкой пшеницы в условиях центральной зоны Молдовы. *Știința Agricolă*, nr. 2, pp. 52-60. DOI 10.55505/SA.2024.2.06.
9. ЖИВОТКОВ, Л. А.; З. А. МОРОЗОВА и Л. И. СЕКАТУЕВА (1994). Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». *Селекция и семеноводство*, №2, с. 3-7.
10. ЗОЛОТОКРЫЛИН, А. Н.; Е. А. ЧЕРЕНКОВА и Т. Б. ТИТКОВА (2020). Аридизация засушливых земель Европейской части России и связь с засухами. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, т. 84, №2, с. 207-217. DOI 10.31857/S25875662002017X.
11. КИНЧАРОВ, А. И.; Е. А. ДЁМИНА; М. Н. КИНЧАРОВА; Т. Ю. ТАРАНОВА; О. С. МУЛЛАЯНОВА et al. (2022). Методика оценки агроэкологической адаптивности генотипов в условиях глобального потепления климата. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, т. 183(4), с. 39-47. DOI 10.30901/2227-8834-2022-4-39-47.

12. КИНЧАРОВ, А. И.; Т. Ю. ТАРАНОВА и Е. А. ДЕМИНА (2020). Специфическая реакция сортов яровой мягкой пшеницы на погодные условия. *Вестник Крас ГАУ*, №9, с. 61-68. Disponibil: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-9-61-68>
13. МАКИДОН, М. И.; В. Н. БУРДУЖАН и М. И. РУРАК (2014). Оценка урожайности и некоторых показателей адаптивности сортов фасоли. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 41: *Agronomie*, pp. 116-119. ISBN 978-9975-64-264-4. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/29120/Vol_41_116-119_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. НЕЙФЕЛЬД, В. В. и М. Е. КАДОМЦЕВА (2022). Механизм адаптации растениеводства ПФО к последствиям глобальных климатических изменений. *Аграрный научный журнал*, №4, с. 37-43. Disponibil: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp37-43>

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 12.04.2025; Accepted 21.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.06
UDC: 633.854.78:631



ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА УРОЖАЙНОСТЬ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Светлана МАЦКОВА¹, ORCID: 0000-0002-9200-103X,
Алексей ГУМАНЮК¹, ORCID: 0000-0001-8234-3362,
Елена СТОЯНОВА², ORCID: 0009-0005-6986-686X

¹Приднестровский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, Республика Молдова

²Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова

Abstract. In field experiments, the effect of different doses of fertilisers (ammophoska and ammonium nitrate) depending on the irrigation regime was studied on the development and yield of sunflower in a nine-field crop rotation system, on ordinary medium-deep clay loam chernozem. In general, on the plots without fertilisers and at all fertilizer doses, the nitrate content in the soil arable layer tends to rise. With increasing doses of fertilisers, the content of mobile phosphorus in the soil increased as well: from 44 to 72 mg/kg of soil (no irrigation) and from 39 to 63 mg/kg (irrigation). The trend of exchangeable potassium content is also positive, increasing from 296 to 406 mg/kg of soil (no irrigation) and from 302 to 369 mg/kg (irrigation). The fertilizers had a positive effect on sunflower plant development, but it was less significant than from irrigation. On fertilised plots the plant development indicators (leaf width, capitulum diameter, leaf length, plant height) were, on average, 7-29% higher than on unfertilised variants. The maximum yield level (5,6 t/ha) was obtained under the irrigation regime with a pre-irrigation soil moisture level of 90% of the lowest moisture capacity, on $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ background.

Keywords: *Helianthus annuus*; Fertilisers; Rainfed farming; Irrigation; Crop yield.

Реферат. В полевых опытах было изучено влияние различных доз удобрений (аммофоски и аммиачной селитры) в зависимости от режима орошения на развитие и урожайность подсолнечника в девятипольном плодосменном севообороте, на черноземе обыкновенном среднесиловом тяжелосуглинистом. В целом, на вариантах без удобрений и при всех дозах удобрений, содержание нитратов в пахотном слое почвы имеет тенденцию к повышению. При увеличении доз удобрений, содержание подвижного фосфора в почве повышалось: от 44 до 72 мг/кг почвы (без орошения) и от 39 до 63 мг/кг почвы (при орошении). Тренд изменения содержания обменного калия в севообороте так же является положительным, увеличиваясь от 296 до 406 мг/кг почвы (без орошения) и от 302 до 369 мг/кг почвы (при орошении). Удобрения положительно влияли на развитие растений подсолнечника, но оно было менее значимым, чем от орошения. В среднем на удобренных вариантах показатели развития растений (ширина листа, диаметр корзинки, длина листа, высота растений) были на 7-29% выше, чем на неудобренных. Максимальный уровень урожайности (5,6 т/га) был получен при режиме орошения с предполивной влажностью почвы в 90% от НВ и на фоне удобрений $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$.

Ключевые слова: *Helianthus annuus*; Удобрение; Богара; Орошение; Урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник традиционно выращивается в Республике Молдова. Семена перерабатываются на масло, а побочные продукты переработки — жмых и шрот — служат высокобелковыми кормами, что способствует обеспечению продовольственной безопасности. Часть урожая семян также идет на экспорт. В основном подсолнечник размещают на богарных землях, где его выращивание полностью зависит от погодных условий. В последние годы повышение температуры воздуха, нерегулярные осадки и учащение засух создают неблагоприятные условия для сельскохозяйственного производства в нашем регионе (ENVSEC, 2017; Боинчан, 2013).

Требовательность подсолнечника к минеральному питанию подтверждается результатами современных научных исследований, которые показывают значительное влияние внесения удобрений на урожай и его качество. Эффективность применения удобрений составляет 19–26%. При оптимизации минерального питания повышается лужистость маслосемян подсолнечника с 20,4% до 24,3%, а также наблюдается тенденция увеличения масличности семян (Василиогло et al., 2017; Дронова, 2018; Чамурлиев et al., 2022; Костенкова & Бушнев, 2018).

В условиях Молдовы применение системы удобрений при капельном орошении на чернозёмах обыкновенных способствовало повышению урожайности гибрида подсолнечника Siclos на 24–54%, в зависимости от доз удобрений (Василиогло et al., 2017).

На сегодняшний день использование современных гибридов и сортов стало доступным, затраты на производство снизились, методы борьбы с сорняками были усовершенствованы, однако это не привело к существенному росту урожайности при отсутствии полива. Основным фактором, обеспечивающим получение стабильного урожая подсолнечника в регионе, остаётся достаточное влагообеспечение. Некоторые хозяйства при орошении получают 3,0–3,6 т/га.

Подсолнечник является культурой, требовательной к влаге и минеральному питанию, извлекая из почвы значительные количества питательных веществ, особенно калия. В среднем, на формирование одной тонны семян подсолнечник потребляет: 60–80 кг азота (N), 26–30 кг фосфора (P), 90–120 кг калия (K) и около 12 кг магния (Mg). Потребность растения в этих элементах сохраняется на протяжении всего периода активного роста, особенно при наличии влаги в почве. Основное потребление питательных веществ происходит в фазу от формирования корзинки до начала налива семян (Василиогло et al., 2017; Василиогло et al., 2018).

Ряд источников указывает на неравномерное поглощение питательных веществ. Так, в течение первого месяца вегетации растения усваивают около 15% азота, 10% фосфора и 10% калия. В фазе 3–5 листьев растения особенно чувствительны к нехватке фосфора, азота, калия и магния, так как в это время закладываются элементы репродуктивных органов. Максимальное потребление азота приходится на период от начала формирования корзинки до окончания цветения, когда этот элемент влияет на рост и формирование крупных корзинок. Фосфор поглощается начиная с появления всходов и до цветения, способствуя развитию надземной массы и корневой системы, а также устойчивости к стрессам. Калий особенно важен в фазе от образования корзинки до созревания, так как он повышает как урожайность, так и масличность семян (Доспехов, 2011; Дронова, 2018; Чамурлиев et al., 2022).

Урожайность подсолнечника до 5,8 т/га возможна при поддержании предположительного порога влажности на уровне 80% от НВ (наименьшая влагоёмкость) при капельном поливе и густоте стояния 60 тыс. растений/га. Известен рекордный по-

казатель урожайности — 6,21 т/га. Согласно исследованиям Василиогло Н.И. и соавторов, наибольший эффект от полива и удобрений был достигнут при проведении орошения каждые пять дней и внесении 30 кг д.в./га азота (Василиогло et al., 2017; Кравченко et al., 2015; Маковеев et al., 2016; Мацкова & Гуманюк, 2023).

Таким образом, оптимизация уровня минерального питания положительно сказывается на эффективности возделывания подсолнечника. Это особенно актуально в условиях снижения плодородия почв, обусловленного выносом питательных веществ с урожаем. Полная реализация генетического потенциала культуры возможна только на фоне оптимального агрофона. Однако реакция подсолнечника на уровень минерального питания при капельном орошении в условиях севооборота и различных систем земледелия изучена недостаточно, что и стало целью наших исследований — определить научно обоснованные нормы минеральных удобрений и их влияние на фотосинтетические показатели, качество и урожайность семян подсолнечника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях плодосменного девятипольного севооборота: люцерна 1-го года, люцерна 2-го года, люцерна 3-го года, томат безрассадный, лук, горох, озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза, размещённого на четвёртой террасе реки Днестр в пределах Суклейского участка ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства». Почва — чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Наименьшая влагоёмкость (НВ) почвы в слое 0–50 см составляет 25,3%, в слое 0–100 см — 24,4%, объёмная масса соответственно 1,19 г/см³ и 1,34 г/см³.

Объектом исследования являлся подсолнечник ЕС АРОМАТИК СУ — гибрид умеренно-интенсивного типа, предназначенный для технологии SULFO*. Это среднеспелый гибрид (вегетационный период — 110–115 дней) с высокой засухоустойчивостью. Высота растений составляет 160–180 см, диаметр корзинки — около 23 см. Гибрид устойчив к гербицидам на основе трибенурон-метила, зарегистрированным для применения на подсолнечнике, и подходит для технологии No-till. Потенциальная урожайность — до 5,0 т/га.

Площади опыта:

- Общая площадь подсолнечника при орошении: 25,2 м × 97 м = 2444 м² (0,24 га);
- Без орошения: 8,6 м × 97 м = 834 м² (0,08 га);
- Орошаемый блок: 12,6 м × 97 м = 1222 м² (0,12 га);
- Блок с удобрениями при орошении: 20 м × 25,2 м = 504 м²;
- Без орошения: 20 м × 8,6 м = 172 м²;
- Делянка с удобрениями при орошении: 20 м × 6,3 м = 126 м²;
- Делянка с удобрениями без орошения: 20 м × 4,3 м = 86 м²;
- Учётная площадь делянки: 10 м², повторность — двукратная.

Общая площадь под культурой при орошении 25,2 × 97 = 2444 м² = 0,24 га, без орошения — 8,6 м × 97 м = 834 м² = 0,08 га. Площадь орошаемого блока — 12,6 м × 97 м = 1222 м² = 0,12 га, блока с удобрениями при орошении — 20 м × 25,2 м = 504 м², а без орошения — 20 м × 8,6 м = 172 м², площадь делянки с удобрениями при орошении — 20 м × 6,3 м = 126 м², а без орошения — 20 м × 4,3 м = 86 м². Учётная площадь делянки 10 м², повторность двукратная. Схема размещения капельной ленты — поверхностная через 1,4 м (через ряд подсолнечника). Фильтрационная станция — сетчатый фильтр. Укладку ленты производили одновременно с первой междурядной обработкой.

При закладке опыта использовался метод расщеплённых блоков. Схема включала три фактора и их градации:

Фактор А — Пред поливная влажность почвы:

1. Без орошения (контроль);
2. 70% от НВ;
3. 80% от НВ;
4. 90% от НВ.

Фактор В — Удобрения:

1. Без удобрений (контроль);
2. $N_{60+15} P_{30} K_{30}$ (M1)
3. $N_{90+30} P_{60} K_{60}$ (M2)
4. $N_{120+45} P_{90} K_{90}$ (M3)

Фактор С — Густота стояния растений:

1. 57 тыс. раст./га;
2. 86 тыс. раст./га.

Применяемая система удобрений включала основное внесение аммофоски (NPK 16-16-16), использование аммиачной селитры в период вегетации в зависимости от варианта опыта, а также проведение внекорневой подкормки в фазу 3–5 настоящих листьев.

Определение содержания NPK в слое 0–30 см проводилось в три срока: в начале вегетации, в фазу максимального накопления биомассы и в конце вегетации.

Методика анализа почвы включала определение содержания нитратов по дисульфифеноловому методу в модификации ЦИНАО, а подвижного фосфора и обменного калия — по методу Мачигина.

Результаты обрабатывались статистически методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате проведённых опытов установлено, что минеральные удобрения и предшественник (озимая пшеница) оказывали существенное влияние на азотный режим питания подсолнечника преимущественно на начальной фазе его развития. Подсолнечник являлся единственной культурой, на которой изучались различные режимы орошения, что делает их влияние на пищевой режим особенно актуальным и значимым. В условиях без орошения улучшение азотно-

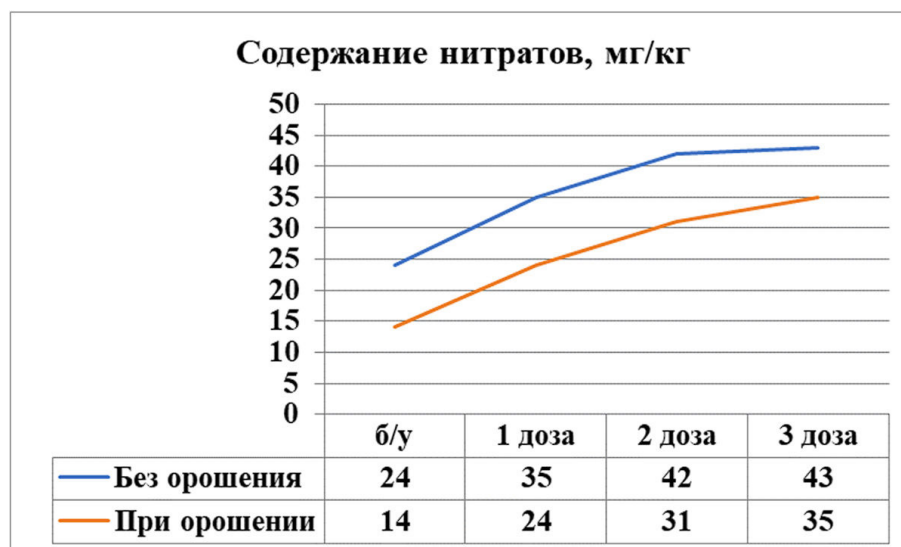


Рисунок 1. Влияние удобрений на динамику нитратов в пахотном слое почвы на поле подсолнечника в севообороте, мг/кг

го режима почвы начиналось со второй дозы удобрений ($N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$), в то время как при применении третьей дозы ($N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$) наблюдаем незначительный рост содержания нитратов. Однако в целом на протяжении вегетации азотный режим в этом варианте оказался более благоприятным по сравнению с условиями орошения (Рисунок 1).

При орошении наблюдалось ухудшение азотного режима почвы, поскольку содержание нитратов было ниже по сравнению с богарными условиями — без орошения (Рисунок 1). Внесение удобрений положительно сказывалось на содержании подвижного фосфора и обменного калия, при этом их количество увеличивалось до второй дозы, а на вариантах со второй и третьей дозами показатели находились примерно на одном уровне (Рисунки 2 и 3).

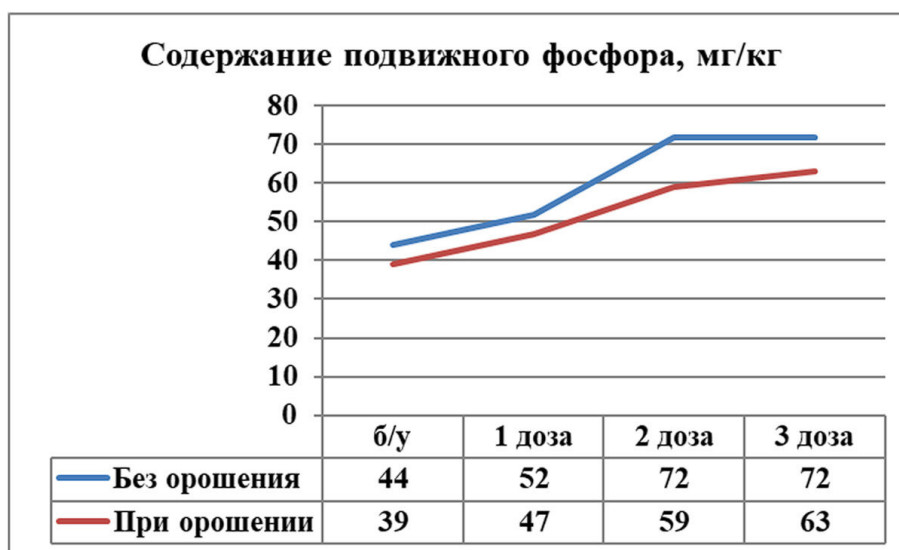


Рисунок 2. Влияние удобрений на динамику фосфатов в пахотном слое почвы на поле подсолнечника в севообороте, мг/кг

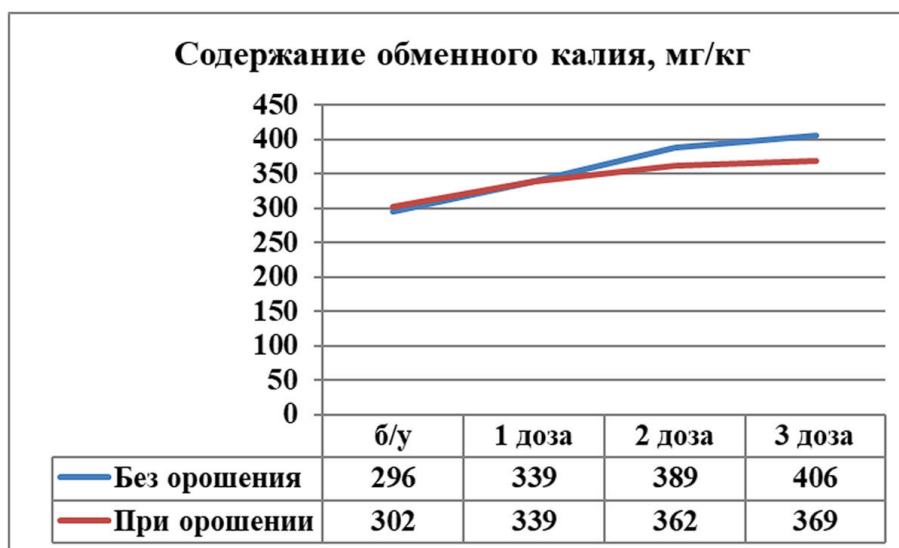


Рисунок 3. Влияние удобрений на динамику обменного калия в пахотном слое почвы на поле подсолнечника в севообороте, мг/кг

Для сокращения числа факторов, влияющих на тенденцию изменения содержания питательных веществ, использовались данные только последнего срока наблюдения — после уборки культуры.

Анализ тринадцатилетних данных (средних по девяти полям севооборота) показал, что содержание нитратов зависело не только от доз удобрений, но в большей степени — от обеспеченности года осадками. В сухие и средне-сухие годы (2012, 2014, 2020, 2022, 2023) содержание нитратов достигало максимальных значений. При этом фиксировалось снижение урожайности и минимальное вымывание нитратов из верхних слоёв почвы из-за отсутствия промывного типа водного режима.

Фосфаты в почве обладают меньшей мобильностью, поэтому их содержание практически не зависело от количества осадков в году, но повышалось при увеличении доз минеральных и органических удобрений.

Удобрения оказывали положительное влияние на развитие растений подсолнечника, однако их эффект был менее выраженным, чем влияние орошения. В среднем по удобренным вариантам показатели развития растений превышали не-удобренные на 7–29% (Рисунок 4).

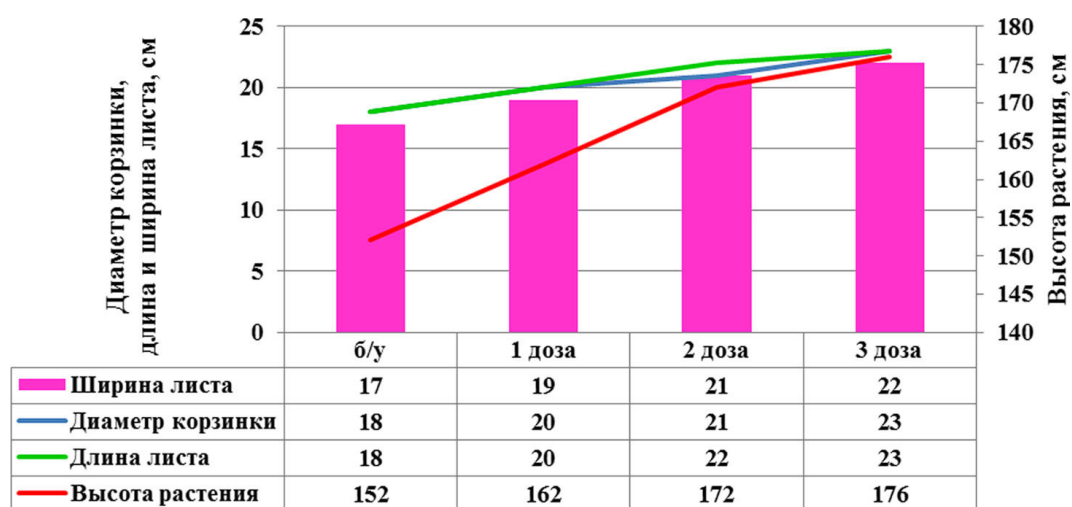


Рисунок 4. Влияние минеральных удобрений на развитие растений подсолнечника

Внесение в почву удобрений по действующему веществу $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ (1-я доза) увеличивало площадь листовой поверхности каждого растения на 20%, при 2-й дозе $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ – на 38%, а 3-я доза $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ – на 61% (Рисунок 5).

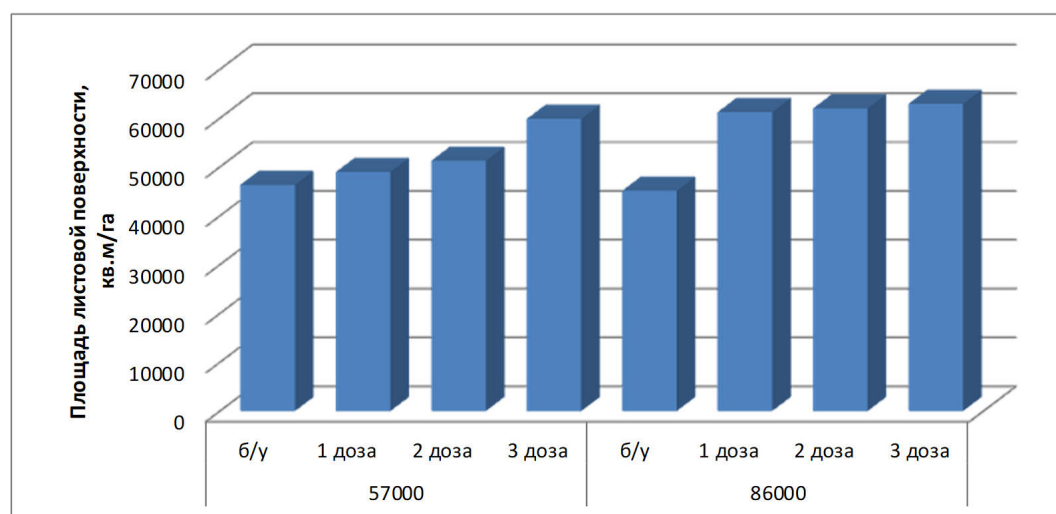


Рисунок 5. Изменение площади листовой поверхности растения подсолнечника в зависимости от удобрений при разной густоте стояния

Многофакторные опыты ценны тем, что позволяют оценить не только отдельные изучаемые факторы (главные эффекты), но и их взаимодействие. В условиях богары, несмотря на суровую засуху, внесение удобрений положительно сказалось на урожайности подсолнечника, увеличивая её на 0,1–0,5 т/га, тогда как при орошении прирост составил от 0,2 до 1,4 т/га. В среднем максимальные уровни урожайности — около 5,0 т/га — были достигнуты при применении третьей дозы удобрений (Рисунок 6).

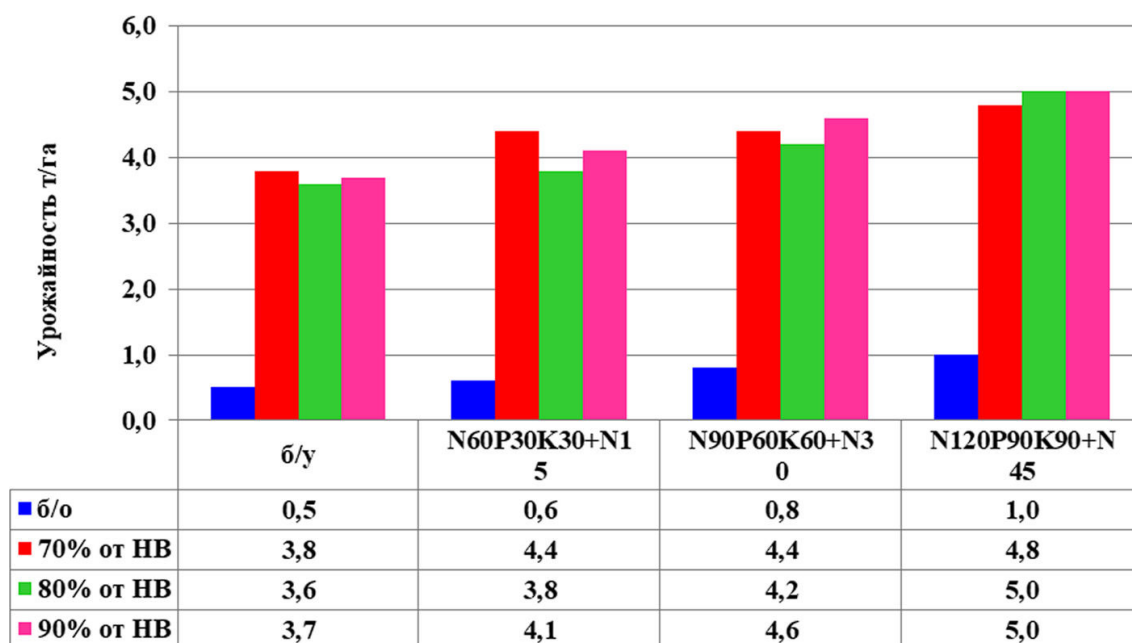


Рисунок 6. Влияние орошения на фоне различных уровней минерального питания на урожайность подсолнечника

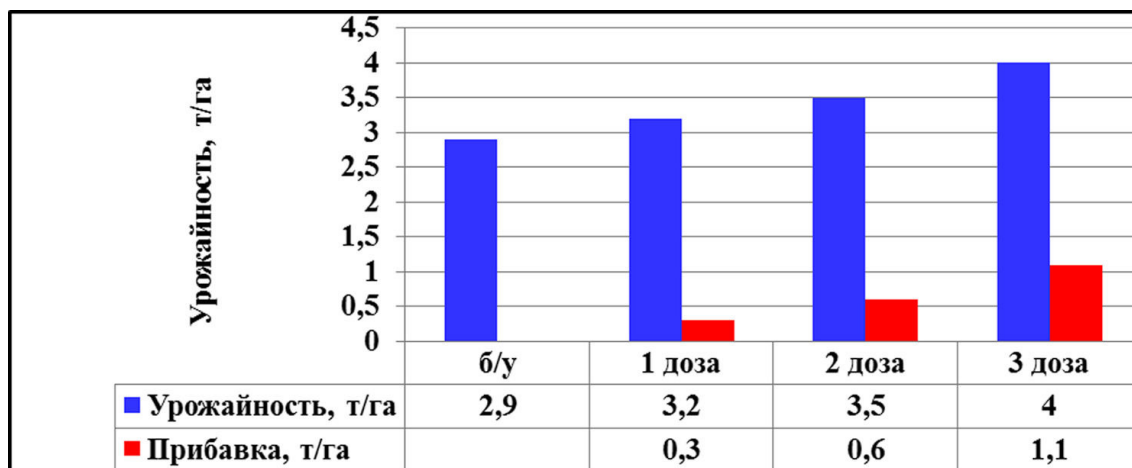
В условиях года с низкой обеспеченностью осадками орошение оказывало положительное влияние на урожайность подсолнечника. Минимальная урожайность (0,4 т/га) была получена в варианте без орошения и без удобрений, тогда как максимальная (5,0 т/га) достигалась при поддержании предполивной влажности на уровне 70% и 90% от НВ на фоне внесения удобрений в дозе N120P90K90+N45 кг д.в./га. Без орошения, независимо от схемы посева и доз удобрений, средняя урожайность составляла около 0,7 т/га. Наибольшие приросты урожайности от орошения наблюдались при поливах, проводимых при снижении влажности почвы до 90% от НВ. Увеличение урожайности было статистически достоверным с вероятностью НСР_{0,95}: для фактора орошения — 0,7 т/га, для фактора удобрения — 0,7 т/га, для взаимодействия факторов — 1,3 т/га (Таблица 1).

В условиях года со средней обеспеченностью осадками орошение также положительно влияло на урожайность подсолнечника. Минимальная урожайность (1,0 т/га) наблюдалась в варианте без орошения и без удобрений, максимальная (5,6 т/га) — при поддержании предполивной влажности на уровне 90% от НВ и внесении удобрений в дозе N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅ кг д.в./га (Таблица 1).

В среднем за три года наибольший прирост урожайности подсолнечника — 1,1 т/га — при орошении был получен при применении третьей дозы удобрений по сравнению с вариантом без удобрений (Рисунок 7).

Таблица 1. Влияние орошения и удобрений на урожайность подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений, т/га

Густота стояния растений, тыс. шт./га	Вариант орошение	Урожайность подсолнечника, т/га по варианту - доза удобрений				Среднее	Прибавка, %	
		б/у	1	2	3		От орошения	От густоты стояния растений
57	б/о	1,1	1,4	1,6	1,9	1,5	–	–
	70%	1,8	2,7	3,0	3,5	2,8	87,0	–
	80%	2,2	3,7	4,0	4,8	3,7	147,	–
	90%	3,2	3,6	4,3	5,5	4,1	173,0	–
	Среднее	2,1	2,8	3,2	3,9	3,0	–	–
86	б/о	1,0	1,4	1,8	2,1	1,6	–	7,0
	70%	2,2	2,3	2,8	2,8	2,5	56,0	70,0
	80%	2,1	3,5	4,2	4,8	3,6	125,	140,0
	90%	3,3	4,1	4,6	5,6	4,4	175,0	193,0
	Среднее	2,1	2,8	3,4	3,8	3,0	–	–
Среднее		2,1	2,8	3,3	3,9	–	–	–
Прибавка от удобрений, %		–	33,0	57,0	86,0	–	–	–
НСР _{0,95}		для фактора орошение – 0,3 т/га						
		для фактора удобрение – 0,3 т/га						
		для взаимодействия факторов – 0,6 т/га						

**Рисунок 7.** Влияние удобрений на урожайность подсолнечника на орошении (среднее за 2020-2023 г.г.)

Качество подсолнечника чаще всего оценивают по показателю масличности. Значение этого показателя зависит от множества факторов — прежде всего от сорта (гибрида) и метеорологических условий, а также, в значительной степени, от технологии возделывания культуры. В 2024 году масличность гибрида «Ароматик» варьировала в диапазоне от 39,2% до 44,2%. Было установлено, что увеличение доз удобрений и интенсивности орошения незначительно снижали масличность, однако эти изменения не всегда были статистически достоверными (Таблица 2).

Таблица 2. Влияние орошения и удобрений на масличность подсолнечника, %

Вариант орошения	Вариант удобрения				
	б/у	1 доза	2 доза	3 доза	Среднее
б/о	43,4	42,4	42,6	41,4	42,4
70	44,2	43,2	41,2	39,2	41,9
80	43,8	42,6	41,6	41,9	42,4
90	41,8	40,8	39,6	40,8	40,7
Среднее	43,3	42,2	41,2	40,8	–
НСР _{0,95}	для фактора орошение – 1,1 %				
	для фактора удобрение – 1,3 %				
	для взаимодействия факторов – 2,3 %				

ВЫВОДЫ

1. На вариантах без удобрений и при всех дозах удобрений, как при орошении, так и на богаре, наблюдается положительный тренд содержания нитратов. Содержание подвижных фосфатов в почве повышалось с увеличением доз минеральных удобрений, достигая 72 мг/кг. Тренд изменения содержания обменного калия в севообороте был положительным: при орошении он увеличивался с 302 до 369 мг/кг, а на богаре — с 296 до 406 мг/кг.
2. Влияние удобрений на развитие растений подсолнечника, хотя и положительное, было менее значимым, чем влияние орошения. В среднем на удобренных вариантах показатели развития растений превышали неудобренные на 7–29%. Внесение удобрений в почву по действующему веществу $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ (1-я доза) увеличивало площадь листовой поверхности каждого растения на 20%, при 2-й дозе $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ — на 38%, а при 3-й дозе $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ — на 61%.
3. Удобрения в условиях богары, даже при засушливых условиях, повышают урожайность подсолнечника на 0,1–0,5 т/га, а при орошении — на 0,2–1,4 т/га. Прибавка урожайности от удобрений при орошении составляла: при 1-й дозе — 33%, при 2-й — 57%, при 3-й — 86%.
4. Максимальный уровень урожайности (в среднем за четыре года — 5,0 т/га) был достигнут при режиме орошения с поддержанием влажности почвы на уровне 90% от НВ и внесении удобрений в дозе $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ кг д.в./га. Наибольший прирост урожайности подсолнечника — 1,1 т/га — при орошении получен при 3-й дозе удобрений.
5. Увеличение дозы удобрений и нормы полива незначительно влияли на показатель масличности, что подтверждается результатами статистической обработки данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ENVSEC (2017). *Изменение климата и безопасность в Восточной Европе*. 109 с. Disponibil: https://issuu.com/zoienvironment/docs/climsec_ee_report_ru
2. БОИНЧАН, Б. П. (2013). Альтернативные системы земледелия. *Плодородие*, №5 (74), с. 2-6. Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnye-sistemy-zemledeliya>
3. ВАСИЛИОГЛО, Н. И.; А. В. ГУМАНЮК; Л. Г. МАЙКА и Б. А. МАТЮША (2017). Влияние удобрений и орошения на урожайность подсолнечника. In: *Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană*

- rană: conferință științifică internațională, consacrată aniversării a 120 de ani de la nașterea academicianului Ion Dicusar, Chișinău, 6-7 septembrie, 2017. Chișinău, pp. 88-90. ISBN 978-9975-71-927-8. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/88-90.pdf
4. ВАСИЛИОГЛО, Н.; А. ГУМАНЮК и Л. МАЙКА (2018). Эффективность использования оросительной воды и удобрений при капельном орошении подсолнечника. In: *Aspecte ameliorative în ameliorarea plantelor: materialele conferinței științifico-practice internaționale*, Pașcani, 6 septembrie 2018, Pașcani, pp. 399-405. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/93860
 5. ДОСПЕХОВ, Б. А. (2011). *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Альянс. 351 с. ISBN 978-5-903034-96-3.
 6. ДРОНОВА, Н. В. (2018). Влияние органоминеральных удобрений на качество и структуру урожайности подсолнечника в условиях Юго-Востока ЦЧЗ. В: *Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства: материалы 52-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 200-летию со дня рождения профессора Я. А. Линовского*, 24-25 октября 2018 г. Под редакцией В. Г. Сычева. Москва: ВНИИА, с. 64-67. ISBN 978-5-9238-0245-0.
 7. ЧАМУРЛИЕВ, О. Г.; А. Н. СИДОРОВ; А. А. ХОЛОД и Г. О. ЧАМУРЛИЕВ (2022). Изучение эффективности минеральных удобрений на подсолнечнике в открытом грунте при орошении в условиях Волгоградской области. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*, № 4 (68), с. 69-76. Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-effektivnosti-mineralnyh-udobreniy-na-podsolnechnike-v-otkrytom-grunte-pri-oroshenii-v-usloviyah-volgogradskoy-oblasti>
 8. КОСТЕНКОВА, Е. В. и А. С. БУШНЕВ (2018). Продуктивность подсолнечника в аридных условиях степного Крыма. В: *Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства: материалы 52-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 200-летию со дня рождения профессора Я. А. Линовского*, 24-25 октября 2018 г. Под редакцией В. Г. Сычева. Москва: ВНИИА, с. 108-111. ISBN 978-5-9238-0245-0.
 9. КРАВЧЕНКО, В. А.; Н. Ф. МАЛАЙ и В. Г. ШУРУПОВ (2015). Продуктивность подсолнечника в зависимости от норм минерального питания. *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия Естественные науки*, № 4. с. 96-100. ISSN 0321-3005. Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-norm-mineralnogo-pitaniya>
 10. МАКОВЕЕВ, А. В.; Ф. И. ДЕРЕКА; С. И. ЛУЧИНСКИЙ; В. С. ЛУЧИНСКИЙ и С. А. МАКАРЕНКО (2016). Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов подсолнечника. *Научный журнал КубГАУ*, №123 (09). Disponibil: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-na-produktivnost-gibridov-podsolnechnika>
 11. МАЦКОВА, С. и А. ГУМАНЮК (2023). Взаимосвязь урожайности подсолнечника с биометрическими показателями роста и развития растений при различных дозах удобрений. В: *Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 3 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.)*. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., с. 160-165. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/160-165_28.pdf

Conflict of Interests

The authors declare that they have no conflict of interest.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 29.03.2025; Accepted 02.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.07
UDC: 634.22:631.526.32



COMPORTAREA SOIURILOR DE PRUN ÎN PERIOADA DE FRUCTIFICARE ÎN ZONA DE NORD A REPUBLICII MOLDOVA

Maxim BURLACU, ORCID: 0009-0009-9374-057X

Universitatea Tehnică a Moldovei

Correspondență: Maxim BURLACU - e-mail: maxim.burlacu@doctorat.utm.md

Abstract. This study evaluated the growth, development and productivity of plum trees in an intensive cropping system during the fructification period. The research was carried out in 2024 in the plantation of the enterprise SRL “Agrofields”, founded in the spring of 2018, with 6 plum varieties of the European assortment: Piteșteanca (control), Cacanska Najbolia, Espresso, Stanley, Blue Free and President, grafted on the Myrobalan seedling rootstock, tree spacing 5.0x3.0 m, with improved pyramid-shaped crown. During the research, trunk diameter and growth, trunk cross-sectional area, phenological phases, productivity of the plantation and fruit weight as well as yield per unit cross-sectional area were studied. Trunk diameter increment was largely influenced by plum production in the crown as well as by the biological characteristics of the variety. At the end of the growing season of 2024 the trunk diameter increment ranged from 8.3 mm (President) to 9.9 mm (Cacanska Najbolia). The onset of flowering took place over 6 days. The varieties Cacanska Najbolia and President were characterized by early flowering (05.04.2024). The varieties Piteșteanca and Stanley were characterized by later flowering (10.04.2024). The ripening phenophase started 103 days after flowering for the earliest variety Piteșteanca and 152 days after for President. The lowest mean fruit weight was recorded for Stanley (38.8 g), and the highest for President (54.7 g). It was established that the varieties under study allow to obtain yields from 11.7 to 25.4 t/ha of competitive quality, distributed over 45 harvesting days.

Keywords: Plum; Varieties; Trunk; Diameter increment; Phenology; Crop yield.

Rezumat. În acest studiu s-a evaluat creșterea, dezvoltarea și productivitatea pomilor de prun într-un sistem intensiv de cultură în perioada de fructificare. Cercetările au fost realizate în anul 2024 în plantația din întreprinderea SRL „Agrofields”, fondată în primăvara anului 2018, cu 6 soiuri de prun din sortimentul european: Piteșteanca (mar-tor), Cacanska Najbolia, Espresso, Stanley, Blue Free și President, altoite pe portaltoiul Corcoduș, distanța de plantare 5,0x3,0 m, forma coroanei piramidă natural ameliorată. Pe parcursul cercetărilor s-a studiat diametrul și creșterea trunchiului, suprafața secțiunii transversale a trunchiului, derularea fazelor fenologice, productivitatea plantației și greutatea fructelor precum și producția la o unitate de suprafață a secțiunii transversale a trunchiului. Creșterea în diametru a trunchiului a fost influențată în mare măsură de producția de prune în coroana pomilor dar și de particularitățile biologice ale soiului. La finele perioadei de vegetație a anului 2024 creșterea în diametru a trunchiului a variat între 8,3 mm (President) și 9,9 mm (Cacanska Najbolia). Începutul înfloririi s-a desfășurat pe parcursul a 6 zile. Soiurile Cacanska Najbolia și President se caracterizează prin înflorire precoce (05.04.2024), iar Piteșteanca și Stanley – prin înflorire mai tardivă (10.04.2024). Fenofaza de maturare a început la 103 zile de la înflorire pentru soiul cel

mai timpuriu Piteștean și la 152 de zile în cazul soiului President. Valoare mai mică a greutateii medii a unui fruct a fost înregistrată la soiul Stanley (38,8 g), iar mai mare la President (54,7 g). Soiurile luate în studiu permit de a obține producții de la 11,7 până la 25,4 t/ha de calitate competitivă, eșalonate pe parcursul a 45 zile de recoltare.

Cuvinte-cheie: *Prun; Soiuri; Trunchi; Creștere în diametru; Phenologie; Producție.*

INTRODUCERE

Prunul este considerat o specie pomicolă cu tradiții îndelungate de cultivare în Republica Moldova, având un rol deosebit de important în viața populației autohtone, întrucât fructele sale au constituit constant o sursă de venit (Babuc, 2012; Cîmpoieș, 2018; Popa et al., 2019).

Această specie face parte din familia *Rosaceae*, subfamilia *Prunoideae*, genul *Prunus* L. (Balan et al., 2001; Botu, 2004), care cuprinde între 19 și 40 de specii, originare din America, Asia și Europa (Butac, 2010). Dintre aceste specii, cele mai multe soiuri cultivate se încadrează în categoria prunului european (*Prunus domestica*) și a prunului japonez (*Prunus salicina*) (Butac et al., 2013; Cocu et al., 1997; Păltineanu et al., 2017).

La nivel european, prunele sunt apreciate ca produs consumat atât în stare proaspătă, cât și sub formă deshidratată, fiind utilizate și ca materie primă pentru diverse produse procesate: compoturi, dulceață, gemuri, jeleuri, marmelade, fructe glasate sau murate. Totodată, țuica obținută corect nu conține uleiuri de fuzel, care ar putea fi dăunătoare sănătății (Cîmpoieș, 2018; Grădinaru, 2002).

Valoarea alimentară a prunelor este determinată de compoziția lor nutritivă, energetică, mineralizantă și vitaminizantă. Fructele proaspete conțin între 16 și 21% glucide ușor asimilabile, predominând glucoza și zaharoza. De asemenea, ele includ lipide (0,2%), proteine (0,8%), acid malic (0,80–1,20%), substanțe pectice (0,45–0,55%) și substanțe tanoide (0,16–1,50%). Prunele se remarcă prin conținutul ridicat de minerale (0,23–0,65%), în special potasiu, calciu și magneziu, comparativ cu fosforul, clorul și sulful, contribuind astfel la menținerea echilibrului acido-bazic al organismului uman (Cîmpoieș, 2018; Droboț et al., 1991; Păltineanu et al., 2017).

Prunele se remarcă, de asemenea, printr-un conținut ridicat de vitamine, în special datorită concentrațiilor mai mari de vitamine B1, B2, PP, C și, în mod deosebit, vitamina A. Valoarea energetică a pulpei de prune este de 75 kcal/100 g, fiind superioară celei oferite de mere, pere, piersici sau caise, în timp ce prunele uscate conțin până la 255 kcal/100 g pulpă, din care aproximativ 90% este asimilată de organismul uman (Droboț et al., 1991).

Datorită conținutului de celuloză, prunele sunt indicate în combaterea constipației. De asemenea, se recomandă în tratamentul stărilor de surmenaj, al anemiei, afecțiunilor reumatismale, bolilor hepatice, gutei și altor disfuncții (Cîmpoieș, 2018; Cocu et al., 1997).

În condițiile Republicii Moldova, prunul se adaptează ușor chiar și în sistemele cu agrotehnică simplificată, oferind recolte anuale bogate, fiind compatibil cu tăieri și recoltare mecanizată. Din punct de vedere economic, prunul este una dintre cele mai rentabile specii pomicole, situându-se după măr și cireș, contribuind semnificativ la veniturile obținute prin valorificarea fructelor. Sortimentul recomandat pentru Republica Moldova permite o recoltare eșalonată pe durata a circa 2,5 luni (Cîmpoieș, 2018; Peșteanu et al., 2023; Popa et al., 2019).

Prunul se dezvoltă optim în climatul temperat și ocupă locul patru în preferințele de cultură, după măr, păr și piersic. Este cultivat pe toate continentele, pe o suprafață totală de aproximativ 2,6 milioane de hectare. Conform datelor FAO, producția anuală mondială de prune este de aproximativ 12,4 milioane tone.

În Republica Moldova, suprafața cultivată cu prun în anul 2023 a fost de 19,0 mii hectare, ceea ce reprezintă 16,7% din totalul plantațiilor pomicele ale țării. Producția de prune a atins 150,0 mii tone, cu o medie de 7,9 t/ha, reprezentând 19,7% din producția totală de fructe din țară, situându-se astfel pe locul al doilea, după măr.

La nivel global, sortimentul acestei specii este foarte variat, incluzând aproximativ 2000 de soiuri, obținute în trei centre genetice, în cadrul cărora au fost utilizate numeroase specii din genul *Prunus*. Programele de ameliorare urmăresc obținerea de soiuri valoroase, care să răspundă cerințelor comerciale și ale consumatorilor, să se adapteze condițiilor ecologice și tehnologice locale și să genereze rezultate economice competitive (Butac, 2010; Milatović et al., 2019; Păltineanu et al., 2017).

Pentru înființarea livezilor de prun, producătorii trebuie să țină cont de caracteristicile generale ale soiurilor – productivitate ridicată, calitate competitivă a fructelor, rezistență la factorii biotici și abiotici, dar și de caracteristici specifice, cum ar fi: destinația comercială, comportamentul la transport, rezistența la manipulare și capacitatea de păstrare (Butac et al., 2013; Juraveli et al., 2022; Păltineanu et al., 2017; Popa et al., 2019).

S-a constatat că cele mai bune rezultate în cultivarea prunului în condițiile Republicii Moldova se obțin utilizând soiuri autohtone și introduse, bine adaptate mediului pedo-climatic local și testate pe termen lung în teritoriu (Cimpoieș, 2018; Peșteanu et al., 2023; Popa et al., 2019). În prezent, sortimentul raionat de prun recomandat pentru diferite zone pedo-climatice din țară include 29 de soiuri, dintre care 15 au fost create în cadrul Institutului Științifico – Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare (IȘPHTA), iar celelalte provin din centre internaționale de ameliorare (Juraveli et al., 2022).

Prezentul studiu își propune să evalueze comportamentul a 6 soiuri de prun, obținute în diverse centre de ameliorare, din perspectiva dezvoltării și productivității acestora într-un sistem intensiv de cultură, pe parcursul perioadei de fructificare în zona de nord a Republicii Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost realizate în anul 2024 în plantația de prun a întreprinderii SRL „Agrofields” din satul Zgurița, raionul Drochia. Ca material biologic au fost utilizate șase soiuri de prun din sortimentul european: Piteșteanca, Cacanska Najbolja, Empress, Stanley, Bluefree și President. Soiul Piteșteanca, obținut în România și considerat bine adaptat la condițiile pedo-climatice ale Republicii Moldova, a fost utilizat ca martor.

Plantarea pomilor s-a realizat în primăvara anului 2018, folosind puiți fără ramificații laterale, altoiți pe portaltolul Corcoduș. Distanța de plantare a fost de 5,0 × 3,0 m, iar coroana a fost condusă sub formă de piramidă natural ameliorată.

În cadrul experimentului, variantele pe teren au fost amplasate în blocuri după metoda pătratului latin. Fiecare variantă a cuprins 4 repetiții, iar fiecare repetiție a inclus 8 pomi.

Între rânduri și între pomi pe rând, solul a fost menținut ca ogor negru, prin afânare mecanică. Sectorul experimental nu este irigat.

Pentru realizarea obiectivelor cercetării, au fost aplicate metode biologice, staționare de câmp și metode de laborator utilizate frecvent în studiile privind cultura prunului.

În cadrul studiului au fost determinate: diametrul trunchiului (primăvara și toamna 2024), creșterea trunchiului, suprafața secțiunii transversale a trunchiului (SST), numărul de fructe, greutatea medie a fructelor, producția per pom, producția la hectar, precum și cea înscrisă la o unitate de suprafață a secțiunii transversale a trunchiului.

Studiul caracteristicilor fenologice și de producție s-a bazat pe observații, măsurători și analize privind dezvoltarea pomilor și a fructelor. Fenofazele, inclusiv începutul înfloritului, etapele ulterioare și maturitatea de recoltare, au fost înregistrate în funcție de stadiile fenologice specifice culturii prunului.

Diametrul trunchiului a fost măsurat la sfârșitul perioadei de vegetație, la o înălțime de 30 cm de la nivelul solului. Greutatea medie a fructelor a fost calculată prin cântărirea a 100 de prune din fiecare variantă.

Productivitatea plantației a fost determinată pentru fiecare pom în parte, prin cântărirea recoltei de la 32 de pomi, calculându-se ulterior media aritmetică per pom, producția la hectar și producția raportată la 1 cm² de SSTT.

Analiza statistică a principalilor indicatori s-a realizat prin analiza de dispersie monofactorială, utilizând programul ANOVA și aplicația STATGRAPHICS 18.0.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Trunchiul pomului este organul prin intermediul căruia se tranzitează seva de la sistemul radicular spre coroana pomului și viceversa, având influență primordială asupra creșterii și fructificării pomilor de prun. În contextul unei pomiculturi durabile, există o corelație directă între dezvoltarea trunchiului și productivitatea pomului, exprimată prin masa de fructe raportată la 1 cm² de suprafață a secțiunii transversale a trunchiului.

Diametrul trunchiului constituie un indicator important al dezvoltării arboricole, reflectând interacțiunea pomilor cu condițiile pedo-climatice (Balan et al., 2021), măsurile agrotehnice aplicate în plantație (Peșteanu et al., 2023), precum și particularitățile biologice ale fiecărui soi (Cocu et al., 1977).

Rezultatele prezentate în tabelul 1 evidențiază faptul că diametrul trunchiului la soiurile de prun studiate depinde în principal de caracteristicile genetice ale soiului și de producția de fructe realizată în cadrul plantației.

În primăvara anului 2024, diametrul trunchiului la soiurile studiate a variat de la 78,8 mm la soiul Piteștean, până la 103,4 mm la soiul Cacanska Najbolia, care a înregistrat valorile maxime. Soiurile Espresso, President, Stanley și Blue Free au înscris valori medii, caracteristice acestor soiuri, constituind 88,1 mm, 88,5 mm, 89,3 mm și, respectiv, 95,2 mm.

La sfârșitul perioadei de vegetație a anului 2024, diametrul trunchiului la pomii din soiurile luate în studiu a crescut, înregistrând valori între 87,8 mm și 113,4 mm, ceea ce corespunde unei creșteri cu 8,3–9,9 mm, influențată în mare măsură de producția de prune acumulată în coroana pomilor (Tabelul 3), dar și de particularitățile biologice ale soiurilor.

Deși soiul Cacanska Najbolia are o vigoare mare de creștere, sub influența unei producții ridicate de fructe (38,0 kg/pom) s-a remarcat o inhibare mai accentuată a creșterii diametrului (9,9 mm). Aceeași tendință s-a observat și la soiul Stanley, unde producția a fost de 30,0 kg/pom, iar creșterea trunchiului de 8,9 mm.

În cazul soiului Piteștean, care se caracterizează printr-o vigoare de creștere mai redusă față de celelalte soiuri, producția mai mică (17,5 kg/pom) a permis o intensificare a procesului de creștere a trunchiului, înregistrându-se o creștere de 9,0 mm.

Soiurile President, Blue Free și Espresso, care prezintă o vigoare de creștere similară și o producție de 21,7–23,2 kg/pom, au manifestat o creștere a diametrului trunchiului în anul 2024 cuprinsă între 8,3 mm și 8,9 mm.

Tabelul 1. Dezvoltarea diametrului trunchiului și SSTT în cadrul pomilor de prun în funcție de caracteristica biologică a soiului

Soiul	Diametrul trunchiului, mm		Creșterea trunchiului în anul 2024, mm	Suprafața secțiunii transversale a trunchiului, cm ²
	primăvara anului 2024	toamna anului 2024		
Piteștean (Mt)	78,8	87,8	9,0	60,5
Cacanska Najbolia	103,4	113,4	9,9	100,6
Empresso	88,1	96,5	8,4	72,9
Stanley	89,3	97,3	8,9	74,1
Blue Free	95,2	103,9	8,4	83,3
President	88,5	96,8	8,3	73,2
DL 5%	3,8	4,3	–	–

Suprafața secțiunii transversale a trunchiului este direct corelată cu valorile înregistrate ale indicelui studiat. În funcție de acest parametru, soiurile analizate în anul al șaptelea de vegetație pot fi grupate în patru categorii.

În prima grupă se încadrează pomii din soiul Piteștean, cu o suprafață a secțiunii transversale de 60,5 cm². Grupa a doua include soiurile Empresso (72,9 cm²), President (73,2 cm²) și Stanley (74,1 cm²). În a treia grupă se regăsește soiul Blue Free, cu o valoare de 83,3 cm², iar a patra grupă este reprezentată de pomii din soiul Cacanska Najbolia, care au înregistrat cea mai mare suprafață a secțiunii transversale a trunchiului - 100,6 cm².

Cultura prunului, în condiții normale, formează un număr excesiv de flori, dintre care, în medie, doar 20–25% leagă fructe și ajung la maturitatea de consum (Cimpoieș, 2018; Cociu et al., 1997). Numărul de fructe formate în coroana pomilor de prun este influențat de particularitățile biologice ale soiului, starea fiziologică a pomilor, precum și de condițiile climatice ale anului de referință – în special perioada înfloririi, gradul de polenizare și rata de legare a fructelor (Păltineanu et al., 2017).

Datele meteorologice privind temperatura medie, cantitatea precipitațiilor atmosferice și umiditatea relativă a aerului, înregistrate pe ore în luna aprilie 2024 (Figurile 1 și 2), arată că în perioada de înflorire, pentru toate soiurile luate în studiu, au existat condiții favorabile de polenizare, fecundare și legare a fructelor.

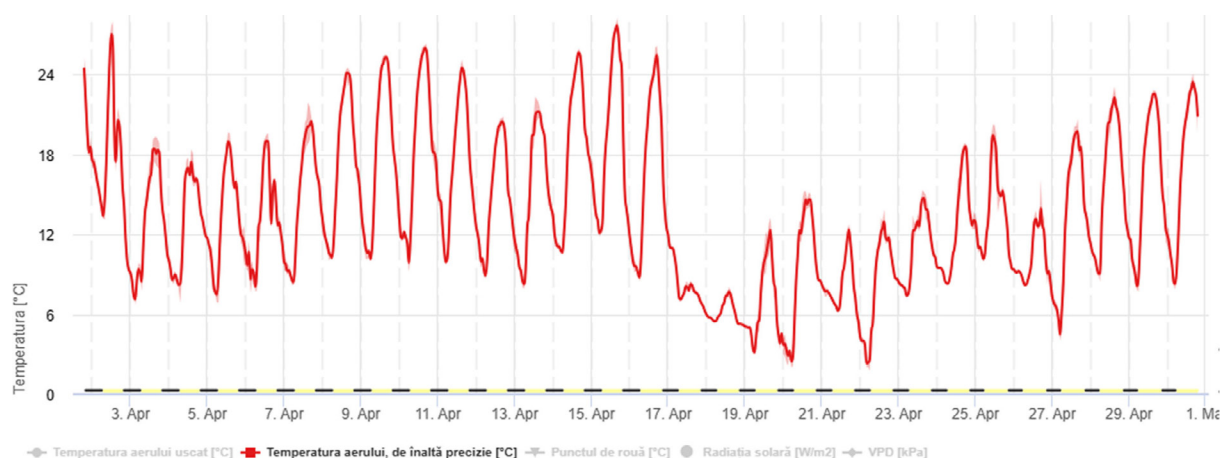


Figura 1. Temperatura aerului în cadrul plantației de prun a întreprinderii SRL "Agrofields", în perioada 01.04-30.04.2024, (Stația meteorologică IMetos)

Înflorirea mai timpurie în rândul soiurilor analizate a fost înregistrată la varietățile Cacanska Najbolia și President (05.04.2024) (Tabelul 2). Temperaturile nocturne cuprinse între 8,0–12,0°C, cele diurne între 14,0–22,0°C, precum și umiditatea relativă mai ridicată a aerului (40,0–68,0%) au influențat favorabil numărul de fructe obținute la pomii din soiul Cacanska Najbolia (751 fructe/pom), soi cunoscut pentru preferința sa față de un climat mai răcoros în perioada înfloriturii.

La soiul Blue Free, începutul fenofazei de înflorire s-a înregistrat pe data de 07.04.2024, iar la Espresso – pe 09.04.2024. Soiurile Piteștean și Stanley s-au evidențiat printr-o înflorire mai tardivă, începutul acestei fenofaze fiind consemnat pe 10.04.2024. Astfel, începutul înfloririi la soiurile luate în studiu s-a desfășurat pe parcursul a 6 zile.

Începând cu data de 07.04.2024, s-a constatat o creștere a temperaturilor pe parcursul nopții și în timpul zilei, însoțită cu o diminuare a umidității relative a aerului. Condițiile climatice favorabile pentru înflorire, polenizare și fecundare la soiurile studiate s-au menținut timp de 7–12 zile. Ulterior, începând cu 18.04.2024, s-a înregistrat o scădere bruscă a temperaturii și o creștere semnificativă a umidității relative, pe fondul precipitațiilor atmosferice căzute în a doua jumătate a lunii aprilie, totalizând 38,4 mm.

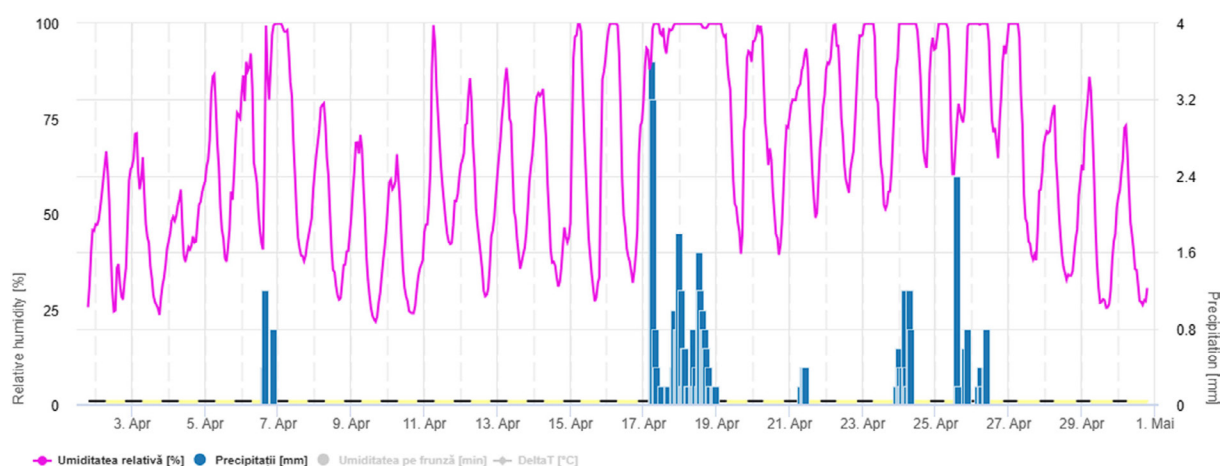


Figura 2. Cantitatea precipitațiilor atmosferice și umiditatea relativă a aerului în cadrul plantației de prun a întreprinderii SRL "Agrofields", în perioada 01.04-30.04.2024, (Stația meteorologică IMetos)

Ținând cont de faptul că florile prunului sunt hermafrodite, iar comportamentul acestora față de polenizare variază, pentru a obține o fructificare mai eficientă se recomandă ca într-o parcelă să fie plantate cel puțin trei soiuri diferite, deoarece varietățile de prun sunt foarte receptive la polenul străin (Cimpoieș, 2018). În funcție de epoca de înflorire, soiurile studiate pot fi încadrate în două grupe: soiuri cu înflorire timpurie (President, Cacanska Najbolia, Blue Free) și cu înflorire mijlocie (Espresso, Piteștean, Stanley).

Studiind modul în care s-a manifestat procesul de înflorire la soiurile investigate, cu precocitate diferită, s-a constatat că atingerea pragului de 50% flori înflorite în coroana pomilor s-a produs în momente diferite. Astfel, soiurile Cacanska Najbolia, Blue Free și President au atins acest prag la data de 09.04.2024, în timp ce la Piteștean, Espresso și Stanley, același indice a fost înregistrat pe 12.04.2024.

Înflorirea deplină, considerată ca momentul în care 100% din florile de pe lemnul multianual și ramurile anuale au înflorit, s-a realizat, la toate soiurile studiate, în intervalul 11–15.04.2024, având o durată de 5 zile – perioadă specifică soiurilor de prun cu înflorire precoce și mijlocie.

Tabelul 2. Influența caracteristicilor biologice ale soiurilor de prun asupra derulării fenofazelor de înflorire a pomilor și perioadei început de recoltare în zona de nord a țării, a. 2024

Soiul	Data declanșării fazelor înfloririi pomilor				Începutul recoltării
	Declanșarea înfloririi	Înflorire 50%	Înflorire deplină	Căderea petalelor	
Piteștean (Mt)	10.04	12.04	15.07	19.04	22.07
Cacanska Najbolia	05.04	09.04	11.04	15.04	10.08
Empresso	09.04	12.04	14.04	17.04	13.08
Stanley	10.04	12.04	15.04	18.04	15.08
Blue Free	07.04	09.04	12.04	17.04	22.08
President	05.04	09.04	12.04	15.04	04.09

Căderea petalelor, etapă care coincide cu formarea preliminară a fructelor și necesită protejarea acestora de factorii biotici și abiotici, a avut loc în perioada 15–19.04.2024. Această fenofază a debutat la soiurile Cacanska Najbolia și President, a continuat la Blue Free și Espresso, iar la final a fost înregistrată la soiurile Stanley și Piteștean.

În ceea ce privește maturarea fructelor, soiul Piteștean (Mt) s-a remarcat ca o varietate timpurie, cu data de recoltare la 22.07.2024, fiind urmat de: Cacanska Najbolia (10.08), Espresso (13.08), Stanley (15.08), Blue Free (22.08) și President (04.09), adică aceste șase soiuri au fost recoltate pe un eșantion de 45 zile.

Studiul efectuat asupra perioadei început de maturare evidențiază că această fenofază a început la 103 zile de la înflorire pentru soiul cel mai timpuriu (Piteștean) și s-a încheiat la 152 de zile în cazul soiului President (Figura 3). Fructele din soiul Espresso se caracterizează printr-o perioadă de înflorire - maturare de 126 zile, soiurile Cacanska Najbolia și Stanley de 127 zile, iar pentru soiul Blue Free această perioadă a constituit 137 zile.

De menționat că perioada înflorire-maturare pentru soiul Stanley este, în mod obișnuit, considerată de 130–140 zile (Grădinăriu, 2002), însă în anul 2024 s-a înregistrat o scurtare evidentă a acestei perioade (127 zile). Acest fapt poate fi atribuit creșterii temperaturii medii anuale și acumulării mai rapide a sumei temperaturilor active pentru soiul respectiv.

Schimbările climatice manifestate la nivel global își pun, astfel, amprenta și asupra duratei și intensității fenofazelor de dezvoltare ale culturii prunului.

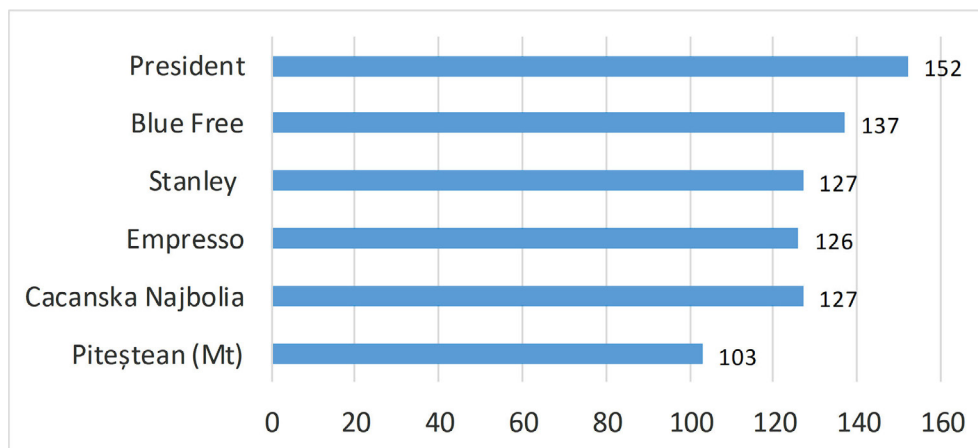


Figura 3. Influența caracteristicilor biologice ale soiurilor de prun asupra perioadei înflorire - maturarea fructelor, a. 2024

Comparând perioada de maturare a fructelor de prun, în funcție de condițiile climatice ale anului 2024, soiurile analizate pot fi împărțite în două grupe: soiuri timpurii (15.07-15.08) (Piteștean, Cacanska Najbolia, Espresso) și soiuri mijlocii (15.08-15.09) (Stanley, Blue Free, President).

În primăvara anului 2024, soiurile incluse în studiu au legat cantități diferite de fructe, între 370 și 773 buc./pom. Cea mai mică valoare a fost înregistrată la pomii din soiul Piteștean (370 fructe/pom), iar cele mai mari la Cacanska Najbolia (751 fructe/pom) și Stanley (773 fructe/pom). Soiurile President, Blue Free și Espresso au înregistrat în coroana pomilor 397, 442 și, respectiv, 447 fructe.

Numărul mare de fructe înregistrat la Cacanska Najbolia se explică prin condițiile climatice favorabile din perioada de înflorire, polenizare și fecundare, dar și prin eficiența soiurilor Blue Free și Piteștean ca polenizatori pentru această varietate.

Randamentul ridicat al pomilor din soiul Stanley este datorat autocompatibilității ridicate, fiind un soi autofertil, care leagă mai multe fructe în comparație cu President (autosteril) și Espresso (parțial autofertil), care necesită polenizare încrucișată.

Greutatea medie a fructelor a fost influențată de caracteristicile biologice ale soiului și de încărcătura de fructe în coroana pomilor. Cea mai mică valoare a fost înregistrată la soiul Stanley (38,8 g), iar cea mai mare la President (54,7 g). Soiurile Piteștean, Blue Free, Cacanska Najbolia și Espresso au înregistrat valori medii de 47,3 g, 49,7 g, 50,6 g și respectiv 51,9 g.

Pe baza greutății medii, soiurile pot fi încadrate în trei grupe de mărime (Mitre, 2007): mijlocii (30-40 g) la care se atribuie soiul Stanley, mari (40-50 g) - soiurile Piteștean, Blue Free și foarte mari (50-60 g) - soiurile Cacanska Najbolia, President și Espresso.

Numărul de fructe și greutatea medie determină producția pe pom, care este în corelație directă cu cea înscrisă la o unitate de suprafață.

Cea mai scăzută producție a fost obținută la soiul Piteștean – 17,5 kg/pom, echivalentul a 11,7 t/ha, ceea ce reprezintă 60% din potențialul soiului. Soiurile President, Blue Free și Espresso au înregistrat producții medii: 21,7 kg/pom (14,5 t/ha), 22,0 kg/pom (14,7 t/ha) și 23,2 kg/pom (15,5 t/ha).

Soiul Stanley a realizat o producție de 30,0 kg/pom, iar Cacanska Najbolia s-a evidențiat cu 35,0 kg/pom, ceea ce constituie echivalentul a 20,0 și, respectiv, 25,4 t/ha. Analiza statistică a demonstrat că diferențele de producție între soiurile Blue Free și President sunt nesemnificative, în timp ce în cazul celorlalte soiuri, influența este semnificativă, evidențiind impactul caracteristicilor biologice și al compatibilității asupra productivității.

Tabelul 3. Productivitatea plantației de prun și greutatea fructelor în dependență de particularitățile biologice ale soiului, a. 2024

Soiul	Cantitatea, buc./pom	Greutatea medie, g	Productivitatea		Diferența față de martor, t/ha
			kg/pom	t/ha	
Piteștean (Mt)	370	47,3	17,5	11,7	0
Cacanska Najbolia	751	50,6	38,0	25,4	+13,7
Espresso	447	51,9	23,2	15,5	+3,8
Stanley	773	38,8	30,0	20,0	+8,3
Blue Free	442	49,7	22,0	14,7	+3,0
President	397	54,7	21,7	14,5	+2,8
DL 5%	18,1	1,8	0,97	0,68	–

În prezent, în cadrul pomiculturii practice, un aspect important în evaluarea soiurilor îl constituie modul în care se exprimă productivitatea pomilor raportată la o unitate de suprafață a secțiunii transversale a trunchiului. Rezultatele prezentate în figura 4 evidențiază faptul că producția exprimată per 1 cm² de SSTT este în corelație directă cu particularitățile biologice ale soiurilor studiate.

Astfel, în anul 2024, cea mai mică valoare a suprafeței secțiunii transversale a trunchiului a fost înregistrată la pomii din soiul Blue Free – 0,26 kg/cm², iar valorile cele mai ridicate au fost obținute la soiurile Cacanska Najbolia – 0,38 kg/cm² și Stanley – 0,40 kg/cm².

În funcție de nivelul de productivitate exprimat per 1 cm² SSTT, soiurile Piteștean, President și Espresso s-au încadrat în grupa cu valori medii, înregistrând 0,29 kg/cm², 0,30 kg/cm² și, respectiv, 0,32 kg/cm².

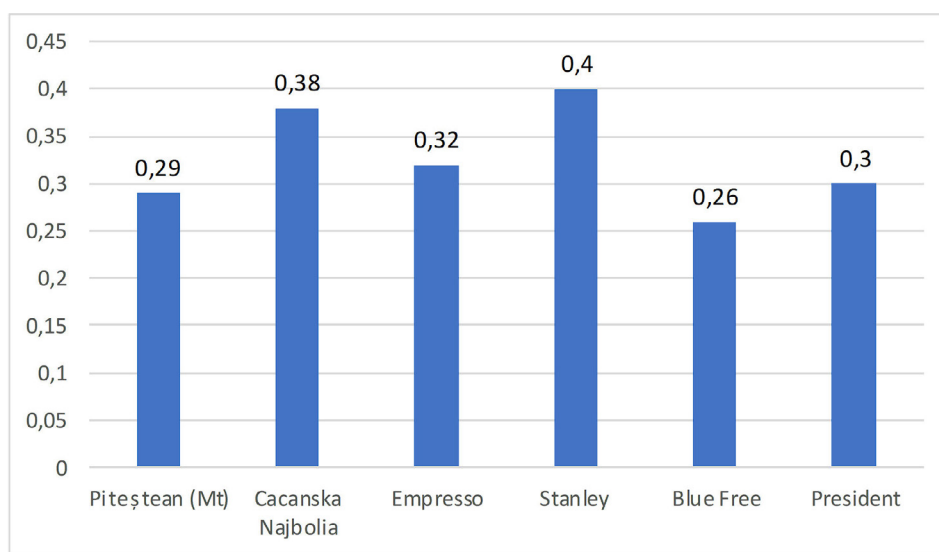


Figura 4. Influența particularităților biologice a soiurilor de prun asupra productivității pomilor obținută la 1 cm² de SSTT, a. 2024

La final, se poate menționa că particularitățile biologice ale soiurilor, condițiile climatice și vârsta plantației au o influență directă asupra numărului de fructe pe pom, greutateii medii a fructelor, producției la un pom, la hectar, precum și la o unitate de suprafață a secțiunii transversale a trunchiului (SSTT).

CONCLUZII

Particularitățile biologice ale soiurilor investigate, alături de producția de fructe obținută în cadrul plantației, au influențat direct dezvoltarea diametrului trunchiului și suprafața secțiunii transversale a acestuia la pomii de prun.

Condițiile climaterice din perioada 05–17 aprilie 2024 au fost favorabile pentru înflorire, polenizare și fecundarea florilor, fapt confirmat de numărul mare de fructe formate în coroana pomilor (între 370 și 773 fructe/pom).

Soiul Piteștean a atins maturitatea de recoltare cel mai devreme, la 22 iulie, fiind urmat, după un interval de 18 zile, de Cacanska Najbolia (10 august), iar ulterior, eşalonat, de Espresso (13.08), Stanley (15.08), Blue Free (22.08) și President (04.09). Pentru o eficientizare a utilizării forței de muncă și o distribuire mai echilibrată a producției pe perioada de recoltare, se recomandă completarea sortimentului cu 1–2 soiuri precoce, care să acopere sfârșitul lunii iulie și începutul lunii august.

În anul 2024, cele mai mari producții de fructe la hectar au fost înregistrate la soiurile Stanley (20,0 t/ha) și Cacanska Najbolia (25,4 t/ha). Soiurile President, Blue Free și Espresso au realizat recolte medii, între 14,5 și 15,5 t/ha, valori caracteristice pentru livezile intensive de prun neirigate din Republica Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2012). *Pomicultura*. Chișinău: Î.S. F.E.-P. „Tipografia Centrală”, 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
2. BALAN, V.; Gh. CIMPOIEȘ și M. BARBĂROȘIE (2001). *Pomicultura*. Chișinău: Museum, 453 p. ISBN 9975-906-39-7.
3. BALAN, V.; Gh. NICOLAESCU și A. PEȘTEANU (2021). *Bunele practici de creștere a fructelor, strugurilor și pomușoarelor în contextul schimbărilor climatice*. Chișinău: Bons Offices, 150 p. ISBN 978-9975-87-781-7.
4. BOTU, M. (2004). *Pomicultura generală și specială*. Râmnicu-Vâlcea: CONPHYS, pp. 329-336. ISBN 973-8488-61-3.
5. BUTAC, M. (2010). *Ameliorarea prunului*. Pitești: Ed. Universității din Pitești, 101 p. ISBN 978-606-560-158-1.
6. BUTAC, M.; V. BOZHKOVA; A. ZHIVONDOV; N. MILOSEVIC; E. BELLINI et al. (2013). Overview of plum breeding in Europe. *Acta Horticulturae*, vol. 981, pp. 91-98. Disponibil: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.981.9>
7. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). *Pomicultura specială*. Chișinău: Print Caro, 558 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
8. COCIU, V.; I. BOTU; N. MINOIU; I. PASC și I. MODORAN (1997). *Prunul*. Romania: Conphys, 434 p.
9. DROBOTĂ, Gh.; M. DROBOTĂ; D. STRÂMTU și E. CÂRDEI (1991). *Cultura prunului*. București: Editura Ceres, 144 p.
10. GRĂDINĂRIU, G. (2002). *Pomicultura specială*. Iași: Ed: Ion Ionescu de la Brad, 414 p. ISBN 973-8014-71-9.
11. JURAVELI, A.; P. TEREȚII și R. COZMIC (2022). Genofondul prunului și rezultatele utilizării lui. *Pomicultura, Viticultura și Vinificația*, nr. 2(88), pp. 17-25. ISSN 1857-3142. Disponibil: <https://doi.org/10.53082/1857-3142.22.88.03>
12. MILATOVIC, D.; D. G. DUROVICZEC; A. RADOVIC & D. BOSKOV (2019). Evaluation of late plum cultivars in the region of Belgrade (Serbia). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, vol. 18(1), pp. 67-74. Disponibil: <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.7>
13. MITRE, V. (2007). *Pomologie*. Cluj-Napoca: Editura Todesco, 393 p. ISBN 978-973-7695-42-0.
14. PĂLTINEANU, C.; S. DUMITRU; E. CHIȚU; N. TĂNĂSESCU; M. BUTAC et al. (2017). *Prunul și mărul în sistemul sol-plantă-atmosferă în soluri cu textură medie și ușoară*. Iași: Editura Terra Nostra, 260 p. ISBN 978-606-623-073-5. Disponibil: https://ihp.ro/fertirig/Carte_PrunsimarPlumandapple.pdf
15. PEȘTEANU, A.; A. CUMPANICI și P. TOCAN (2023). Comportarea unor soiuri de perspectivă de prun în zona de sud a țării altoite pe portaltolul mirobalan 29C. In: *Sectorul agroalimentar – realizări și perspective*, Ed. 1, Chisinau, 11-12 noiembrie 2022. Chișinău: „Print-Caro” SRL, pp. 160-162. ISBN 978-9975-165-51-8.
16. POPA, S.; A. CUMPANICI; A. BRAGHIȘ & V. LEAHU (2019). *Producerea prunelor*. Manual tehnologic. Chișinău, 244 p. ISBN 978-9975-56-707-7.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 04.05.2025; Accepted 10.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.08
UDC: 634.232:631.542



EFECTELE TĂIERII POMILOR DE CIREȘ (*PRUNUS AVIUM* L.) ASUPRA RANDAMENTULUI ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR

Vasile ȘARBAN¹, ORCID: 0000-0001-5740-9112,
Valerian BALAN^{2*}, ORCID: 0000-0001-9875-8888,
Inna BÎLICI², ORCID: 0009-0000-8971-092X

¹Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare al Republicii Moldova,

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Valerian BALAN - e-mail: valerian.balan@h.utm.md

Abstract. The study analyzes the impact of different types of pruning on the yield and quality characteristics of cherry fruits, including size, weight, soluble matter, and firmness. The research was carried out on four cherry varieties: 'Record' and 'Valery Chkalov', grafted on Mahaleb rootstock and planted in 2003, at a distance of 6x5 m, and 'Skeena' and 'Stella', grafted on MaxMa 14, planted in 2012, at a distance of 5x3 m. Gradual rejuvenation pruning of 3–5-year-old semi-skeletal branches led to yield increases of 6.7% and 8.9% for 'Valery Chkalov' and 'Record', respectively, compared to crown maintenance and fruiting pruning performed during both dormant and growing seasons. In Skeena and Stella, early autumn pruning had a positive effect by stimulating the production of fruits with a diameter over 26 mm (up to 70%), without reducing total yield. Pruning during the growing season proved to be a practical method for improving fruit quality and size. The values for soluble dry matter content, titratable acidity and fruit firmness remained relatively stable and showed no significant differences between the various pruning treatments.

Keywords: Sweet cherry; Pruning; Crop yield; Fruit quality; Diameter.

Rezumat. Studiul analizează impactul diferitor tipuri de tăieri asupra randamentului și caracteristicilor calitative ale fructelor de cireș (mărime, greutate, substanța solubilă, fermitate). Cercetarea a fost realizată pe patru soiuri de cireș: „Record” și „Valerii Cikalov”, altoite pe portaltoiul Mahaleb, plantate în 2003, la distanța de 6x5 m; „Skeena” și „Stella”, altoite pe MaxMa 14, plantate în 2012, la distanța de 5x3 m. Tăierea de întinerire treptată a ramurilor de semischelet cu vârsta de 3-5 ani au determinat o creștere a randamentului fructelor cu 6,7% și 8,9% pentru soiurile Valerii Cikalov și Record, în comparație cu tăierile de menținere a coroanei și de fructificare efectuate în perioada de repaus și în perioada de vegetație. La soiurile Skeena și Stella, tăierea efectuată toamna devreme a avut un efect pozitiv în stimularea producerii de fructe cu diametrul mai mare de 26 mm, până la 70%, fără a reduce randamentul total. Tăierile realizate în timpul sezonului de vegetație se dovedesc a fi o metodă practică pentru îmbunătățirea calității și mărimii fructelor. Valorile pentru conținutul de substanță uscată solubilă, aciditatea titrabilă și fermitatea fructelor rămân relativ constante și nu diferă semnificativ între diferitele tratamente de tăiere.

Cuvinte-cheie: Cireș; Tăieri; Randament; Calitatea fructelor; Diametru

INTRODUCERE

Cultura cireșului (*Prunus avium L.*) a suferit transformări semnificative în ultimele decenii, ceea ce a condus la o creștere a suprafeței cultivate, precum și la adoptarea unor tehnologii și practici moderne. Introducerea portaltoilor vegetativi de vigoare mică și medie, selecția soiurilor autofertile, precum și utilizarea coroanelor fuziforme cu volum redus și densități mari de pomi au avut un impact pozitiv asupra producției și comercializării fructelor de înaltă calitate (Balan, 2009).

În procesul de comercializare, mărimea fructelor reprezintă unul dintre cei mai importanți indicatori de calitate, cireșele mai mari fiind mai valoroase pe piață. Astfel, factorii care limitează producția și satisfac cerințele pieței în ceea ce privește calitatea superioară a cireșelor, precum alegerea portaltoiului și sistemul de tăiere a pomilor, devin de o importanță majoră (Balan et al., 2022; Cimpoeș, 2018). În pomicultura modernă, portaltoiul ales trebuie să asigure producții ridicate și constante, cu fructe de calitate acceptată de consumatori (Long et al., 2014), să inducă o creștere moderată a pomilor, pentru a asigura adaptabilitatea la condițiile nefavorabile de mediu (pH, secetă, temperaturi scăzute, drenaj, salinitate, boli, insecte) și la factorii de stres (Flores et al., 2013).

Deși calitatea cireșelor depinde în principal de soi, aceasta poate fi influențată și de portaltoi (Bennewitz et al., 2010), sistemul de cultură (Balan, 2009; Babuc, 2012), formarea și tăierea corectă a pomilor (Balan, 2015; Bennewitz et al., 2017; Long et al., 2015; Whiting, et al., 2006), precum și de condițiile climatice și de sol. În acest context, este deosebit de importantă evaluarea influenței portaltoiului, a modului de formare și tăiere asupra productivității (Peșteanu et al., 2018) și calității fructelor (Sansavini & Lugli, 2008). Numeroase studii au demonstrat că portaltoiul poate modifica randamentul și precocitatea soiului altoit, precum și parametrii de calitate ai fructului (mărime, fermitate, conținut de substanțe solubile, aciditate, culoare și gust) (Cimpoeș, 2018; Whiting, et al., 2006), precum și vigoarea de creștere a pomilor (Babuc, 2012; Claverie & Lauri, 2005a). Astfel, atât reglementarea randamentului, cât și îmbunătățirea calității fructelor de cireș pot fi realizate prin practici de tăiere în perioada de repaus vegetativ și în timpul sezonului de vegetație (Nelsen, 2007), iar mărimea fructelor devine un parametru esențial pentru viitorul unei livezi de cireși (Long et al., 2020; Long et al., 2014).

În pomicultura modernă, pentru asociațiile de soiuri și portaltoii vegetativi de vigoare variabilă (Gisela 5 pentru vigoare mică, Gisela 12, Krymsk 5, MaxMa 14, Piku 1, Piku 4 pentru vigoare medie, și Gisela 6, Krymsk 6, P-HL-C pentru vigoare medie-scăzută), formarea, tipul și perioada de tăiere a pomilor necesită un management adecvat al coroanei pentru a asigura o productivitate optimă și o calitate superioară a fructelor (Babuc, 2012; Balan et al., 2022; Long et al., 2014).

Având în vedere importanța metodei de formare și tăiere pentru fiecare combinație soi-portaltoi în obținerea unor randamente ridicate și a unor fructe de calitate, scopul acestui studiu a fost de a evalua efectul tăierii în perioadele de repaus și de vegetație asupra producției și calității fructelor de cireș (*Prunus avium L.*) din soiurile Valerii Cikalov, și Record altoite pe portaltoi Mahaleb (*P. mahaleb*), precum și din soiurile Skeena și Stella, altoite pe portaltoi MaxMa 14 (*P. mahaleb* x *P. avium*).

MATERIALE ȘI METODE

Studiile au fost realizate în două locații situate în zona centrală a Republicii Moldova: pe terenurile SRL „Vindex-Agro” din raionul Orhei (47°46’S; 29°13’E) și ale SRL „Staragro Group” din raionul Dubăsari (47°15’18’’N; 29°7’42’’E). Obiectivul cercetării a constat în analiza influenței tipului de tăiere aplicat pomilor asupra productivității ci-

reșului. În acest scop, a fost evaluată o plantație înființată în anul 2003, în care pomii au fost plantați la distanțe de 6 x 5 m, cuprinzând soiurile Valerii Cikalov și Record, altoite pe portaltoi semincer (*Prunus mahaleb*). Această plantație a fost condusă conform sistemului de coroană naturală ameliorată de tip piramidal. De asemenea, cercetarea a inclus o plantație de cireș înființată în anul 2012, cu soiurile Skeena și Stella, altoite pe portaltoi vegetativ de vigoare medie Maxima 14 (hibrid între *P. mahaleb* și *P. avium*), la o distanță de 5 m între rânduri și 3 m între pomi pe rând. În această plantație, conducerea pomilor a fost realizată după sistemul de coroane piramidale cu volum redus.

În cadrul SRL „Vindex-Agro”, solul este menținut în stare de înierbare naturală, fără aplicarea irigației. În schimb, la SRL „Staragro Group”, solul este înierbat artificial, iar pomii beneficiază de irigare prin sistem de picurare, utilizând tuburi prevăzute cu picurători amplasați la intervale de 0,5 m de-a lungul rândurilor. Fâșiile dintre rânduri, acoperite cu buruieni, sunt cosite ori de câte ori este necesar, iar masa vegetală rezultată este lăsată pe sol. Pe rândul de pomi, lucrările solului sunt efectuate mecanic, cu freza. Anual, au fost aplicate practici agrotehnice standard privind fertilizarea, precum și combaterea dăunătorilor, bolilor și buruienilor.

Pentru fundamentarea tehnologiilor de tăiere și conducere a pomilor de cireș, la soiurile Valerii Cikalov și Record au fost cercetate următoarele sisteme de tăiere:

- S1 – tăierea de întreținere a coroanei și de fructificare, în perioada de repaus (martor);
- S2 – tăierea de întreținere a coroanei și de fructificare, în perioada de vegetație;
- S3 – tăierea succesivă a ramurilor de semischelet, în lemn de 3-5 ani, în perioada de repaus;
- S4 – tăierea succesivă a ramurilor de semischelet, în lemn de 3-5 ani, în perioada de vegetație.

De asemenea, tăierea de întreținere a coroanei și de fructificare a pomilor de cireș, din soiurile Skeena și Stella, a fost efectuată în perioada de repaus și în perioada de vegetație, conform următoarelor variante:

- V1 – tăiere în perioada de repaus (martor);
- V2 – tăiere în timpul înfloririi;
- V3 – tăiere după recoltare (iulie);
- V4 – tăiere în toamna devreme (prima decadă a lunii septembrie).

Obiecte de studiu: Portaltoiul Mahaleb (*Cerasus mahaleb* L.) este un portaltoi generativ, caracterizat printr-o vigoare vegetativă ridicată, fiind recomandat pentru diferite condiții pedoclimatice, inclusiv la solurile uscate și calcaroase. Acesta prezintă o compatibilitate bună cu majoritatea soiurilor de cireș, dezvoltă un sistem radicular profund și bine structurat, și se remarcă prin rezistență ridicată la secetă și îngheț. Intrarea pe rod are loc la 3–4 ani de la plantare, iar productivitatea este apreciabilă. În prezent, este utilizat pe scară largă, în proporție de aproximativ 85–90% (Babuc, 2012; Balan et al., 2017; Claverie & Lauri, 2005a; Nelsen et al., 2007).

Portaltoiul „MaxMa 14” (hibrid între *Cerasus mahaleb* și *Prunus avium*), de origine americană (Oregon), derivat din specia „Mahaleb”, se polenizează liber și prezintă o vigoare de tip semipitic. Este precoce, compatibil cu majoritatea soiurilor de cireș, adaptabil la diverse tipuri de sol și condiții de mediu, și manifestă o bună rezistență la cloroză pe solurile calcaroase. Drajonează slab, motiv pentru care nu se recomandă plantarea la densități mari. Pentru obținerea unor producții ridicate, se impune efectuarea regulată a tăierilor anuale (Claverie & Lauri, 2005a).

Soiul Valerii Cikalov este un soi autosteril, caracterizat printr-o rezistență ridicată la ger și secetă. Fructele sunt mari, de formă cordiform-rotundă, cu piețiță roșie, lucioasă, și pulpă roșie, succulentă, dulce, slab acidulată. Prezintă rezistență la crăpare și este destinat în principal consumului în stare proaspătă (Balan et al., 2022; Claverie & Lauri, 2005a).

Soiul Record, de asemenea autosteril, se remarcă prin rezistență la condițiile de iernare și la citosporoză, dar prezintă sensibilitate la cocomicoză și verticilioză. Fructele sunt mari, în formă de inimă, cu pieliță de culoare roșu închis, iar perioada de maturare este în luna iunie (Balan et al., 2022; Cmelik & Orlic, 2008).

Soiul Skeena are origine canadiană și se caracterizează prin vigoare vegetativă medie și coroană deschisă. Este autofertil, cu o productivitate moderată și perioadă de recoltare târzie. Fructele sunt foarte mari, atractive, ferme, cu bună capacitate de transport și sunt destinate în special consumului în stare proaspătă și utilizării în deserturi (Balan et al., 2022; Claverie & Lauri, 2005a).

Soiul Stella (2C-27-19), de asemenea de origine canadiană, prezintă o vigoare ridicată și formă globuloasă a coroanei. Este autofertil, cu rezistență bună la ger, dar sensibil la monilioză și cancer bacterian. Fructele sunt mari, de culoare roșie intensă și strălucitoare, cu gust deosebit, însă prezintă sensibilitate la crăpare (Balan et al., 2022).

Coroana naturală ameliorată cu volum mare se caracterizează printr-un ax central bine definit, pe care sunt dispuse 6–7 șarpante principale, amplasate solitar în spirală, fie în etaje, fie într-un aranjament mixt. În partea inferioară a fiecărei șarpante, sunt poziționate bilateral, alternând spre exterior, câte 2–3 subșarpante, la distanțe de aproximativ 25–30 cm. Pe aceste șarpante, dispuse în mod bilateral și altern, se dezvoltă subșarpantele și ramurile de semishelet, contribuind la formarea unei structuri ramificate echilibrate (Balan et al., 2023).

Coroana naturală ameliorată cu volum redus presupune formarea pomului cu un ax vertical de 3,5–4,0 m înălțime și un trunchi de 50–60 cm. Diametrul coroanei scade progresiv de la bază (2–2,5 m) spre vârf (0,5–1 m), conferindu-i o formă piramidală compactă. În primul etaj, sunt amplasate uniform, radial, 4 șarpante scurte, orientate sub un unghi de 55–60° față de verticală, la intervale de 10–12 cm. Pe șarpante și subșarpante se formează ramuri de semishelet, garnisite cu ramuri de rod orientate oblic, care sunt înlocuite periodic pentru menținerea potențialului de fructificare (Babuc, 2012; Bennewitz et al., 2011; Whiting et al., 2006).

Prelevarea probelor a fost realizată atât în teren, cât și în laborator, pentru a asigura o evaluare completă a caracteristicilor pomilor și fructelor de cireș. În teren, s-au efectuat măsurători biometrice menite să evidențieze influența tăierilor de întreținere asupra creșterii vegetative și a fructificării. În laborator, au fost realizate analize fiziologice și biochimice, având ca scop determinarea unor parametri specifici ai fructelor.

Selecția pomilor incluși în experiment s-a bazat pe vigoare, dezvoltare uniformă și arhitectura coroanei, fiind repartizați într-un design complet randomizat, cu patru repetiții, fiecare alcătuită din câte 8 pomi.

Pentru măsurători, s-au utilizat un șubler digital de înaltă precizie ($\pm 0,01$ mm, TOLSEN Tools, model 35053) și un șablon standardizat dotat cu cavități cu diametre de 24, 26, 28, 30, 32 și 34 mm (VOEN). Recoltarea fructelor s-a realizat în faza de maturitate de consum, de la 32 de pomi pentru fiecare variantă experimentală. Randamentul de fructe a fost exprimat în kg pe pom și raportat la suprafața de un hectar. În timpul recoltării, s-a evaluat poziționarea fructelor în interiorul coroanei și pe diverse ramuri, analizându-se trei pomi reprezentativi pentru fiecare variantă. Pentru analizele biochimice, s-au prelevat aleatoriu câte 100 de fructe din cei 32 de pomi, probele fiind evaluate la temperatura camerei.

Probele au fost analizate pentru masa și diametrul fructelor, conținutul de substanță uscată, fermitate, conținutul total de zaharuri și aciditate exprimate în procente. Masa fructelor a fost determinată prin cântărire cu o balanță de precizie ($\pm 0,01$ g, AS 82/220.X2). Conținutul de substanță uscată solubilă a fost determinat cu ajutorul refractometrului digital DR201-95, rezultatele fiind exprimate în grade Brix. Fermitatea a fost evaluată cu

penetrometrul FT 327, care măsoară rezistența pulpei la pătrunderea unui piston cu suprafața de 3 mm², în conformitate cu recomandările OCDE. Pentru fiecare soi, greutatea, diametrul și fermitatea au fost determinate pe un lot de 80 de fructe (20 fructe × 4 probe).

Analiza statistică a datelor a fost realizată prin utilizarea metodelor de analiză, sinteză, tabelară, comparativă și grafică. Mediile au fost comparate utilizând testul Tukey, la un nivel de semnificație de 0,05 (Докпехов, 1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Randamentul de fructe. În livezile intensive și superintensive, tipul de tăiere aplicat pomilor de cireș a cunoscut o evaluare semnificativă, datorită nivelului ridicat de profesionalism necesar. Această evoluție a fost determinată, în mare parte, de introducerea unor noi combinații soi–portaltoi, care impun cerințe specifice în ceea ce privește formarea și întreținerea coroanei (Balan, 2015; Whiting et al., 2006).

Pe lângă tăierile executate în perioada de repaus vegetativ, literatura de specialitate evidențiază frecvent importanța tăierilor efectuate în perioada de vegetație (Babuc, 2012; Claverie & Lauri, 2005a; Ghena et al., 2004; Nelsen et al., 2007), precum și a utilizării regulatorilor de creștere (Ghena et al., 2004; Peșteanu et al., 2019; Peșteanu et al., 2018a; Peșteanu et al., 2018b).

Obiectivul principal al tăierilor rămâne menținerea unei structuri optime a coroanei, prin ajustarea raportului dintre creștere și fructificare, în vederea obținerii unor producții constante, de calitate superioară (Babuc, 2012; Balan et al., 2017).

În perioada 2012-2019 (Tabelul 1), randamentul mediu pentru varianta S4 a fost de 15,6 t/ha pentru soiul Valerii Cikalov și de 16,1 t/ha pentru soiul Record. Aceasta a fost urmată de tăierea în perioada de repaus, pe lemn de 3-5 ani (S3), cu un randament de 14,2 t/ha pentru soiul Valerii Cikalov și de 15,1 t/ha pentru soiul Record.

Tabelul 1. Influența tipului de tăiere asupra recoltei pomilor de cireș, altoiți pe Mahaleb, t/ha.

Modul de tăieri	Vârsta pomilor, ani						Media
	12	13	14	15	16	17	
Soiul Valerii Cikalov							
S1 (martor)	6,7	8,4	9,5	12,9	19,2	22,8	13,3
S2	7,5	9,3	10,9	13,9	19,4	21,8	13,8
S3	7,3	10,1	10,4	14,2	19,3	23,7	14,2
S4	7,8	11,1	13,1	16,6	20,9	23,9	15,6
Soiul Record							
S1 (martor)	6,7	7,3	11,5	15,1	16,5	29,2	14,4
S2	7,4	7,9	11,9	15,7	16,6	29,5	14,9
S3	6,4	8,6	12,3	16,4	18,5	28,6	15,1
S4	6,3	8,8	13,8	17,4	19,0	31,4	16,1
DL 5%	1,15	0,66	1,03	1,19	2,3	8,25	-

Tăierile de întreținere a coroanei și de fructificare, efectuate în perioada de repaus vegetativ (S1) și în perioada de vegetație (S2), au condus la obținerea unor recolte mai reduse comparativ cu tăierile aplicate prin întinerirea treptată a ramurilor de semis-chelet în vârstă de 3–5 ani, realizate atât în perioada de repaus (S3), cât și în timpul sezonului de vegetație (S4).

Rezultatele obținute confirmă influența semnificativă a tipului de tăiere asupra producției de fructe la soiurile de cireș Valerii Cikalov și Record, altoite pe portaltoi semincer. În al 17-lea an de la plantare, s-au înregistrat cele mai ridicate niveluri de producție, cu randamente cuprinse între 21,8 și 23,9 t/ha pentru soiul Valerii Cikalov și între 28,6 și 31,4 t/ha pentru soiul Record.

Rezultatele cercetării evidențiază impactul semnificativ al tipului de tăiere asupra recoltei pomilor de cireș altoiți pe portaltoiul *Mahaleb*, influențând atât cantitatea, cât și calitatea fructelor obținute. Aplicarea unor tehnici adecvate și periodice de tăiere contribuie la formarea unei coroane echilibrate, stimularea fructificării și menținerea unei producții constante, sănătoase și de înaltă calitate.

Portaltoiul Maxima 14 s-a dovedit compatibil cu majoritatea soiurilor omologate, având avantajul intrării timpurii pe rod și al unei bune adaptabilități la diferite tipuri de sol. Datorită vigorii sale moderate, permite plantarea la distanțe mai mici, ceea ce favorizează fructificarea timpurie și, implicit, obținerea unor recolte mai mari pentru majoritatea soiurilor (Claverie & Lauri, 2005a).

Pentru soiurile de cireș Skeena și Stella, altoite pe acest portaltoi, au fost înregistrate producții medii situate între 12,01–13,71 t/ha pentru Skeena și 10,88–12,49 t/ha pentru Stella (Tabelul 2). Cele mai ridicate și semnificative producții s-au obținut în varianta cu tăiere efectuată în toamna devreme, atingând 13,72 t/ha pentru Skeena și 12,85 t/ha pentru Stella.

În anul 2021, s-au remarcat recolte record, de 17,9–19,9 t/ha pentru soiul Skeena și 17,2–20,3 t/ha pentru soiul Stella. În contrast, cele mai scăzute niveluri de producție au fost înregistrate la pomii supuși tăierilor în perioada de repaus vegetativ.

Tabelul 2. Influenta perioadei de tăiere asupra recoltei pomilor de cireș, altoiți pe MahMa 14, t/ha

Perioada de tăiere	Anii						Media (2019-2024)
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Soiul Skeena							
V1-Tăierea în perioada de repaus (martor)	8,79	10,05	17,9	11,27	10,79	16,1	12,48
V2-Tăierea în timpul înfloririi	8,99	9,65	18,8	12,03	10,66	15,7	12,64
V3-Tăierea după recoltare	8,85	9,25	18,2	13,38	11,05	17,7	13,07
V4-Tăierea toamna devreme	9,92	10,45	19,9	14,52	11,45	16,1	13,72
DL 5%	0,94	1,41	1,28	0,85	2,33	1,87	-
Soiul Stella							
V1-Tăierea în perioada de repaus (martor)	8,5	5,4	17,2	12,41	10,79	13,0	11,21
V2-Tăierea în timpul înfloririi	8,1	5,9	19,8	12,92	10,59	14,3	11,93
V3-Tăierea după recoltare	9,1	4,6	19,3	13,87	10,59	14,1	11,93
V4-Tăierea toamna devreme	8,9	5,8	20,3	14,94	11,45	15,7	12,85
DL 5%	1,84	1,03	1,61	1,54	2,15	1,32	-

Randamentul soiului Skeena a fost de 8,79-9,92 t/ha în 2019 și 9,25-10,45 t/ha în 2020, în timp ce pentru soiul Stella, randamentul a fost de 8,1-9,1 t/ha în 2019 și 4,6-5,8 t/ha. Scăderea randamentului în anii 2019-2020 a fost cauzată de temperaturile mai scăzute din timpul înfloririi, iar perioada de tăiere nu a influențat acest indice. În 2021, valorile au fost mai mari comparativ cu anii precedenți, iar cea mai mare producție, de

19,9 t/ha pentru Skeena și 20,3 t/ha pentru Stella, s-a înregistrat în varianta V4, unde s-a aplicat tăierea în luna septembrie. Această perioadă a favorizat creșterea fructelor și depunerea mugurilor de rod la baza ramurilor anuale.

În anul 2022, recolta de fructe a scăzut față de 2021, fiind de 11,28-14,52 t/ha pentru Skeena și 12,41-14,94 t/ha pentru Stella, cu valori deosebit de semnificative în varianta de tăiere de început de toamnă. În 2023, recolta a scăzut din nou, fiind de 10,66-11,45 t/ha pentru Skeena și 10,59-11,45 t/ha pentru Stella. În schimb, în 2024, recolta s-a majorat la ambele soiuri, fiind semnificativă în cazul tăierii de toamnă devreme, cu 16,1 t/ha la Skeena și 15,7 t/ha la Stella.

Analizând valorile de randament, remarcăm că în toate perioadele de tăiere a pomilor din anii 2019-2020 s-a înregistrat un randament scăzut de fructe, fapt atribuit condițiilor climatice. În următorii ani, 2021-2024, cele mai mari producții pe unitatea de suprafață au fost obținute în variantele, unde s-au aplicat tăieri în perioada de vegetație (V2, V3), în îndeosebi la tăierea pomilor la începutul toamnei (V4). Tăierea în această perioadă asigură o bună iluminare și o ventilație rațională a coroanei, fiind eficientă în depunerea și diferențierea mugurilor floralii, ceea ce contribuie la fructificarea constantă și obținerea unor recolte optime de fructe de calitate (Ayala & Andrade, 2009).

În anul 2019, la soiul Skeena, tăierea în perioada de repaus vegetativ (V1) și tăierea după recoltare (V3) au redus numărul fructelor cu 9,3 și, respectiv, 9,5%, comparativ cu tăierea la începutul toamnei (Tabelul 3). Scăderea numărului de fructe în V1 și V3 sugerează că nu există o restricție semnificativă privind furnizarea de carbohidrați a fructelor în perioada de tăiere. În anul 2020, numărul de fructe per pom a variat între 1404 bucăți în V3 și 1495 bucăți în V1. Astfel, tratamentele de tăiere în timpul perioadelor de repaus și de vegetație ale pomilor sugerează că nu a fost impusă nicio limitare semnificativă a aprovizionării cu asimilate fructelor.

Tabelul 3. Influența perioadei de tăiere a pomilor de cireș din soiul Skeena, altoit pe portaltoiul MaxMa 14, asupra producției și calității fructelor.

Epoca de tăiere	Numărul de fructe, buc/pom		Greutatea fructelor, g		Diametrul fructelor, mm	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
V1-Tăierea în perioada de repaus(m)	1211	1495	10,9	10,1	28,3	27,9
V2-Tăierea în timpul înfloririi	1250	1479	10,8	9,8	28,3	27,2
V3-Tăierea după recoltare	1231	1404	10,8	9,9	28,7	27,5
V4-Tăierea toamna devreme	1296	1467	11,5	10,7	29,6	28,4
DL 5%	-	-	0,38	0,52	0,85	0,39

Masa și diametrul fructelor. Masa fructelor soiului Skeena variază în funcție de condițiile climatice și de îngrijirea livezii. Conform datelor, tăierea în perioada de repaus vegetativ (V1) și tăierea în septembrie (V4) au fost asociate cu o greutate mai mare a fructelor atât în anul 2019, cât și în 2020, în comparație cu celelalte perioade de tăiere (V2 și V3). Deși există anumite diferențe, acestea nu sunt întotdeauna garantate din punct de vedere statistic. Creșterea diametrului fructelor a fost similar raportată de Claverie și Lauri după îndepărtarea pintenilor fructiferi prin tăierea lor la 30-50% (Claverie & Lauri, 2005b; Cmelik & Orlic, 2008). Aceasta indică faptul că perioadele de tăiere pot influența mărimea fructelor și randamentul, dar rezultatele pot varia în funcție de condițiile specifice și nu sunt întotdeauna statornice din punct de vedere statistic.

Diametrul fructului la momentul recoltării este într-o relație interdependentă cu masa fructului și este de 28,3–29,6 mm în 2019, 27,2–28,4 mm în 2020. Conform datelor, variantele V1 (tăiere în perioada de repaus) și V4 (tăiere în primele zece zile ale lunii septembrie) au prezentat un diametru mai mare al fructelor în comparație cu celelalte variante. Diferențele observate între variantele de tăiere nu au fost semnificative atunci când acestea au fost comparate cu variantele V2 (tăiere în timpul înfloririi) și V3 (tăiere după recoltare). Astfel, alegerea între aceste metode de tăiere nu pare să influențeze semnificativ diametrul fructelor în condițiile studiului.

Efectele asupra ponderii fructelor în funcție de diametru. În contextul evaluării calității cireșelor, având în vedere variabilitatea determinată de condițiile climatice și tehnologia de întreținere, precum și criteriile de evaluare bazate pe diametru sau greutate, s-a decis să se analizeze distribuția cireșelor în fracțiuni definite după diametru. Astfel, s-au stabilit fracțiuni pentru cireșe cu diametrul de la 24 mm în sus, împărțite în intervale de câte 2 mm (ex. 24-25,9 mm, 26-27,9 mm etc.). Această metodă permite o evaluare mai precisă a dimensiunii și, implicit, a calității fructelor în funcție de managementul livezii și de tehnicile aplicate în momentul tăierii pomilor, conform datelor din tabelul 4.

Tabelul 4. Influența perioadei de tăiere a pomilor de cireș din soiul Skeena, altoit pe MaxMa 14, asupra distribuției cireșelor în funcție de diametrul lor

Perioada de tăiere	Randamentul, t/ha	Distribuția cireșelor (%) în funcție de diametrul lor (mm)				
		< 24	24-25,9	26-27,9	28-29,9	> 30
Anul 2019						
V1 (m)	8,79	7,2	18,5	45,7	20.3	8,3
V2	8,99	5,7	20,1	47,6	19.0	7,6
V3	8,85	8,1	18,6	48,4	19,1	5,8
V4	9,92	4,4	15,9	45,5	20,1	14,1
LSD, 5%	0,96	-	-	-	-	
Anul 2020						
V1 (m)	10,06	8,5	25,4	55,7	7,0	3,4
V2	9,66	9,1	22,6	58,6	6,2	3,5
V3	9,26	7,5	27,8	55,5	6,2	3,0
V4	10,46	4,5	21,9	57,8	9,4	6,4
LSD, 5%	1,01	-	-	-	-	

În 2019, pomii tăiați în primele zece zile ale lunii septembrie (V4) au avut cele mai mari producții clar semnificative - 12,9% față de martor (V1). La pomii din varianta martor (V1), 7,2% din fructe aveau 24 mm sau mai puțin în diametru, 18,5% - 24-25,9 mm, 45,7% - 26-27,9 mm și 28,6% dintre fructe aveau 28 mm sau mai mult în diametru.

Conform observațiilor, atât tăierea efectuată în perioada de vegetație a pomilor (V2, V3, V4), cât și cea realizată în perioada de repaus (martor) au un impact similar asupra distribuției fructelor în ceea ce privește diametrul acestora. În ambele cazuri, 68,3-79,7% dintre fructe au un diametru mai mare de 26 mm, iar procentul fructelor cu diametrul mai mic de 24 mm variază între 4,4% și 9,1%. De asemenea, tăierea în perioada de repaus vegetativ (V1) și cea efectuată în primele zece zile ale toamnei (V4) sunt caracterizate printr-o cantitate mai mare de fructe cu diametrul de 28 mm și mai mult, cu procente cuprinse între 28,6% și 34,2%. Acest lucru indică faptul că aceste perioade de tăiere favorizează dezvoltarea fructelor mai mari în comparație cu celelalte perioade analizate.

În 2020, cultura a prezentat un randament de 9,26-10,46 tone pe hectar, în condițiile în care fructele cu diametrul sub 26 mm în varianta (V1) reprezentau 33,9% din total. Fructele cu diametrul de 28 mm și peste constituiau doar 10,4%. Aceleași tendințe au fost observate și în timpul sezonului de vegetație, unde fructele cu diametrul mai mare de 28 mm reprezentau între 9,2% și 15,8% din total.

Tăierea pomilor la începutul toamnei a avut un efect puternic în reducerea ponderii fructelor mici la doar 4,4-9,1% din fructele totale și, de asemenea, a promovat producția de fructe de calitate superioară cu diametru > 28 mm până la 15,8-34,2% din fructele totale, realizându-se efecte fără a afecta randamentul total.

Efectele asupra calității fructelor. În anul 2019, conținutul de substanță uscată solubilă în cireșele de la soiul Skeena a variat între 18,3% și 19,2%. În anul 2020, această valoare a fost cuprinsă între 18,5% și 19,1%, conform tabelului 5. În ceea ce privește aciditatea titrabilă, în 2019 s-a înregistrat o valoare cuprinsă între 0,63 și 0,66 mg acid malic la 100 g de fructe. În anul 2020, aciditatea a crescut, înregistrând valori mai mari, între 0,72 și 0,75 mg acid malic la 100 g de fructe. Fermitatea fructelor, este la un nivel satisfăcător și constituie în 2019 – 2,95-3,41 kg/cm², iar în anul 2020 constituie 3,02-3,20 kg/cm².

Tabelul 5. Efectul perioadei de tăiere a pomilor asupra parametrilor de calitate ai fructelor de cireș din soiul Skeena, altoit pe portaltoiul MaxMa 14.

Perioada de tăiere	Substanța uscată solubilă, Brix %		Aciditatea titrabilă, %		Fermitatea fructelor, kg/cm ²	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
V1-Tăierea în perioada de repaus (m)	18,8	18,7	0,65	0,74	3,22	3,12
V2-Tăierea în timpul înfloririi	18,3	18,5	0,65	0,75	2,95	3,02
V3-Tăierea după recoltare	18,5	18,7	0,63	0,72	3,12	3,20
V4-Tăierea toamna devreme	19,2	19,1	0,66	0,74	3,41	3,15
DL 5%	0,47	0,59	0,33	0,82	0,25	0,36

Remarcăm faptul că parametri de calitate ai fructelor de cireș Skeena, prezintă variații ușoare în funcție de an și de perioada de tăiere a pomilor. Valorile pentru conținutul de substanță uscată solubilă, aciditatea titrabilă și fermitatea fructelor rămân relativ constante și nu diferă semnificativ de la un an la altul sau între diferitele tratamente de tăiere. Această constatare sugerează o stabilitate relativă a acestor caracteristici de calitate pentru soiul Skeena, în timp ce rezultatele similare au fost confirmate și de alte studii, precum cele citate în referințele (Ayala & Andrade, 2009; Whiting et al., 2005).

CONCLUZII

Tăierile de întreținere a coroanei și de fructificare efectuate în perioadele de repaus (S1) și de vegetație (S2) au condus la producții mai scăzute, între 13,3 și 14,9 t/ha. În contrast, tăierea de fructificare prin întinerirea treptată a ramurilor semischeletice (cu vârsta de 3-5 ani) a dus la recolte mai mari, între 14,2 și 16,1 t/ha, atât în perioada de repaus (S3), cât și în sezonul de vegetație (S4).

Tăierea efectuată în toamna devreme a avut o influență constantă asupra randamentului, diametrului și distribuției mărimii fructelor, fără a afecta numărul total de fructe de pe pom. Aceasta a dus la o creștere de peste 70% a fructelor cu diametrul de peste 26 mm și a redus procentajul cireșelor mici (24 mm sau mai puțin) cu între 4,4% și

9,1%, menținând în același timp randamentul final. Dimensiunea fructelor reprezintă un indicator esențial al calității cireșului, motiv pentru care gestionarea adecvată a livezii trebuie să urmărească obținerea unui echilibru între cantitate și mărimea fructelor.

Metoda de tăiere pentru înnoirea ramurilor are un impact pozitiv asupra producției de cireș, comparativ cu tăierile de întreținere și fructificare efectuate în perioadele de repaus și vegetație. Tăierea pomilor în perioada de înflorire trebuie realizată cu atenție, atunci când mugurii floralii au trecut bine iarna și condițiile de mediu sunt favorabile pentru înflorire, legare și formarea fructelor, în special la soiurile hermaphrodite. Aceasta contribuie la evitarea supraîncărcării pomilor cu fructe, asigurând o dezvoltare echilibrată. În plus, tăierea după recoltare reduce suprafața frunzelor, ceea ce poate afecta diferențierea mugurilor floralii pentru recolta următoare, fiind importantă pentru pregătirea corectă a pomilor pentru sezonul următor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AYALA, M. & M. ANDRADE (2009). Effects of fruit-ing spur thinning on fruit quality and vegetative growth of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Ciencia e Investigacion Agraria*, vol. 36, no. 3, pp. 443-450. ISSN 0718-1620. Disponibil: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-162009000300011>
2. BABUC, V. (2012). *Pomicultura*. Chișinău: Î.S. F.E.-P. «Tipografia Centrală», 664 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
3. BALAN, V.; A. PEȘTEANU & V. MANZIUC (2023) *Baze științifice ale tehnologiei intensive de cultivare a fructelor de cireș*. Chișinău: Print-Caro, 292 p. ISBN 978-9975-175-37-1.
4. BALAN, V.; V. ȘARBAN & I. IVANOV (2022). Optimizarea conceptului de conducere și tăiere a plantațiilor de cireș prin ameliorarea relației între creștere și fructificare. *Akados*, nr. 2 (65), pp. 99-108. ISSN 2587-3687. Disponibil: <https://doi.org/10.52673/18570461.22.2-65.09>.
5. BALAN, V. (2015). Tehnologii în intensificarea culturii mărului și cireșului. *Akados*, nr. 3(38), pp. 82-87. ISSN 1857-0461. Disponibil: <http://akados.asm.md/files/Tehnologii%20pentru%20intensificarea%20culturii%20marului%20si%20ciresului.pdf>
6. BALAN, V. (2009). Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producției de fructe. In: *Akados*, nr. 4(15), pp. 82-89. ISSN 1857-0461.
7. BALAN, V.; I. IVANOV; V. ȘARBAN; P. BALAN & S. VĂMĂȘESCU (2017). Changes in cherries size and quality according to color. In: *Lucrări științifice, USAMV Iași. Seria Horticultură*, vol. 60 (2), pp. 139-144. ISSN 1457-7376. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/29928/balan_139-144.pdf?sequence=1
8. BENNEWITZ, E.; C. FREDES; T. LOSAK, C. MARTINEZ & J. HLUSEK (2011). Effects on fruit production and quality of different dormant pruning intensities in 'Bing'/'Gisela®6' sweet cherries (*Prunus avium*) in Central Chile. *Ciencia e Investigacion Agraria*, vol. 38(3), pp. 339-344. Disponibil: <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v38n3/art03.pdf>
9. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). *Pomicultură specială*. Chișinău: Print Caro, pp. 65-94. ISBN 978-9975-56-572-1.
10. CLAVERIE, J. & P. E. LAURI (2005a). Extinction training of sweet cherries in France - appraisal after six years. *Acta Horticulturae*, vol. 667, pp. 367-372. DOI 10.17660/ActaHortic.2005.667.52.
11. CLAVERIE, J. & P. E. LAURI (2005b). Sweet cherry training to improve fruit size and quality - an overview of some recent concepts and practical aspects. *Acta Horticulturae*, vol. 667, pp. 361-366. DOI 10.17660/ActaHortic.2005.667.51.
12. CMELIK, Z. & J. DRUZIC ORLIC (2008). Performance of some sweet cherry cultivars on 'Weiroot 158' rootstock. *Acta Horticulturae*, vol. 795, pp. 345-348. DOI 10.17660/ActaHortic.2008.795.50.
13. FLORES, L.; M. C. DUSSI; Y. MACHUCA; M. TOSELLI & C. ARJONA (2013). Efecto de las fitohormonas sobre el control de la fructificación en manzanos. *Horticultura Argentina*, vol. 32, no. 77, pp. 23-31. ISSN 0327-3431. Disponibil: <https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/118/efecto-de-las-fitohormonas-sobre-el-control-de-la-fructificacion-en-manzanos.pdf>
14. GHENA, N.; N. BRANIȘTE & F. STĂNICĂ (2004). *Pomicultura generală*. București: MatrixRom, 526 p. ISBN 973-685-844-8.

15. LAURI, P. (2005). Developments in high density cherries in France: integration of tree architecture and manipulation. *Acta Horticulturae*, 667(2), pp. 285-291. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/266140192_Developments_in_High_Density_Cherries_in_France_Integration_of_Tree_Architecture_and_Manipulation
16. LONG, L. E.; G. LANG; S. MUSACCHI & M. WHITING (2015). *Cherry Training Systems*. A Pacific Northwest Extension Publication. Washington State University, 63 p. Disponibil: https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/cherry_training_systems_e3247.pdf
17. LONG, L. E.; G. LANG & C. KAISER (2020). *Sweet Cherries*. (Crop Production Science in Horticulture). CABI International, 360 p. ISBN 978-1786398284.
18. LONG, L. E.; A. PEȘTEANU; M. LONG & E. GUDUMAC (alcăt.) (2014). *Producerea cireșelor*. Proiectul ACED. Chișinău: Foxtrot, 2014. 263 p. ISBN 978-9975-120-43-2.
19. NEILSEN, G.; F. KAPPEL & D. NEILSEN (2007). Fertil-ization and crop load affect yield, nutrition, and fruit quality of 'Lapins' sweet cherry on Gisela 5 rootstock. *Hortscience*, 42(6), pp. 1456-1462.
20. PEȘTEANU, A.; V. BALAN & I. IVANOV (2019). Effect of Auxiger growth regulator on fruits development, production and chracing index of „Regina” cherry variety. In: *Scientific Papers*, UASMV of Bucharest. Series B. Horticulture, vol. 63(1), pp. 137-142. ISSN 2285-5653. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/30589/peşteanu_137-142.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. PEȘTEANU, A.; V. BALAN; I. IVANOV & A. LOZAN (2018). Effect of Auxiger grow regulator on development and fructification of Regina cherry variety. *Bahçe. Journal of Atatürk Central Horticultural Research Institute*, vol. 47 (2), pp. 50-57. ISSN 1300-8943. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/27831/Journal-Bahce-2018-V47-N2-p50-57.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. PEȘTEANU, A.; V. BALAN; S. VAMASESCU; I. IVANOV & A. LOZAN (2018). Influența regulatorului de creștere pe bază de ANA asupra productivității plantației de cireș de cv Regina. In: *Lucrări științifice*, UASM, vol. 47, pp. 90-95. ISBN 978-9975-64-296-5. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/27829/Lucrari-st-UASM-V47-2018-p90-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. SANSAVINI, S. & S. LUGLI (2008). Sweet cherry breeding programs in Europe and Asia. *Acta Horticulturae*, vol. 795, pp. 41-58. DOI 10.17660/ActaHortic.2008.795.1.
24. BENNEWITZ, von E.; S. SANHUEZA & A. ELORRIAGA (2010). Effect of different crop load management strategies on fruit production and quality of sweet cherries (*Prunus avium* L.) 'Lapins' in Central Chile. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, vol. 18(1), pp. 51-57.
25. WHITING, M.; D. OPHARDT; O. LENAHAAN & D. ELFVING (2005). Managing sweet cherry crop load: new strategies for a new problem. *Compact Fruit Tree*, vol. 38, pp. 52-58.
26. WHITING, M.; D. OPHARDT & J. MCFERSON (2006). Chemical blossom thinners vary in their effect on sweet cherry fruit set, yield, fruit quality, and crop value. *Hortechology*, 16(1), pp. 66-70. DOI 10.21273/HORTECH.16.1.0066.
27. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5-е издание, дополненное и переработанное. Москва: Агропромиздат, 351 с.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 02.05.2025; Accepted 23.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.09

UDC: 633.854.78:632.25:632.981 (478)



EFICIENȚA PREPARATELOR TRICHODERMIN-SC ȘI UNICAL, SC ÎN CONTROLUL PUTREGAIULUI CENUȘIU LA FLOAREA-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE INTENSIFICĂRII CULTURII ÎN ZONA DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

Ion PALADI, ORCID: 0009-0009-4398-9481

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor,
Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

Correspondență: Ion PALADI - e-mail: ion.paladi@sti.usm.md

Abstract. The year by year expansion of the arable areas devoted to sunflower cultivation increases the risk of spreading pathogens, and in particular of the fungus *Botrytis cinerea*, which has a negative impact on the phytosanitary status in the agroclimatic conditions of the southern part of the Republic of Moldova. Since the economic and agro-climatic situation of agricultural producers requires the identification of cheap and effective products to face the challenges, it was proposed to test the preparations Trichodermin-SC and Unical, SC for the control of *Botrytis cinerea*, the causal agent of grey mould in sunflower crops. The research was conducted during the agricultural years 2022-2024. The tri-factorial experiment included three variants in three replications: 1) biological method of protection with the use of the ecological preparation Trichodermin-SC (based on the fungus *Trichoderma lignorum*), 2) chemical method of protection with the use of the chemical preparation Unical, SC (based on tebuconazole) and 3) the genetic factor. Three commercial hybrids of sunflower were tested: P64LE25, P64LP130 and LG5377. Overall, the results show a high biological efficacy of Trichodermin-SC preparation in the control of grey mould, reaching levels of 63.4% and 56.2%, but with a noticeable decrease (17.55%) on an intensive background of infection in 2024. The chemical preparation Unical, SC showed biological efficiencies ranging from 37.20%-60.0%. The Hybrids P64LE25 and P64LP130 manifested increased resistance to sunflower grey mould and are considered suitable for both conventional and ecologic systems.

Keywords: *Helianthus annuus*; *Botrytis cinerea*; Biological control; *Trichoderma lignorum*; Chemical control; Tebuconazole.

Rezumat. Extinderea an de an a suprafețelor arabile destinate culturii florii-soarelui sporește riscul răspândirii agenților patogeni și în special a ciupercii *Botrytis cinerea*, care exercită un impact negativ asupra stării fitosanitare în condițiile agroclimatice din zona de sud a Republicii Moldova. Deoarece conjunctura economică și agro-climatică în care se află producătorii agricoli necesită identificarea produselor ieftine și eficiente pentru a face față provocărilor apărute, s-a propus testarea comparativă a produselor Trichodermin-SC și Unical, SC în combaterea ciupercii *Botrytis cinerea*, care provoacă putregaiul cenușiu la cultura florii-soarelui. Cercetările s-au efectuat în perioada anilor agricoli 2022-2024. Experiența tri-factorială a inclus trei variante în trei repetiții: 1) metoda biologică de protecție cu utilizarea preparatului ecologic Trichodermin-SC (în baza ciupercii *Trichoderma lignorum*), 2) metoda chimică de protecție cu utilizarea preparatului chimic Unical, SC (pe bază de tebuconazol) și 3) factorul genetic. Au fost testați trei hibrizi comerciali de floarea-soarelui: P64LE25, P64LP130 și LG5377. În ansamblu, rezultatele evidențiază o eficacitate biologică ridicată a preparatului Trichodermin-SC

În controlul putregaiului cenușiu, atingând niveluri de 63,4% și 56,2%, însă cu o scădere vizibilă (17,55%) pe un fundal intensiv de infecție în anul 2024. Preparatul chimic Unical, SC a demonstrat o eficiență biologică cuprinsă între 37,20%-60,0%. Hibrizii P64LE25 și P64LP130 au manifestat o rezistență sporită la putregaiul cenușiu al florii-soarelui, fiind considerați pretabili atât în sistem convențional, cât și în sistem ecologic.

Cuvinte-cheie: *Helianthus annuus*, *Botrytis cinerea*; Control biologic; *Trichoderma lignorum*; Control chimic; Tebuconazol.

INTRODUCERE

Tendința de creștere a suprafețelor însămânțate cu floarea-soarelui în ultimul deceniu generează noi provocări, inclusiv de natură fitopatologică. După cum menționează cercetătorul Duca și colab. (2023), cultivarea acestei culturi s-a intensificat în special în zona de sud a Republicii Moldova, în Unitatea Teritorial Autonomă Găgăuzia (UTAG), unde suprafețele cultivate au crescut cu 148%, precum și în raioanele Cahul, Cimișlia, Leova, Căușeni și Ștefan Vodă, unde extinderea a fost de 84%. Conform afirmațiilor autorilor T. Baicu și A. Săvescu (1986), nerespectarea rotației culturilor și intensificarea cultivării florii-soarelui sporesc riscul de infectare cu agenți patogeni, în special cu putregaiul alb și putregaiul cenușiu.

Putregaiul cenușiu al florii-soarelui, cauzat de ciuperca *Botrytis cinerea*, afectează toate organele plantei pe parcursul întregii perioade de vegetație. Atacul timpuriu se manifestă prin decolorarea și ofilirea frunzelor sau chiar uscarea completă a plantulelor (Bădărău, 2012). Umiditatea ridicată favorizează apariția formațiunilor conidiene sub formă de pâslă cenușie pe organele infectate (Gulii & Pamujac, 1994). Potrivit lui Bădărău (2012), miceliul ciupercii străpunge și împânzește întreaga plantă, determinând distrugerea parenchimului medular, slăbirea plantei și frângerea tulpinilor.

Boala devine deosebit de periculoasă în apropierea recoltării, mai ales în condiții de umiditate crescută, specifică sezonului ploios. Se manifestă prin brunificarea și înmuierea țesuturilor și deteriorarea achenelor, ceea ce provoacă pierderi semnificative de calitate (Popescu, 2005). După cum semnalează cercetătorul Paraschivu (2011), amplasarea florii-soarelui lângă plantațiile de viță-de-vie deseori duce la fenomenul de explozie a bolii. Bădărău (2012) consideră că grindina căzută în fazele finale de dezvoltare a culturii reprezintă un factor decisiv în răspândirea infecției. Condițiile optime pentru dezvoltarea bolii sunt umiditatea ridicată (90–100%) și temperaturile moderate, cuprinse între 15–20°C (Gulii & Pamujac, 1994).

În ceea ce privește metodele de control al putregaiului cenușiu al florii-soarelui, păreri diferite sunt considerabile. Unii specialiști susțin eficacitatea ridicată a produselor ecologice, în timp ce alții preferă utilizarea produselor chimice.

Referitor la utilizarea produselor ecologice și inofensive pentru mediu în combaterea ciupercii *Botrytis cinerea*, opiniile surselor consultate sunt, de asemenea, divergente. Cercetările recente (Voloșciuc, 2021) au demonstrat eficiența preparatului *Trichodermin-SC*, elaborat în cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor, ca mijloc ecologic de combatere a putregaiului alb și a altor boli ale florii-soarelui. Preparatul are la bază ciuperca *Trichoderma lignorum*, iar doza recomandată de 0,5 l/ha asigură nu doar eficiență biologică, ci și creșterea indicilor de productivitate. Autorul subliniază, de asemenea, că acest preparat este eficient nu doar împotriva *Sclerotinia sclerotiorum*, ci și împotriva unui complex de patogeni, oferind posibilitatea aplicării pe suprafețe extinse cultivate cu floarea-soarelui.

Potrivit cercetătorului Boincean et al. (2020), alături de preparatele pe bază de *Trichoderma spp.*, o eficiență bună în combaterea *Botrytis cinerea* o au și produsele ce conțin bacteria *Bacillus subtilis*. La rândul său, S. Bădărau (2012) consideră eficace biopreparatele obținute din ciuperci micoparazite, precum *Coniothyrium minitans* și *Gliocladium roseum*. Ținând cont de faptul că *Botrytis cinerea* afectează atât vița-de-vie, cât și floarea-soarelui, Voloșciuc (2021) evidențiază eficiența preparatului Gliocladin-SC, pe bază de *Gliocladium virens*, aplicat în doză de 5 l/ha la vița-de-vie. Acesta a redus frecvența atacului de la 41,75% la 12,22% și intensitatea bolii de la 26,97% la 7,73%. În completare, Davidescu, D. et al. (1992) susțin utilizarea antibioticelor, în special a griseofulvinei extrase din *Penicillium griseofulvum*, sub formă de pulbere, în combaterea putregaiului cenușiu al florii-soarelui.

În ceea ce privește metodele chimice de control, acestea sunt susținute de disponibilitatea pe piață a unei game largi de fungicide pe bază de azoxistrobină, difenconazol, ciproconazol, prothlorază și tebuconazol (Gumovschi, 2024).

Pe baza analizei surselor, se consideră oportună testarea eficienței preparatului Trichodermin-SC în combaterea putregaiului cenușiu al florii-soarelui, în contextul intensificării cultivării acestei culturi în zona de sud a Republicii Moldova. Conjunctura economică și agro-climatică actuală impune identificarea celor mai accesibile și eficiente produse chimice disponibile pe piață, capabile să răspundă provocărilor generate de extinderea culturilor. În acest sens, s-a propus testarea produsului Unical, SC, având ca substanță activă tebuconazol (250 g/l). Totodată, se evidențiază necesitatea identificării de instrumente și elaborării unor metode viabile pentru stimularea procesului de dechimizare a agriculturii.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost realizate în perioada anilor agricoli 2022–2024, pe parcursul a trei ani consecutivi, pe același teren situat în zona de sud a Republicii Moldova, în localitatea Iujnoe, raionul Cahul. Observațiile au fost efectuate în cadrul unei experiențe tri-factoriale, care a inclus trei variante experimentale, fiecare în trei repetiții. Factorii analizați au fost: primul factor – schema ecologică de protecție, în cadrul căreia a fost utilizat preparatul biologic Trichodermin-SC; al doilea factor – schema chimică de protecție, unde s-a aplicat fungicidul Unical, SC; al treilea factor – rezistența genetică a hibrizilor la boli, sau, cum menționează literatura de specialitate, valorificarea potențialului genetic.

În varianta cu protecție ecologică a fost aplicat ecofungicidul Trichodermin-SC, suspensie 1%, bazat pe ciuperca *Trichoderma lignorum*. Tratamentul a fost realizat de trei ori: prin tratarea semintelor, prin stropirea plantelor în faza de 6 frunze și în faza de apariție a butonilor floralii. În varianta cu protecție chimică, s-a utilizat produsul Unical, SC, pe bază de tebuconazol (250 g/l), în doză de 0,5 l/ha, aplicat în aceleași momente și în același număr de tratamente ca și în varianta biologică.

Factorul genetic a fost reprezentat de testarea a trei hibrizi de floarea-soarelui considerați de actualitate pe piață: P64LE25, P64LP130 și LG5377, descriși de producători ca având un grad ridicat de rezistență la ciuperca *Botrytis cinerea*.

Pe parcursul întregii perioade de vegetație au fost efectuate observații privind dezvoltarea plantelor și evoluția bolii putregaiului cenușiu al florii-soarelui. În fiecare variantă experimentală au fost selectate 100 de plante dispuse pe diagonală, iar în urma observațiilor și analizei manifestărilor bolii s-au colectat date ce au permis calcularea frecvenței și intensității atacului agentului patogen *Botrytis cinerea*. Pe baza acestor date a fost posibilă determinarea eficacității biologice a fiecărui preparat utilizat, prin comparație cu varianta martor.

Aplicarea preparatelor de protecție a plantelor presupune obținerea unor indicatori specifici, printre care se numără și eficiența biologică (Gulii & Pamujac, 1994). Aceasta reflectă capacitatea unui produs de a distruge organismul dăunător sau de a reduce gradul de vătămare a plantelor, indiferent de metoda de control utilizată, fiind exprimată procentual în raport cu situația inițială.

Pentru determinarea eficienței biologice, precum și a frecvenței și intensității atacului, au fost utilizate formulele prezentate de aceeași autori:

- Eficiența biologică:

$$E = \frac{I_m - I_e}{I_m} \times 100$$

unde:

I_m - indicele evoluției bolii în varianta martor;

I_e - indicele evoluției bolii în varianta experimentală.

- Frecvența atacului:

$$F = \frac{n \times 100}{N}$$

unde:

n - numărul de plante afectate,

N - numărul total de plante examinate.

- Intensitatea atacului:

$$I = \frac{(a \times b) \times 100}{N \times K}$$

unde:

a - numărul de plante infectate cu simptome similare,

b - nota de atac corespunzătoare aceluiași simptom,

N - numărul total de plante analizate,

K - nota maximă pe scara de evaluare a intensității bolii.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma observațiilor, măsurărilor și prelucrării datelor experimentale a fost elaborat tabelul 1, care reflectă dinamica manifestării putregaiului cenușiu al florii-soarelui pe parcursul a trei ani consecutivi, dintre care doi s-au desfășurat în condițiile practicării monoculturii. Din analiza tabelului se poate observa evoluția frecvenței și intensității atacului cauzat de *Botrytis cinerea*, precum și eficacitatea biologică demonstrată de preparatele Trichodermin-SC și Unical, SC în combaterea acestei boli.

Din analiza datelor prezentate în tabelul 1 se evidențiază influența intensificării procesului de cultivare a florii-soarelui asupra răspândirii agentului patogen *Botrytis cinerea*. Acest aspect se reflectă prin creșterea semnificativă atât a frecvenței, cât și a intensității atacului patogenului menționat. Conform afirmațiilor lui T. Baicu și A. Săvescu (1986), nerespectarea asolamentului și cultivarea repetată a florii-soarelui sporesc considerabil riscul infestării cu putregai alb și putregai cenușiu.

Pe parcursul celor trei ani de studiu, s-a constatat o creștere de 18 ori a frecvenței atacului, de la valoarea minimă de 2,5% în anul 2022, la valoarea maximă de 45% în 2024. În paralel, intensitatea atacului a crescut de aproximativ 8 ori, de la 1,57% la 12,25%.

Tabelul 1. Eficacitatea preparatelor Trichodermin-SC și Unical, SC în combaterea putregaiului cenușiu al florii-soarelui

Varianta	Repetiția	2022			2023			2024		
		F,(%)	I,(%)	E,(%)	F,(%)	I,(%)	E,(%)	F,(%)	I,(%)	E,(%)
Martor	R ₁ P64LE25	10,2	4,3	-	23,0	6,5	-	42,0	11,25	-
	R ₂ P64LP130	8,8	4,0	-	16,0	4,75	-	29,0	8,0	-
	R ₃ LG5377	11,1	5,1	-	25,0	7,25	-	45,0	12,25	-
Unical, SC	R ₁ P64LE25	4,4	2,7	37,20	8,0	2,75	57,69	19,0	5,5	51,11
	R ₂ P64LP130	2,8	1,6	60,0	7,0	2,50	47,36	15,0	4,5	43,75
	R ₃ LG5377	5,4	2,9	43,13	10,0	3,5	51,72	19,0	5,75	53,06
Trichodermin-SC	R ₁ P64LE25	2,5	1,57	63,4	9,0	3,00	53,84	31,0	8,0	28,88
	R ₂ P64LP130	3,9	1,75	56,2	8,0	2,5	47,36	20,0	5,75	28,12
	R ₃ LG5377	6,2	3,2	37,25	13,0	5,1	29,65	33,0	10,1	17,55

Analiza rezultatelor obținute în varianta martor demonstrează importanța factorului genetic în controlul bolii. Dintre cei trei hibrizi testați, P64LP130 s-a dovedit a fi cel mai rezistent la atacul de *Botrytis cinerea*, menținându-și superioritatea față de hibridii P64LE25 și LG5377 pe întreaga durată a experimentului.

Rezultatele obținute sunt în concordanță cu literatura de specialitate (Bădărău, 2012; Gulii & Pamujac, 1994; Boincean et al., 2020), care subliniază importanța asortării hibridilor în vederea folosirii la maxim al potențialului genetic în prevenirea și controlul bolilor, în cazul de față al putregaiului cenușiu al florii-soarelui.

Analizând varianta experimentală în care a fost aplicat produsul Trichodermin-SC în anul agricol 2022, se constată cele mai scăzute valori ale frecvenței și intensității atacului agentului patogen *Botrytis cinerea* în cazul hibridului P64LE25, unde preparatul a înregistrat o eficacitate biologică de 63,4%. De asemenea, s-a remarcat o eficiență biologică ridicată, de 56,2%, și la hibridul P64LP130, în timp ce cea mai redusă eficacitate, de 37,25%, s-a observat la hibridul LG5377, care a fost totodată cel mai puternic afectat de boală.

În anul agricol 2023, pe un fundal de infecție mai ridicat, frecvența și intensitatea atacului s-au dublat la toți cei trei hibrizi. În aceste condiții, eficacitatea biologică a preparatului a variat între 53,84% (P64LE25) și 29,65% (LG5377).

În anul agricol 2024, pe un fundal și mai intensiv de infecție, valorile frecvenței și intensității atacului s-au dublat comparativ cu anul precedent, ceea ce a condus la o scădere semnificativă a eficacității biologice a produsului Trichodermin-SC. Astfel, eficiența maximă a fost de 28,88% la hibridul P64LE25, iar cea minimă – de 17,55% – la hibridul LG5377.

Per ansamblu, rezultatele evidențiază o eficacitate biologică ridicată a preparatului Trichodermin-SC în controlul putregaiului cenușiu la floarea-soarelui, însă cu o scădere vizibilă pe măsura intensificării cultivării acestei culturi și a acumulării presiunii infectioase. Deși eficiența preparatului în combaterea *Botrytis cinerea* s-a dovedit mai redusă în comparație cu eficiența demonstrată împotriva *Sclerotinia sclerotiorum*, rezultatele obținute confirmă concluziile cercetărilor prezentate de L. Voloșciuc (2021) și validează utilitatea Trichodermin-SC ca mijloc ecologic de control al bolilor la floarea-soarelui.

Aplicarea produsului Unical, SC în anul agricol 2022 a condus la o eficacitate biologică comparabilă cu cea a produsului ecologic. Cea mai ridicată eficiență a fost înregistrată la hibridul P64LP130, cu o valoare de 60%, urmat de LG5377 – 43,13% și P64LE25 – 37,2%.

În anul 2023, preparatul Unical, SC a demonstrat o eficiență biologică superioară produsului Trichodermin-SC, valorile oscilând între 57,69% (P64LE25), 51,72% (LG5377) și 47,36% (P64LP130). Aceeași tendință s-a menținut și în anul agricol 2024, când, în condiții de infecție ridicată, eficiența biologică a preparatului chimic a fost net superioară produsului biologic. Cea mai mare eficiență a fost înregistrată la LG5377 – 53,06%, urmat de P64LE25 – 51,11% și P64LP130 – 43,75%.

Un aspect remarcabil este faptul că eficiența biologică a produsului Unical, SC crește odată cu intensificarea cultivării și cu sporirea presiunii infecțioase. În anul 2024, preparatul a înregistrat valori maxime ale eficacității chiar la cel mai sensibil hibrid, LG5377, reducând frecvența atacului de la 45,0% la 19,0% și intensitatea acestuia de la 12,25% la 5,75%.

Totodată, rezultatele obținute intră în contradicție cu afirmațiile cercetătorilor V. Gulii și N. Pamujac (1994), conform cărora instalarea bolii este condiționată de o umiditate ridicată (90–100%) și temperaturi moderate (15–20°C). Cercetările actuale demonstrează că, în contextul intensificării cultivării florii-soarelui, agentul patogen *Botrytis cinerea* nu-și diminuează gradul de răspândire nici la temperaturi mai mari de 25°C și umiditate relativ scăzută, sub 40%, ceea ce îl face un factor limitativ chiar și în condiții de ani secetoși.

CONCLUZII

Hibridii P64LE25 și P64LP130 au demonstrat o rezistență sporită la putregaiul cenușiu al florii-soarelui, fiind considerați pretabili atât în contextul intensificării cultivării acestei culturi în sistem convențional, cât și în sistem ecologic. În schimb, hibridul LG5377 se dovedește mai puțin pretabil în sistemul convențional și nepretabil în cel ecologic, în condiții de presiune fitopatologică ridicată. Aceste rezultate confirmă importanța valorificării adecvate a factorului genetic în îmbunătățirea stării fitosanitare a culturii de floarea-soarelui, mai ales în prezența unui fundal fitopatologic agresiv. Aceste rezultate confirmă importanța valorificării corecte a factorului genetic în ameliorarea stării fitosanitare a culturii de floarea-soarelui, mai ales în prezența unui fond infecțios agresiv.

Preparatul biologic Trichodermin-SC a evidențiat o eficacitate biologică ridicată în combaterea *Botrytis cinerea*, ceea ce îl face pretabil pentru utilizare în sistemele ecologice de protecție. Cu toate acestea, eficiența sa scade în condițiile intensificării cultivării florii-soarelui, iar eficacitatea sa împotriva *Botrytis cinerea* este inferioară celei împotriva *Sclerotinia sclerotiorum*. Totuși, nivelul înalt al eficienței biologice susține utilizarea Trichodermin-SC și în sistemul convențional, ca o măsură de reducere a încărcăturii chimice asupra agroecosistemelor.

Preparatul Unical, SC a înregistrat valori ridicate ale eficienței biologice în combaterea putregaiului cenușiu și s-a dovedit a fi un instrument eficient și pretabil în condiții de cultivare intensivă. Pe lângă eficacitatea sa, prețul accesibil și disponibilitatea îl recomandă ca unul dintre cele mai promițătoare produse chimice pentru protecția florii-soarelui în contextul actual, marcat de provocări climatice și economice.

RECUNOAȘTERI

Cercetările au fost realizate în cadrul programului de doctorat „411.09. Protecția plantelor”, cu tema: „Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”, și în cadrul Subprogramului 011102: „Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. DUCA, M.; S. CLAPCO; A. PORT; R. DOMENCO; A. MUTU et al. (2023). *Cultura de floarea-soarelui în contextul schimbărilor climatice*. Chișinău: CEP USM, 148 p. ISBN 978-9975-3430-8-4.
2. BAICU, T. & A. SĂVESCU (1986). *Sisteme de combatere integrată a bolilor și dăunătorilor pe culturi*. București: Editura Ceres, 264 p.
3. BĂDĂRĂU, S. (2012). *Fitopatologie: (Generală și agricolă)*. Chișinău: Tipografia Print-Caro, 592 p. ISBN 978-9975-56-046-7.
4. BOINCEAN, B.; L. VOLOȘCIUC; M. RURAC; I. HURMUZACHI & G. BALTAG (2020). *Agricultura Conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori*. Chișinău: Tipografia Print-Caro, 203 p. ISBN 978-9975-56-744-2.
5. DAVIDESCU, D.; L. CALANCEA & V. DAVIDESCU (1992). *Protecția chimică în agricultură*. București: Editura Academiei Române, 448 p. ISBN 973-27-0290-7.
6. GULII, V. & N. PAMUJAC (1994). *Protecția integrată a plantelor*. Material didactic pentru studenții și elevii instituțiilor de învățământ cu profil agrar. Chișinău: Universitas, 528 p. ISBN 362-00973-7.
7. GUMOVSCI, A. (2024). *Manualul fermierului pentru culturile de câmp*. Partea 2. Chișinău: Notograf Prim SRL, 270 p. ISBN 978-9975-84-207-5.
8. PARASCHIVU, I. AURELIAN MARIUS (2008). *Combaterea integrată a patogenilor și dăunătorilor la principalele culturi de câmp*. Craiova: SITECH, 409 p. ISBN 978-973-746-792-8.
9. POPESCU, Gheorghe (2005). *Tratat de patologia plantelor*. Vol. 2. Timișoara: Eurobit, 634 p. ISBN 973-620-169-4.
10. VOLOȘCIUC, L. (2021). *Agricultura Ecologică: aspecte teoretice și valențe practice*. Chișinău, 288 p. ISBN 978-9975-62-451-0.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 07.05.2025; Accepted 08.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.10
UDC: 635.64:631.524 (478)



ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА

Миланья МАКОВЕЙ, ORCID: 0009-0009-5039-6270

Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений,
Государственный Университет Молдовы

Corresponding author: Миланья МАКОВЕЙ – e-mail: milania.makovei@sti.usm.md

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study of heterotic F₁ tomato hybrids (10 combinations) obtained from crossing specially created breeding lines with different combinations of mutant marker genes. Differences between F₁ hybrids in the degree of variability of the main economically valuable quantitative traits depending on the genotypic features of parental forms and growing conditions of plants were shown. Early maturing, highly productive F₁ hybrids (4 combinations) with optimal ratio of the elements of plant morphological structures and with high total and marketable yield, simultaneously combining resistance to high- and low temperature stress factors and stable manifestation of all studied traits were selected. The ambiguous influence of mutant marker genes on the manifestation and degree of variability of traits is shown: a) positive, on the change of plant structural elements (length of internodes, limited formation of lateral shoots and dense placement of inflorescences); b) negative, on the nature of manifestation of reproductive system traits (pollen quality and its functionality, fruit traits).

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; F₁ hybrids; Mutant marker genes; Breeding-valuable traits; Variability.

Реферат. В статье представлены результаты комплексного изучения гетерозисных гибридов F₁ томата (10 комбинаций), полученных от скрещивания специально созданных селекционных линий с разным сочетанием мутантных маркерных генов. Показаны различия между гибридами F₁ по степени фенотипической изменчивости основных хозяйственно-ценных количественных признаков в зависимости от генотипических особенностей родительских форм и условий выращивания растений. Выделены раннеспелые, высокопродуктивные гибриды F₁ (4 комбинации) с оптимальным соотношением элементов морфологических структур растений, высокой общей и товарной урожайностью, одновременно сочетающих устойчивость к высокой и низкой температурам. Показано неоднозначное влияние мутантных маркерных генов на проявление и степень изменчивости признаков: а) положительное, на изменение структурных элементов растений (длина междоузлий, ограниченное формирование боковых побегов и частое размещение соцветий); б) отрицательное, на характер проявления признаков репродуктивной системы (качество пыльцы и её функциональность, признаки плода).

Ключевые слова: *Solanum lycopersicum* L.; Гибриды F₁; Мутантные маркерные гены; Селекционно-ценные признаки; Изменчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Прогресс в широком практическом использовании явления гетерозиса до сих пор продолжает стимулировать интерес учёных-генетиков к исследованию этого уникального феномена. Несмотря на длительные, дорогостоящие и тщательные исследования механизмов гетерозиса, проблема его прогнозирования остаётся нерешённой (Khotyleva et al., 2016). Отсутствие единой теории, раскрывающей механизм проявления гетерозиса, не препятствует его широкому применению в сельскохозяйственной практике.

Из общей площади возделывания томатов в мире (около 5 млн гектаров) 68,7 % составляют гетерозисные гибриды. В таких странах, как США, Япония, Нидерланды, Польша, Франция и других ([http: www.ptab.org](http://www.ptab.org)), производство томатов полностью основано на гетерозисных гибридах F_1 . Учёными этих и других стран (Болгария, Россия, Италия, Молдова и др.) экспериментально доказана эффективность использования не только F_1 -гибридов томата, но и других сельскохозяйственных культур (кукуруза, подсолнечник, сорго, свёкла, рапс и др.). Преимущество селекции и выращивания гибридов F_1 , в частности томата, определяется высоким эффектом гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам – стабильной урожайности, скороспелости, качеству продукции (Ганева & Данаилов, 2015; Кравченко, 1991), устойчивости к болезням и высокой экологической пластичности (Khotyleva et al., 2016; Micu, 2015).

Гетерозисные гибриды F_1 по общему и раннему урожаю превосходят районированные сорта томата на 25–50 % и более (Авдеев, 2004). Их возделывание является экономически выгодным, поскольку дополнительные затраты на получение гибридных семян окупаются даже при незначительном (до 5 %) увеличении урожайности. Кроме того, как отмечает Ю. Авдеев (2004), использование гибридов F_1 обеспечивает селекционеру защиту авторских прав и возврат инвестиций, вложенных в многолетние селекционно-генетические исследования. Благодаря широкому применению гетерозисных гибридов F_1 за последние 15–20 лет удалось увеличить урожайность томата на 20–50 % (Korol, 2022).

Наряду с массой преимуществ выращивания гибридов F_1 , имеются и существенные недостатки. Это повышенная интенсивность роста вегетативной массы, составляющими которой являются длина междоузлий, число листьев между ними и соцветиями, а также излишнее формирование боковых побегов (пасынков). Эти недостатки вызывают необходимость разработки и применения специальных приемов подвязки растений и удаления боковых побегов, что приводит к увеличению затрат ручного труда и негативно влияет на плодоношение. Снижается эффективность максимального использования как общей, так и вертикальной площади теплиц, что приводит к увеличению себестоимости производимой продукции (Korol, 2022).

Также следует отметить, что гетерозис, как феномен превосходства гибрида над родительскими формами проявляется в конкретных условиях среды и подвержен явлению взаимодействия генотип – среда (Khotyleva et al., 2016). Это заключение находит свое подтверждение и в работах других авторов (Micu, 2015; Маковой, 2018; Musteață et al., 2024). Поэтому, селекция на гетерозис, как и любая селекционная схема, должна быть экологически целенаправленна на конкретную совокупность сред (почвенно-климатические, агротехнические и смену чередования абиотических стрессов в онтогенезе). Первостепенное значение при этом представляет непрерывный поиск исходного материала с хозяйственно-ценными признаками и высокой комбинационной способностью (Маковой, 2018). Особый интерес в этом плане представляет наличие доноров с определенным генетическим контролем

(мутантные гены), идентификация которых на ранних этапах онтогенеза позволяет определить гибридные растения (Маковей, 2022). Есть мнение (Куземинский, 2004; Чесноков и др., 2020), что разнокачественность родительских форм томата по некоторым мутантным генам при их комплементарном действии в F_1 способствуют появлению эффекта гетерозиса. Одним из важнейших инструментов решения столь сложных задач, может быть комплексный подход к исследованиям, который предусматривает сочетание методов классической селекции с современными (в нашем случае, это гаметные технологии) как на этапе создания родительских форм, так и в процессе изучения гибридов F_1 , полученных на их основе. Активное внедрение гаметных технологий в рабочие программы способствует быстрой и эффективной оценке большого количества генотипов, идентификации и отбору наиболее ценных, установлению закономерностей изменчивости признаков в зависимости от генотипа и действия факторов среды, тем самым способствуя интенсификации селекционного процесса (Маковей, 2018).

Цель исследований – создание высокопродуктивных, устойчивых к абиотическим факторам гетерозисных гибридов томата F_1 со стабильным проявлением морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков с использованием сочетания методов традиционной селекции с гаметными и генетически контрастного материала с мутантными маркерными генами в качестве родительских форм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальным материалом служили 10 гибридных комбинаций томата F_1 , полученные с использованием специально созданных селекционных линий с разным сочетанием мутантных маркерных генов: Л8 (sp^+ , u , nor); Л 28 (sp^+ , Mi , $Tm-2$, rin); Л 111 (sp^+ , nor , $j-2$); Л 202 (sp^+ , bk , u) и Л11069 (sp^+ , nor , br , $Tm-2a$, ls , j), происходящих от полукультурных и мутантных форм. Другая группа это высокопродуктивные с разной побегообразующей способностью, культурного типа линии с высокой комбинационной способностью – Л8, Л16, Л187, Л828, Л556 и сорт Stefani. Растения гибридов выращивали на экспериментальном участке (в грунтовой теплице) Института генетики, физиологии и защиты растений в три разных по климатическим условиям года (2020-2022), на делянках 10 м² по 45 учетных растений от каждой гибридной комбинации (Orzan & Ionescu, 1989). В лабораторных условиях тестировали гибриды F_1 на устойчивость к высокой (45°C / 8 часов) и низкой температурам (6°C/24 часа) по признакам мужского гаметофита (прорастание- жизнеспособность пыльцы, длина пыльцевых трубок – контроль; жаростойкость пыльцы и устойчивость по длине пыльцевых трубок; холодостойкость пыльцы и устойчивость по длине трубок) на искусственно созданных стрессовых фонах (Маковей, 2018). Изучали 20 хозяйственно-ценных количественных признаков по каждой комбинации F_1 . Характер проявления и степень изменчивости признаков оценивали в рамках 5 групп:

- Первая группа – признаки, связанные с длиной вегетации и продолжительностью прохождения отдельных его фенофаз (число дней от всходов до начала цветения, от начала цветения до начала созревания плодов, от начала созревания до сбора плодов);
- Вторая группа включает признаки архитектоники растения (число междоузлий на главном стебле растения, длина междоузлий, количество соцветий на растении и число боковых побегов (пасынков);
- Третья группа – признаки плода (масса, число семенных камер, толщина перикарпия);

- Четвертая группа признаков связана с показателями компонентов продуктивности растения (общая урожайность, урожайность товарных плодов, завязываемость плодов);
- Пятая группа признаков, это устойчивость гибридов F_1 к высокой и низкой температурам по комплексу признаков мужского гаметофита.

Количественные показатели по исследуемым признакам получали с применением следующих методик: Фенологическое наблюдения и морфологическое описание характера проявления и степени выраженности мутантных маркерных признаков (Маковей, 2022); Биометрия основных параметров растений гибридов F_1 (UPOV, 2012); Оценка устойчивости к абиотическим факторам (Маковей, 2018); Учет продуктивности и качества плодов у гибридов F_1 (Orzan et al., 1989); О степени фенотипической изменчивости признаков судили по среднему (за 2020-2022 гг.) коэффициенту вариации (V), амплитуде его изменчивости и среднеквадратических отклонений при оценке растений гибридных популяций F_1 в разные годы исследований (Доспехов, 1985); В зависимости от величины коэффициента вариации признаки делятся на слабо варьирующие ($V < 10\%$), средне ($V = 10-20\%$) и сильно варьирующие ($V > 20\%$). Генетико-статистический анализ изученных количественных признаков позволяет определить степень генетической стабильности относительного каждого признака, индивидуально по каждой комбинации F_1 в зависимости от характеристик исходных родительских форм и условий выращивания растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Первая группа признаков – продолжительность вегетационного периода. Знание характера проявления этого признака связано, прежде всего, с задачей создания гибридов F_1 разных сроков созревания, и в первую очередь раннеспелых. В условиях Республики Молдова в связи с дефицитом энергоресурсов и дороговизной их использования, особенно актуальна задача создания гибридов томата, способных завязывать плоды при температурных режимах отличных от оптимальных для выращивания их в более ранние периоды в необогреваемых пленочных теплицах.

В изученной в 2020-2022 гг. группе из 10 гибридов F_1 выявлены достаточно выраженные различия, как в целом по длине вегетационного периода «всходы-созревание», так и по продолжительности прохождения отдельных его фенофаз. Наиболее раннеспелыми являются гибриды F_1 от комбинаций Л8 х Л28, Л28 х Л202, Л202 х Л111 и Л187 х Л828 с самым коротким периодом прохождения фенофаз «всходы-цветение» – 51 и 54 дня и «начало созревания-первый сбор плодов» – 11 и 12 дней соответственно (Таблица 1). Наиболее продолжительными эти фенофазы (61-63 дня и 19-23 дня соответственно) были у гибридов F_1 , полученных при скрещивании линий, где одна или обе родительские формы являются носителями мутантных маркерных генов *rin* (*ripening inhibitor*) и *nor* (*non-ripening*), отвечающих за плотность и длительность созревания плодов.

Стабильный характер проявления ($V = 4-10\%$) признака продолжительность фенофазы «всходы-цветение» отмечен практически по всем комбинациям гибридов F_1 (Таблица 1). Тогда как высокая ($V > 21\%$) и средняя степень изменчивости ($V = 11-20\%$) наблюдается по фенофазам «цветение-созревание и созревание-первый сбор плодов» как в зависимости от генотипических особенностей каждого из изученных гибридов F_1 , так и условий их выращивания (Таблица 1). У гибридов F_1 от комбинаций Л8 х Л28, Л28 х Л202, Л202 х Л111 и Л187 х Л828 выявлен самый низкий коэффициент вариабельности (от 4 до 11%), что указывает на генетическую

детерминированность признака «длина вегетации». Они характеризуются как ран- неспелые (95-104 дня). Остальные гибриды F_1 , показали высокую степень изменчивости изученных признаков (Таблица 1) и относятся к группе среднеспелых с более длинным периодом вегетации (от 111 до 118 дней). Из данных в таблице 1 видно, что степень фенотипической изменчивости периодов прохождения фенологических фаз у гибридов F_1 разная, и преимущественно определяется генотипическими особенностями их родительских форм. Показатели изученных признаков выше, в комбинациях F_1 , где родительские линии являются носителями большего числа мутантных маркерных генов со сложным их сочетанием (Таблица 1).

Таблица 1. Изменчивость периодов прохождения фенологических фаз у гибридов F_1 , влияющих на продолжительность вегетационного периода (средние за 2020 – 2022 гг.)

Комбинации гибридов F_1	От всходов до цветения, дни		От цветения до начала созревания плодов, дни		От начала созревания до 1-го сбора плодов, дни	
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$
Л8 × Л16	59 ± 0,8	6 ± 0,7	32 ± 1,4	5 ± 0,3	17 ± 0,6	20 ± 1,4
Л8 × Л28	56 ± 0,4	9 ± 1,2	35 ± 0,8	4 ± 0,7	13 ± 0,4	8 ± 0,3
Л28 × Л202	51 ± 0,6	4 ± 0,3	33 ± 1,1	6 ± 0,6	11 ± 0,7	5 ± 0,4
Л202 × Л111	55 ± 1,3	10 ± 0,6	33 ± 0,6	10 ± 0,4	16 ± 0,8	9 ± 1,2
Л111 × Л11069	62 ± 0,7	7 ± 0,7	33 ± 0,7	13 ± 0,7	23 ± 1,1	12 ± 0,8
Л187 × Л828	54 ± 0,8	5 ± 0,4	32 ± 1,3	10 ± 0,6	12 ± 0,5	11 ± 0,6
Л11069 × Л28	63 ± 1,1	9 ± 0,8	37 ± 0,4	21 ± 0,7	17 ± 0,6	23 ± 1,3
Л11069 × Л556	61 ± 0,9	13 ± 1,1	38 ± 1,2	23 ± 1,6	19 ± 0,3	20 ± 0,8
Л11069 × Л828	56 ± 1,3	7 ± 0,3	33 ± 0,6	21 ± 1,1	20 ± 0,6	18 ± 0,5
Stefani × Л11069	57 ± 1,7	11 ± 0,9	34 ± 1,1	24 ± 1,7	24 ± 1,4	22 ± 1,1
Средняя вариабельность признаков, %		9,1 ± 0,7		14,4 ± 0,8		15,6 ± 0,8

Вторая группа признаков. Эффективность практического использования гибридов F_1 томата в значительной степени зависит от габитуса и архитектоники растения, а также его репродуктивной системы. Составляющими, которых являются: тип роста растений, длина междоузлий, количество листьев и соцветий между ними и интенсивность формирования боковых побегов (пасынков). Как ранее было отмечено, наиболее востребованы в настоящее время гетерозисные гибриды томата, растения которых имеют короткие междоузлия, частое расположение соцветий на растении, со слабой пасынкообразующей способностью и плотными, однородными по форме и массе плодами. Для создания гибридов с таким сочетанием признаков, нами в селекционный процесс были вовлечены полумутантные линии, являющиеся носителями мутантных маркерных генов *ls* (*lateral suppresser*), *br* (*brachytic*), *rin* (*ripening inhibitor*), *nor* (*non-ripening*) и *alc* (*alcobaca*), контролирующих характер проявления обозначенных признаков.

Изучение и анализ гибридов F_1 показал, что они отличаются между собой по общему числу междоузлий на растении (Таблица 2). Меньше и короче междоузлия у гибридов F_1 с полудетерминантным типом роста растений (Л8 × Л16, Л111 ×

Л28, Л11069 × Л828 и Stefani × Л11069) и существенно выше показатель признака у остальных гибридов, которые имеют индетерминантный тип роста растений. Степень изменчивости признака варьирует от низкого ($V = 6,8-7,4\%$) до очень высокого ($V=21-26\%$) в зависимости от гибридной комбинации (Таблица 2).

Таблица 2. Изменчивость признаков, формирующих архитектуру гибридных растений от разных гибридных комбинаций (среднее за 2020 – 2022 гг.)

Комбинации гибридов F_1	Число междоузлий на главном стебле растения, штук		Длина междоузлий, см		Количество соцветий на растении, штук		Число боковых побегов (пасынков) на растении, штук	
	$X \pm m_x$	$V \pm m_v, \%$	$X \pm m_x$	$V \pm m_v, \%$	$X \pm m_x$	$V \pm m_v, \%$	$X \pm m_x$	$V \pm m_v, \%$
Л8 × Л16	22±1,2	26±1,6	13±0,3	14±0,4	7,6±0,6	11±0,7	5,3±0,4	23±0,4
Л8 × Л28	25±1,6	19±0,7	10±0,8	11±0,7	8,3±1,1	14±0,4	8,1±0,7	17±0,6
Л28 × Л 202	29±1,4	21±1,2	10±0,6	16±0,6	11±0,7	13±0,8	6,6±0,7	14±0,4
Л202 × Л111	26±0,8	13±0,8	11±0,7	10±0,8	9,6±1,0	9±0,3	5,0±0,4	16±0,6
Л111 × Л11069	20±1,3	17±0,4	8,5±0,6	13±0,6	7,8±0,6	16±0,6	2,4±0,3	8±0,4
Л187 × Л 828	30±2,1	14±1,1	12±0,8	11±0,7	9,5±0,4	12±0,8	9,3±1,2	21±0,8
Л11069 × Л28	26±1,2	6,8±0,3	8±0,6	8±0,4	9,0±0,5	9±0,7	3,5±0,2	5±0,4
Л11069 × Л556	28±1,4	7,4±0,6	8,6±0,7	7±0,6	8,8±1,1	8±0,6	4,2±0,7	7±0,6
Л11069 × Л828	24±0,8	10,3±1,3	9±0,9	9±0,7	7,8±0,4	11±0,7	3,9±0,4	6±0,3
Stefani × Л11069	21±1,6	21±0,8	8,5±0,7	16±0,6	7,4±0,7	13±0,6	4,8±0,3	15±0,7
Средняя вариабельность признаков, %		16,8±0,9		11±0,6		11±0,5		13±0,5

Стабильный характер проявления всех признаков второй группы в три разных года исследований выявлен у гибридов F_1 в комбинациях с линиями культурного типа 28, 556, 828 и полумутантной Л11069, где она используется в качестве материнского компонента (Таблица 2). Эти гибриды имеют короткие междоузлия, больше соцветий на растении, практически не формируют боковых побегов, в редких случаях 3-4 слаборазвитых пасынка на 24-28 узла, которые не требуют их удаления. В комбинациях же гибридов, где Л11069 используется в качестве отцовского компонента, наблюдается неоднозначный характер проявления признаков с разной и более высокой степенью их изменчивости как в пределах популяций каждой из них, так и между гибридами F_1 (Таблица 2).

В целом характер проявления признаков, влияющих на габитус и архитектуру растений и степень их изменчивости у гибридов F_1 с полумутантной линией 11069, которая является носителем генов *ls* и *br*, свидетельствует о сложном характере наследования этих генов и одновременно об эффективности их использования при правильном подборе родительских форм. Согласно существующим теориям (Куземинский, 2004; Kouano et al., 2005; Чесноков и др., 2020), гибриды F_1 с линией 11069, могут быть ценным исходным материалом, гарантирующем в будущем отбор искомым генотипов, родоначальников новых линий, сортов и гибридов с оригинальным сочетанием мутантных маркерных и хозяйственно ценных признаков для расширения индустриальных и технологических возможностей данной культуры.

Третья группа признаков. Масса плода – один из наиболее подверженных влиянию факторов внешней среды признак (Жученко, 1973). Изученные гибриды отличаются между собой по массе плода 70-130 г. Выращивание растений гибридов F_1 в три разных года показало, что генотипические особенности характерные для каждого из них сохраняются, но имеются сильно выраженные различия между гибридами F_1 относительно степени фенотипической изменчивости признака ($V=11-24\%$). Выделен только один гибрид F_1 (Л28 х Л202) со стабильным его проявлением ($V=9,0\%$). У остальных гибридов F_1 , средний коэффициент по годам исследований варьировал от 11 до 24% (Таблица 2). Как отмечают А. Жученко (1973) и Л. Гусева (1989), признак «масса плода» это конечный продукт различного действия и взаимодействия комплекса генов. Признак очень сложный, ещё и в силу того, что составляющие его компоненты – число семенных камер (локул) и толщина перикарпия контролируются различными группами генов. Подтверждением являются и полученные нами результаты, где отмечается высокая степень изменчивости этих признаков (Таблица 3). По числу семенных локул, изменчивость была разной от 10 до 27%. Выражены различия между гибридами F_1 и по толщине перикарпия ($V= 7,4 - 28,3\%$). Одновременно следует отметить, что выделены гибриды F_1 – Л8 х Л16, Л8 х Л28 и Л28 х Л202) с константным показателем среднего коэффициента вариации данного признака ($V=7,4-9,8\%$) (Таблица 3).

Таблица 3. Изменчивость показателей признаков плода
(среднее за 2020 – 2022 гг.)

Комбинации гибридов F_1	Масса плода, г		Число семенных камер (локул), штук		Толщина перикарпия, см	
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mV, \%$
Л8 × Л16	100 ± 1,3	11 ± 0,7	4,1 ± 0,2	11 ± 0,6	0,6 ± 0,01	9,4 ± 0,3
Л8 × Л28	110 ± 0,8	13 ± 0,6	3,5 ± 0,1	10 ± 0,7	0,6 ± 0,03	7,4 ± 0,3
Л28 × Л202	108 ± 1,1	9 ± 0,7	4,3 ± 0,2	16 ± 1,3	0,7 ± 0,02	8,7 ± 0,6
Л202 × Л111	130 ± 1,4	11 ± 0,6	4,6 ± 0,4	14 ± 0,9	0,9 ± 0,02	9,8 ± 0,5
Л111 × Л11069	100 ± 0,9	24 ± 1,3	3,3 ± 0,2	27 ± 0,7	0,6 ± 0,02	25 ± 0,4
Л187 × Л 828	120 ± 0,8	11 ± 0,8	4,2 ± 0,2	13 ± 0,9	0,4 ± 0,01	10,3 ± 0,6
Л11069 × Л28	90 ± 0,4	23 ± 1,3	3,1 ± 0,1	24 ± 0,7	0,3 ± 0,01	28,3 ± 1,1
Л11069 × Л556	70 ± 0,6	19 ± 1,1	2,7 ± 0,4	21 ± 1,6	0,2 ± 0,02	21,5 ± 1,4
Л11069 × Л828	80 ± 0,7	21 ± 1,4	2,4 ± 0,6	23 ± 1,4	0,2 ± 0,01	24 ± 1,2
Stefani × Л11069	115 ± 1,6	21 ± 1,7	4,4 ± 0,3	27 ± 1,1	0,5 ± 0,01	25,4 ± 1,1
Средняя вариабельность признаков, %		16,3 ± 1,0		18,9 ± 0,9		16,2 ± 0,7

Степень фенотипической изменчивости признаков плода также существенно выше в комбинациях с линией 11069. Вероятно, в геномах этих гибридов F_1 присутствует большее число мутантных генов, которые формируют аддитивный фактор, где каждый из генов усиливает фенотипические эффекты другого. Результат взаимодействия мутантных генов, носителем которых является Л11069 с генами или группами генов, влияющих на разные стадии развития признака «масса плода» оказался очень сложным, что привело к высокой степени изменчивости показателей всех признаков плода (Таблица 3).

Четвертая группа признаков характеризует продуктивность гибридов F_1 . Средние величины, отражающие общую урожайность одного растения в зависимости от комбинации гибрида F_1 , колеблются от 6,8 кг до 11,7 кг (Таблица 4). Различия достаточно выражены между гибридами F_1 и, относительно степени изменчивости признака «общая урожайность» при выращивании их растений в три разных года ($V=11,8-30,4\%$). Аналогично высокая изменчивость имела место и по признакам завязываемость плодов ($V=23,2-33,2\%$) и товарная урожайность ($V=15,3-21,7\%$) (Таблица 4). Здесь опять же, следует отметить, что степень изменчивости была очень высокой в комбинациях гибридов F_1 с линией 11069 ($V=21,6\%-30,4\%$). Вывод, сделанный по третьей группе признаков в комбинациях с линией 11069, справедлив и в данном случае.

Из изученных гибридов F_1 , высокая урожайность (9,3 – 11,7 кг/растение) с высоким качеством плодов зарегистрирована по комбинациям – Л8 х Л16, Л8 х Л28, Л28 х Л202 и Л187 х Л828 (Таблица 4). В популяциях этих гибридов больше однородных плодов с высокой товарностью. Можно предположить, что присутствие генов *rin* и *nor* в их геномах обеспечивает плодам большую плотность. Возможно, этому способствовала и меньшая степень пораженности их плодов грибными и бактериальными болезнями. Растения этих гибридов меньше реагировали на перепады температур «день-ночь» при выращивании их в ранний период в необогреваемых пленочных теплицах. Они более толерантны к выращиванию при высокотемпературных режимах в летний период, и менее подвержены вирусным инфекциям. Ниже, чем у остальных и степень изменчивости признаков плода у них (Таблица 3). Это позволяет нам рекомендовать их для выращивания в обычных грунтовых и высокотехнологичных теплицах в условиях Республики Молдова.

Таблица 4. Изменчивость признаков продуктивности у гибридов F_1
(среднее за 2020–2022 гг.)

Комбинации гибридов F_1	Общая урожайность, кг/растение		Завязываемость плодов, %		Товарная урожайность, кг/растение	
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mv, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mv, \%$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$V \pm mv, \%$
Л8 × Л16	9,3 ± 0,6	14,2 ± 1,2	88,7 ± 1,7	14,8 ± 0,6	8,7 ± 0,8	10,7 ± 1,3
Л8 × Л28	10,6 ± 0,8	18,7 ± 0,9	76,3 ± 2,3	16,4 ± 0,6	9,5 ± 1,0	12,4 ± 0,9
Л28 × Л202	11,7 ± 0,7	11,8 ± 2,1	87,4 ± 1,4	17,6 ± 1,1	10,6 ± 0,8	11,1 ± 0,8
Л202 × Л111	10,8 ± 0,7	16,7 ± 1,3	81,0 ± 2,0	19,4 ± 0,7	10,1 ± 0,7	18,6 ± 1,1
Л111 × Л11069	9,2 ± 0,4	27,3 ± 1,6	72,6 ± 2,1	27,3 ± 1,3	7,8 ± 0,7	16,7 ± 1,6
Л187 × Л 828	11,4 ± 0,6	12,4 ± 1,1	84,3 ± 1,9	15,1 ± 0,9	10,7 ± 0,6	11,8 ± 1,4
Л11069 × Л28	7,6 ± 0,6	21,6 ± 2,0	86,6 ± 1,6	33,2 ± 1,4	6,2 ± 0,7	21,7 ± 2,0
Л11069 × Л556	8,1 ± 0,9	23,2 ± 1,9	86,2 ± 1,6	24,1 ± 1,6	7,4 ± 0,4	18,4 ± 1,6
Л11069 × Л828	6,8 ± 0,4	30,4 ± 1,7	83,2 ± 2,2	26,7 ± 1,6	6,3 ± 0,7	21,2 ± 1,8
Stefani × Л11069	8,6 ± 0,7	25,8 ± 1,1	78,3 ± 2,1	23,2 ± 0,6	7,7 ± 0,6	15,3 ± 0,9
Средняя вариабельность признаков, %		21,2 ± 1,5		22,3 ± 1,4		17,9 ± 1,3

Пятая группа признаков свидетельствует об эффективности селекции гибридов F_1 на устойчивость к абиотическим факторам среды. Начальным этапом селекционной работы в этом направлении была оценка исходных родительских форм на устойчивость к высоко- и низкотемпературным стресс-факторам на искусствен-

но созданных стрессовых фонах. Выделенные линии, с разным уровнем и типами устойчивости в сочетании с рядом других хозяйственно-ценных признаков, в том числе маркерных, были вовлечены в скрещивания для получения гибридов F_1 . Оценка устойчивости гибридов F_1 томата проведена на одной из наиболее уязвимых этапов онтогенеза – стадия зрелого мужского гаметофита. Мужской гаметофит наиболее чувствителен влиянию и смене условий внешней среды, в отличие от женского (который покрыт толстыми слоями соматических тканей), что позволяет использовать его для оценки, идентификации и отбора генотипов с меньшей ответной реакцией на действие различных стрессогенных факторов.

Полученные результаты показали сложный характер проявления признаков мужского гаметофита в зависимости от характеристик родительских линий и маркерных признаков, носителями которых они являются, относительно обоих исследованных стресс-факторов.

Генотипоспецифическая реакция пыльцы гибридов F_1 выявила сильно выраженные различия между гибридами как по качеству пыльцы (морфологические особенности), так и реакции её на действие высокой и низкой температурами (Рисунок 1).

Обработка пыльцы гибридов F_1 температурой 45°C в течение 8 часов и последующее её проращивание в условиях *in vitro* на искусственной питательной среде, состоящей из 15% сахарозы и 0,006% борной кислоты, показала индивидуальную реакцию пыльцы каждого из изученных гибридов F_1 на высокотемпературное воздействие. Меньше реагировала на высокую температуру пыльца гибридов F_1 от комбинаций Л8 х Л16, Л8 х Л28, Л28 х Л202 и Stefani х Л11069 (Рисунок 1). Пыльцевые зерна этих гибридов были достаточно однородными по размерам и их целостности, быстро и активно прорастали в условиях *in vitro*, одновременно формируя и длинные пыльцевые трубки, что свидетельствует о высокой их устойчивости к данному стресс-фактору.

Аналогичная ответная реакция пыльцы данных гибридов F_1 была и на проращивание её при низкой положительной температуре 6°C в течение 24 часов (Рисунок 1).

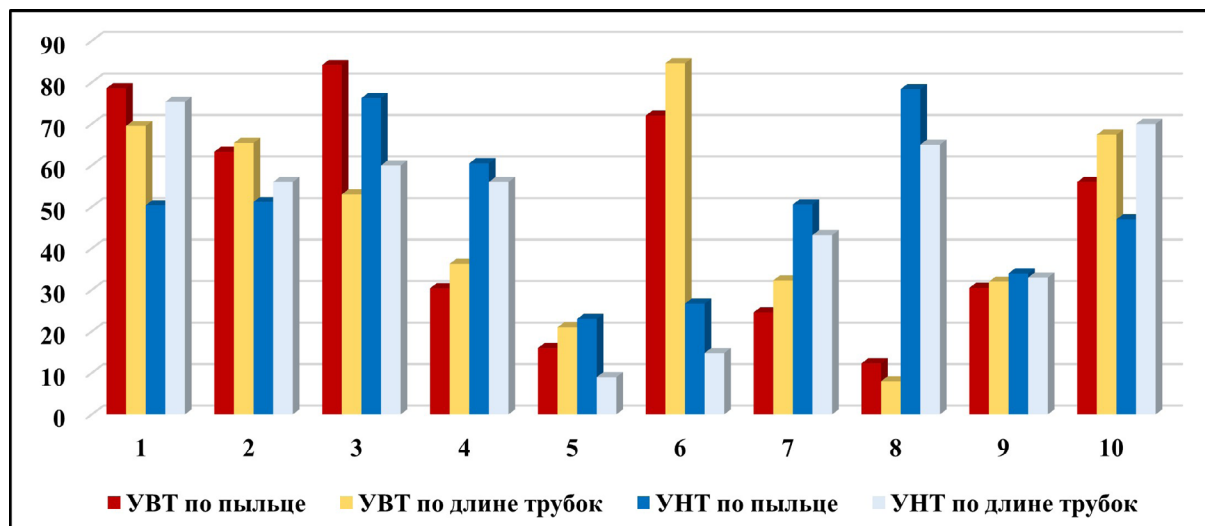


Рисунок 1. Устойчивость гибридов F_1 к высокой и низкой температурам по признакам мужского гаметофита – по прорастанию пыльцы и по длине пыльцевых трубок

Примечание: Гибриды F_1 – 1. Л8 х Л16, 2. Л8 х Л28, 3. Л28 х Л202, 4. Л202 х Л111, 5. Л111 х Л11069, 6. Л187 х Л828, 7. Л11069 х Л28, 8. Л11069 х Л556, 9. Л11069 х Л828, 10. STEFANI х Л11069.

Обозначения: УВТ – устойчивость к высокой температуре и УНТ – устойчивость к низкой температуре

Средний коэффициент вариабельности показателей признаков мужского гаметофита у этой группы гибридов по годам исследований (2020-2022) был невысоким, как по прорастанию свежесобранной пыльцы (контроль), так и в вариантах с использованием температурных стресс-факторов (Таблица 5). Это указывает на их высокий адаптивный потенциал к действию двух разных температурных стресс-факторов.

Одновременно выделены и другие комбинации гибридов F_1 – Л111 × Л11069 и Л11069 × Л828 пыльца, которых оказалась высокочувствительной к действию обоих исследованных температурных стресс-факторов (Рисунок 1). Изменчивость признаков (средняя по годам исследований) у них очень высокая, по пыльце $V=24,2-19,4\%$, а по длине пыльцевых трубок $V=32,7-27,1\%$ соответственно (Таблица 5).

Отмечены и гибриды F_1 с неоднозначной реакцией пыльцы на действие двух разных стрессовых факторов. Например, пыльца гибрида F_1 от комбинации Л187 × Л828, проявила высокую устойчивость к высокой температуре, но при этом оказалась очень чувствительной к действию низкотемпературного стресса (Рисунок 1). И, наоборот, пыльца гибрида F_1 от комбинации, Л11069 × Л556 быстро и хорошо проросла на фоне с низкой температурой (6°C) одновременно формируя и очень длинные пыльцевые трубки. В то время как обработка его пыльцы температурой 45°C в течение 8 часов привела к значительному снижению её прорастания, которая формировала и очень короткие трубки (Рисунок 1). Средний коэффициент вариации признаков на фоне низкой температуры был очень высоким и составил: устойчивость по пыльце $V=40,1\%$, устойчивость по длине пыльцевых трубок $V=32,6\%$ (Таблица 5).

Таблица 5. Изменчивость показателей признаков пыльцы под влиянием высокой и низкой температур у гибридов F_1 (среднее за 2020 – 2022 гг.)

Гибридные ком- бинации, F ₁	Контроль	Жаростойкость		Холодостойкость		
	Коэффициенты вариабельности признаков (V,%)					
	Жизнеспособность пыльцы	Длина пыльцевых трубок	Устойчи- вость по пыльце	Устойчи- ость по длине трубок	Устойчи- вость по пыльце	Устойчи- чивость по длине трубок
	V±mv, %	V±mv, %	V±mv, %	V±mv, %	V±mv, %	V±mv, %
Л8 × Л16	8,5±0,1	10,4±0,3	8,7±0,6	9,3±0,6	7,8±0,6	10,2±0,4
Л8 × Л28	9,4±0,5	10,2±0,4	10,3±0,3	6,4±0,4	8,3±0,7	9,6±0,6
Л28 × Л202	7,9±0,9	8,7±0,6	7,9±0,4	8,7±0,4	7,7±0,6	6,2±0,4
Л202 × Л111	4,1±0,1	6,0±0,2	8,8±0,6	10,2±0,4	3,2±0,2	8,9±0,6
Л111 × Л11069	17,8±0,6	22,6±1,2	24,2±0,6	32,7±0,3	19,4±0,4	27,1±0,3
Л187 × Л828	2,9±0,07	4,4±0,1	6,2±0,3	9,1±0,6	15,7±0,6	13,3±0,4
Л11069 × Л28	28,7±1,4	28,3±1,2	27,6±0,9	22,4±1,3	22,3±1,4	22,1±0,7
Л11069 × Л556	34,7±2,0	21,3±1,2	40,1±2,1	32,6±1,4	27,4±1,1	19,4±1,6
Л11069 × Л828	31,2±1,3	34,7±1,6	28,7±1,7	24,3±0,9	29,7±0,6	31,9±1,1
Stefani×Л11069	19,1±0,9	11,2±0,6	14,3±1,1	15,1±0,7	18,4±0,9	13,3±0,7
Средняя вари- абельность при- знаков, %	17,6 ± 0,9	17,3 ± 0,7	14,3 ± 0,9	17,0 ± 0,5	15,6 ± 0,7	16,7 ± 0,7

Наиболее сложный характер проявления признаков как у свежесобранной пыльцы (контроль), так и под воздействием высокой и низкой температур отмечается в комбинациях гибридов F_1 с полумутантной линией 11069. Степень изменчивости признаков очень высокая, как в пределах одной гибридной комбинации, так и между гибридами F_1 (Таблица 5). В популяциях пыльцы этих гибридов отмечается большое количество пыльцевых зерен с морфологическими нарушениями разной степени выраженности. Вероятно, это связано с доминантной передачей генов *ls* и *br* влияющих на морфологические отклонения в строении цветков или отдельных их элементов, носителем которых является линия 11069. Подтверждением является высокий коэффициент вариабельности по всем признакам мужского гаметофита, представленных в таблице 5. Результаты данных исследований могут служить предпосылкой для более эффективного подбора родительских пар, а также использования признаков мужского гаметофита в качестве объективного критерия для оценки и выявления гибридов томата F_1 с меньшей ответной реакцией на действие того или иного абиотического стресс-фактора.

ВЫВОДЫ

Выделены раннеспелые гибриды F_1 томата, полученные от комбинаций скрещивания Л8 х Л28, Л28 х Л202, Л202 х Л111 и Л187 х Л828 с оптимальным соотношением элементов морфологических структур растений, с высокой общей и товарной урожайностью, одновременно сочетающих устойчивость к высоко- и низкотемпературным стресс-факторам и стабильным проявлением этих признаков в три разных года исследований, которые могут быть рекомендованы для выращивания в необогреваемых грунтовых и высокотехнологичных теплицах в Республике Молдова.

Показано неоднозначное влияние мутантных маркерных генов *ls* и *br* на характер проявления и степень фенотипической изменчивости признаков: в одних случаях отмечено их положительное влияние на изменение структурных элементов растений (длина междоузлий, ограниченное формирование боковых побегов и частое размещение соцветий), но при этом они оказывают отрицательное влияние на характер проявления признаков репродуктивной системы (качество пыльцы и её функциональность, признаки плода и как следствие общая урожайность). Гибриды F_1 , где один или оба родительских компонента являются носителями мутантных генов *rip* и *por*, имеют более длинный период вегетации и характеризуются как среднеспелые, но с лучшей товарностью плодов.

Установлено, что степень фенотипической изменчивости всех изученных признаков была существенно выше в комбинациях гибридов F_1 с полумутантной линией 11069 со сложным сочетанием мутантных маркерных генов, что привело к присутствию в геномах этих гибридов F_1 большего числа мутантных генов, которые вероятно формируют аддитивный фактор, при котором каждый из генов усиливает фенотипические эффекты другого.

Комплексный подход к исследованиям позволил выявить максимальные и минимальные значения показателей количественных признаков у гибридов томата F_1 и средних коэффициентов их вариации в три разных года исследований (2020-2022), в том числе, с учетом особенностей родительских форм, использованных в гибридизации. Установлено, что степень фенотипической изменчивости показателей изученных признаков у гибридов F_1 преимущественно определяется генотипическими особенностями родительских компонентов и в меньшей условиями выращивания растений.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проводились в рамках Субпрограммы 011102 «Повышение и сохранение генетического разнообразия, селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата», финансируемой Министерством образования и науки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. KHOTYLEVA, L. V.; A. V. KILCHEVSKY & M. N. SHAPTURENKO (2016). Theoretical aspects of heterosis. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, № 20 (4), с. 482-492. ISSN 2500-0462.
2. KOYANO, Y.; C. CHUN & T. KOZAI (2005). Controlling the Lengths of Hypocotyl and Individual Internodes of Tomato Seedlings by Changing DIF with Time. *Shokubutsu Kankyo Kogaku*, vol. 17 (2), pp. 68-74. DOI 10.2525/shita.17.68.
3. KOROL, V. G. (2022). Growth of internodes and branching of a tomato plant. *Vegetable crops of Russia*, no 2, pp. 15-19. Disponibil: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-15-19>
4. MICU, V. (2015). Ameliorarea plantelor necesită ameliorare. *Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life Sciences*, No. 2 (326). pp. 111-118. ISSN 1857-064X. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/j_nr_file/Stiintele%20Vietii_nr%202_%202015.pdf
5. MUSTEAȚA, S.; P. BOROZAN; A. SPÎNU; V. SPÎNU și R. DONICI (2024). Identificarea modelelor heterotice cu performante agronomice la crearea hibridilor de porumb timpuriu. *Știința Agricolă*, nr. 1, pp. 7-15. Disponibil: <https://press.utm.md/index.php/as/article/view/2024-1-01/01-pdf>
6. ORZAN, V. & C. IONESCU (1989). *Metodica și tehnica experimentală pentru încercarea soiurilor de legume de câmp*. București, 268 p.
7. UPOV (2012). *Tomato: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability*. Geneva. 77 p.
8. АВДЕЕВ, Ю. И. (2004). *Теоретические и прикладные исследования по овощным культурам*. Астрахань, 489 с.
9. ГАНЕВА, Д. и Ж. ДАНАИЛОВ (2015). Успехи болгарской гетерозисной селекции томата. В: *Селекция и семеноводство овощных культур: сборник научных трудов*, вып. 46. Москва, с. 201-208. ISBN 978-5-901695-65-4.
10. ГУСЕВА, Л. И. (1989). *Методы селекции томата для интенсивных технологий*. Кишинев, 224 с. ISBN 5-376-00180-6.
11. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Колос, 351 с.
12. ЖУЧЕНКО, А. А. (1973). *Генетика томатов*. Кишинев: Штиинца, 664 с.
13. КРАВЧЕНКО, В. А. (1991). Гетерозис в селекции томата. В: *Использование гетерозиса у овощных и бахчевых культур: сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции*. Ленинград: ВИР, т. 145, с. 37-40. ISSN 0202-3628.
14. КУЗЕМИНСКИЙ, А. В. (2004). *Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата*. Харьков, 391 с. ISBN 966-8431-00-6.
15. МАКОВЕЙ, М. Д. (2018). *Селекция томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам с использованием гаметных технологий*. Кишинев, 473 с. ISBN 978-9975-56-565-3.
16. МАКОВЕЙ, М. Д. (2022). *Потенциал мутантных форм томата для селекционно-генетических исследований*. Кишинев, 208 p. ISBN 978-9975-165-22-8.
17. ЧЕСНОКОВ, Ю. В.; В. М. КОСОЛАПОВ и И. В. САВЧЕНКО (2020). Морфологические генетические маркеры у растений. *Генетика*, т. 56, № 12, с. 1366-1377. ISSN 0016-6758.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 14.02.2025; Accepted 26.04.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.11
UDC: 633.854.78:632.952



EFICACITATEA BIOLOGICĂ COMPARATIVĂ A UNOR PRODUSE DE UZ FITOSANITAR STROBILURINICE ȘI TRIAZOLO-STROBILURINICE PENTRU COMBATEREA UNOR MICOZE ÎN CULTURILE DE FLOAREA-SOARELUI

Sergiu BĂDĂRĂU, ORCID: 0009-0009-5542-4373,

Alexei BIVOL*, ORCID: 0009-0003-5709-7173

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Alexei BIVOL – e-mail: alexei.bivol@spp.utm.md

Abstract. The paper presents the results of state testing in the Republic of Moldova of new strobilurin-based phytosanitary products (Arkheon, SC, Netrix 500 SC, and FUN 3 SC) and triazole-strobilurin-based products (Binazol 300 SC, AGFun-10, SC, and FUN 5 SC) against fungi such as *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma mcdonaldii*, *Phomopsis helianthi*, and *Alternaria helianthi*, which cause key diseases for sunflower – white rot, phoma, phomopsis, and alternaria. The products subjected to state trials showed sufficiently high biological efficacy to be approved and included as fungicides in the integrated sunflower protection system and in the *State Register of Phytosanitary Products and Fertilizers*, approved for use in the Republic of Moldova.

Keywords: *Helianthus annuus*; Pathogenic fungi; Fungal diseases; Fungicides; Triazoles; Strobilurin; Efficiency.

Rezumat. În lucrare se prezintă rezultatele privind testarea de stat în Republica Moldova a unor noi produse de uz fitosanitar strobilurinic (Arkheon, SC, Netrix 500 SC și FUN 3 SC) și triazolo-strobilurinic (Binazol 300 SC, AGFun-10, SC și FUN 5 SC), împotriva ciupercilor *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma mcdonaldii*, *Phomopsis helianthi* și *Alternaria helianthi*, care provoacă bolile cheie ale florii-soarelui: putregaiul alb, fomoza, fomopsisul și alternarioza. Preparatele supuse încercărilor de stat au arătat o eficiență biologică destul de înaltă, pentru a fi omologate și incluse în calitate de fungicide în sistemul de protecție integrată a florii-soarelui și în *Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților*, permise pentru utilizare în Republica Moldova.

Cuvinte-cheie: *Helianthus annuus*; Fungi patogeni; Boli fungice; Fungicide; Triazol; Strobilurină; Eficiență.

INTRODUCERE

În Republica Moldova, cultura florii-soarelui este afectată de un spectru larg de boli periculoase, care, în interacțiune cu condițiile de mediu, pot declanșa anual epifitotii, compromițând total sau parțial recolta biologică și agricolă. Pe plantele de floarea-soarelui se pot instala boli cu o componentă etiologică specifică acestei culturi, ceea ce impune necesitatea studierii agenților patogeni în funcție de severitatea infecțiilor și pierderile produse, cele mai importante fiind micozele și antofitozele.

Este importantă analiza componentei etiologice a bolilor și agenților patogeni semnați la floarea-soarelui în corelație cu condițiile agroecologice ale Republicii Moldova. Efectul distructiv al acestor boli este amplificat în cazurile în care nu se respectă rotația culturilor în asolament. În acest context, cultivarea florii-soarelui nu poate fi concepută fără aplicarea unor măsuri speciale de prevenire și combatere a bolilor.

Culturile de floarea-soarelui acoperă complet solul cu un strat vegetal de 10–25 cm în luna mai, ajungând la o înălțime de peste 1,5–1,75 m înainte de maturare, ceea ce determină formarea unei microclime interne caracterizate prin umiditate relativă mai ridicată, temperaturi mai moderate și luminozitate redusă față de mediul exterior, ca urmare a densității și a frunzișului abundent. Condițiile menționate favorizează dezvoltarea unui complex de microorganisme fitopatogene, cu impact negativ asupra recoltei de semințe.

Pentru a obține recolte stabile și ridicate, este esențială cunoașterea componentei etiologice a microflorei parazite, care la floarea-soarelui cuprinde diverse specii micotice, și mai rar, agenți procariote sau virotici. Problemele fitosanitare în culturile de floarea-soarelui sunt generate de patogeni precum: *Sclerotinia sclerotiorum* (putregaiul alb), *Botrytis cinerea* (putregaiul cenușiu), *Sclerotium bataticola* (putregaiul cărbunos), *Phomopsis helianthi* (fomopsisul), *Phoma helianthi* (fomoza), *Alternaria helianthi* (alternarioza) ș. a.

Rezistența genetică a hibrizilor de floarea-soarelui reprezintă o metodă economică de prevenire a atacului de mană (*Plasmopara helianthi*), rugină (*Puccinia helianthi*) și lupoaie (*Orobanche cumana*) (Bădărău & Gaibu, 2014).

Creșterea producției de semințe la floarea-soarelui este posibilă doar prin aplicarea tehnologiilor intensive, care implică cultivarea hibrizilor cu potențial ridicat de producție și rezistență sporită la organisme dăunătoare, precum și prin perfecționarea sistemelor de protecție integrată a plantelor, capabile să asigure recolte stabile și înalte. Combaterea integrată a bolilor în culturile de floarea-soarelui presupune utilizarea tuturor mijloacelor de prevenire a infecțiilor patogene, începând cu rotația culturilor, utilizarea semințelor sănătoase, aplicarea corespunzătoare a lucrărilor solului, respectarea epocii și adâncimii de semănat, densității optime a plantelor, combaterea buruienilor și aplicarea tratamentelor fitosanitare în perioada de vegetație.

Reușita combaterii chimice a bolilor florii-soarelui reclamă determinarea corectă a termenelor de efectuare a tratamentelor, utilizarea fungicidelor cu eficacitate înaltă, lărgirea sortimentului de preparate chimice omologate. În acest context, testarea eficienței biologice a unor noi produse de uz fitosanitar cu acțiune fungică împotriva putregaiului alb, alternariozei, fomozei și fomopsisului florii-soarelui a constituit scopul și obiectivul de bază al cercetărilor noastre.

Putregaiul alb al florii-soarelui se manifestă de la începutul vegetației și până la recoltare. În faza de plantule, la baza tulpinii se observă pete umede, galbene-brunii, care ocupă tulpina de jur împrejur. Țesuturile atacate se înmoaie, se brunifică și putrezesc, cauzând căderea și pieirea plantulelor. Simptome similare se observă și la plantele tinere, în faza de 6–8 frunze (Irani et al., 2011).

Pătarea brună afectează tulpinile, frunzele, pețiolurile și, mai rar, calatidiile. Pe organele atacate apar pete brune cu margini difuze. În treimea inferioară a tulpinilor, în jurul punctelor de inserție a pețiolurilor, se formează pete mari (până la 2 cm lungime și 3 cm lățime), de culoare brun-castanie, care treptat înconjoară complet tulpina. Țesuturile din dreptul petelor se degradează și putrezesc, ducând la frângerea tulpinii. Pe suprafața acestora apar numeroase puncte brune – picnidiile ciupercii. Spre deosebire de pătarea neagră a tulpinii, cauzată de *Phoma macdonaldi*, petele au o nuanță brun-deschisă, lipsită de luciu metalic și margini difuze. Pe frunze apar pete brune,

inițial la extremitățile uneia dintre cele trei nervuri principale, extinzându-se apoi în formă de triunghi spre pețiol. Pe partea inferioară a calatidiilor apar pete mari, brune, care pătrund treptat până la achene. În calatidiile infectate, conținutul de ulei al achenelor este redus, iar în caz de atac sever, achenele devin brune și se usucă.

Alternarioza florii-soarelui se manifestă prin pete mici, de formă neregulată, sub formă de puncte maro-închis, cu centru cenușiu, localizate pe frunze, tulpină și calatidiu. Pe tulpini, ciuperca formează pete alungite și înguste, care se unesc și, în stadii avansate, determină ruperea tulpinii și distrugerea completă a plantei (Popescu, 2005).

Simptomele patografice ale fomopsisului se manifestă în a doua jumătate a perioadei de vegetație, afectând toate organele aeriene, în special tulpina. În zona de inserție a pețiolurilor, mai ales la baza tulpinii, apar pete mari, de culoare brun-închis, care provoacă uscarea frunzelor și curbarea lor paralelă cu tulpina. Petele prezintă luciu metalic și sunt clar delimitate de zonele verzi, ceea ce le diferențiază de cele provocate de *Phomopsis helianthi*, ale căror margini sunt difuze. În fazele incipiente, atacul se limitează la epidermă, însă în condiții favorabile, infecția pătrunde în interiorul tulpinii, distrugând măduva și țesuturile mecanice (Пересыпкин, 1989).

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile au fost realizate în cadrul unor contracte tehnico-științifice încheiate între S.S. „Centrul de Stat pentru Atestarea și Omologarea Produselor de Uz Fitosanitar și a Fertilizanților” și Universitatea Tehnică a Moldovei. Acestea au avut ca obiectiv testarea de stat a unor produse de uz fitosanitar de tip strobilurinic și triazolo-strobilurinic, utilizate ca fungicide în cultura florii-soarelui, pentru combaterea ciupercilor *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma mcdonaldii*, *Alternaria helianthi* și *Phomopsis helianthi*. Testările au fost efectuate în cadrul SRL „Vatra-Răzășească”, raionul Ialoveni, în perioada de vegetație a anului 2024.

Strobilurinele sunt produse de sinteză din grupa inhibitorilor Quinone outside (QoI), care acționează prin inhibarea respirației mitocondriale și perturbarea producerii de energie necesare ciclului metabolic al ciupercilor. Triazolii, la rândul lor, acționează prin inhibarea biosintezei ergosterolului în membranele celulare, blocând astfel formarea fructificațiilor asexuate la ciupercile superioare (Gheorghies & Cristea, 2001).

Pe baza celor menționate, s-a impus rezolvarea următoarelor obiective:

- studierea dinamicii de dezvoltare a putregaiului alb, alternariozei, fomozei și fomopsisului la floarea-soarelui, prin realizarea de sondaje fitopatologice și determinarea frecvenței și intensității atacului;
- analiza comparativă a frecvenței și intensității atacului în funcție de variantele de experiență, cu determinarea eficacității biologice a unor produse strobilurinice (Arkheon SC, Netrix 500 SC, FUN 3 SC) și triazolo-strobilurinice (Binazol 300 SC, AGFun-10 SC și FUN 5 SC) asupra agenților patogeni menționați, în comparație cu martorul netratat și varianta etalon;
- prelucrarea statistică a datelor obținute și formularea unor propuneri privind omologarea produselor testate ca fungicide pentru floarea-soarelui, în vederea includerii acestora în „Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, permise pentru utilizare în Republica Moldova” (2016).

Testările de stat ale preparatelor Arkheon SC, Netrix 500 SC, FUN 3 SC, FUN 5 SC, Binazol 300 SC și AGFun-10 SC au fost realizate pe hibridul de floarea-soarelui SUPER-SOL. Înainte de semănat, sămânța a fost tratată cu produsul Royal FLO 42 SL în doză de 4,0 l/t, în scopul combaterii infecțiilor micotice. Experiența a fost instalată la data de 15.05.2024, utilizând metoda dreptunghiului latin (Figura 1).



Figura 1. Lotul experimental pentru testarea de stat a unor noi produse de uz fitosanitar împotriva bolilor florii-soarelui. SRL „Vatra-Răzășeasca”, raionul Ialoveni, anul 2024.

Fiecare variantă experimentală a inclus câte patru repetiții. Dimensiunile parcelelor pentru fiecare repetiție au fost de 25 x 2 m (50 m²). Parcelele experimentale au fost separate între ele prin cărări, pentru a preveni suprapunerile soluției de lucru între variante. Numerele variantelor și ale repetițiilor au fost marcate pe planșe instalate în fața fiecărei parcele.

Tratamentele fitosanitare au fost aplicate cu ajutorul unei stropitori portabile, în orele de dimineață, în condiții de absență a vântului. În total, au fost efectuate trei tratamente, la următoarele date: 15.05.2024, 02.06.2024 și 25.06.2024.

Observațiile fenologice și sondajele de evidență au fost realizate periodic, conform cerințelor specificate în „Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova” (Lazari, 2002).

Eficacitatea biologică a tratamentelor cu produsele supuse testării de stat, utilizate ca fungicide în cultura florii-soarelui, a fost calculată conform formulei:

$$E. b. \% = \frac{I. m. - I. e.}{I. m.} \times 100, \text{ în care:}$$

E. b. – eficacitatea biologică a tratamentelor;

I. m. – intensitatea dezvoltării bolii în varinta martor netratat;

I. e. – intensitatea dezvoltării bolii în variantele experimentale.

Prelucrarea statistică a rezultatelor experimentale obținute în urma investigațiilor efectuate a fost realizată conform metodologiei descrise de Доспехов, Б.А. (1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În funcție de caracteristicile imunologice ale hibrizilor cultivați, culturile de floarea-soarelui pot fi afectate de un număr semnificativ de specii de microorganisme fitopatogene, cu impact economic considerabil prin prisma pierderilor de recoltă pe care le generează. Printre acestea se numără speciile de fungi *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botryotinia fuckeliana*, *Phomopsis helianthi*, *Phoma mcdonaldii* și *Alternaria helianthi*.

Dezvoltarea acestor boli este strâns corelată cu factorii climatici, iar în anul 2024 condițiile meteorologice au fost favorabile atât pentru planta-gazdă, cât și pentru speciile-cheie de agenți patogeni care o parazitează.

În protecția florii-soarelui este foarte important diagnosticul bolilor, identificarea corectă a agenților patogeni și cunoașterea caracterelor biologice ale acestora, inclusiv modul de nutriție, pentru ca în funcție de ele să se aplice măsuri specifice de control și combatere integrată.

Este bine cunoscut faptul că agenții patogeni principali ai florii-soarelui (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Botryotinia fuckeliana*, *Phomopsis helianthi*, *Phoma mcdonaldii* și *Alternaria helianthi*) sunt saprofite facultative, care atacă cu precădere plantele slăbite, mai ales din cauza nerespectării prevederilor tehnologiei de cultivare a florii-soarelui. În contextual celor menționate, starea fitosanitară a semănăturilor de *Helianthus annuus* depinde de respectarea cerințelor agrotehnice, care presupun obținerea unor plante mai viguroase, cu un grad de rezistență mai ridicată la agenți patogeni paraziți facultativi. Tratamentele chimice în vegetație sunt indicate în culturile de floarea-soarelui doar în cazuri critice, când apare pericolul dezvoltării epifitotice a bolilor cu posibile urmări grave și pierderi considerabile de recoltă.

În zona centrală a Republicii Moldova, în perioada desfășurării cercetărilor prevăzute prin contractele tehnico-științifice, pe parcursul vegetației din anul 2024, condițiile climatice au favorizat atât dezvoltarea armonioasă a culturilor de floarea-soarelui, cât și apariția și evoluția bolilor infecțioase majore precum: putregaiul alb (*Sclerotinia sclerotiorum*), fomoza (*Phoma mcdonaldii*), fomopsisul (*Phomopsis helianthi*) și alternarioza (*Alternaria helianthi*).

În situația creată, pentru obținerea unor producții sporite, a fost necesară utilizarea fungicidelor, chiar dacă au fost respectate metodele alternative de protecție (rotația culturilor, cultivarea hibridelor relativi rezistenți, pregătirea corespunzătoare a solului, fertilizarea echilibrată și întreținerea culturilor de floarea-soarelui conform cerințelor tehnologiei). Tratamentele efectuate pe sectorul experimental sunt prezentate în figura 2.



Figura 2. Efectuarea tratamentelor cu fungicidele noi testate în combaterea bolilor florii-soarelui SRL „Vatra-Răzășeasca”, raionul Ialoveni, anul 2024

Rezultatele experimentale privind determinarea eficienței biologice a unor noi produse strobilurino-triazolice în combaterea ciupercii *Sclerotinia sclerotiorum* la floarea-soarelui sunt prezentate în tabelul 1.

Analiza datelor experimentale obținute în cadrul testărilor de stat efectuate în anul 2024 relevă faptul că produsele testate, atât cele formulate pe baza unei singure substanțe active, cât și cele cu doi ingrediente activi, au demonstrat un nivel de eficiență biologică în combaterea ciupercii *Sclerotinia sclerotiorum* care susține recomandarea acestora pentru omologare și includerea în *Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților*.

Tabelul 1. Eficiența biologică a unor produse de uz fitosanitar strobilurino-triazolice în combaterea putregaiului alb al florii-soarelui, SRL „Vatra-Răzășeasca”, raionul Ialoveni, anul 2024

Denumirea produsului /ingredientul activ	Variantele experienței	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficiența biologică, %
Produse strobilurinice				
Arkheon, SC (piraclostrobin, 250 g/l)	Martor netratat	14,0	9,8	0,0
	St. RETENGO – 0,75 l/ha	3,0	0,80	91,8
	Arkheon, SC – 0,5 l/ha	4,4	1,25	87,2
	Arkheon, SC – 0,6 l/ha	3,4	0,95	90,3
	DL 0,95			2,66
Netrix 500 SC (trifloxistrobin, 500 g/l)	Martor netratat	14,0	9,8	0,0
	St. Nativo Pro 325 SC – 0,6 l/ha	3,2	0,95	90,3
	Netrix 500 SC – 0,15 l/ha	5,8	1,35	86,2
	Netrix 500 SC – 0,20 l/ha	3,5	1,05	89,3
	DL 0,95			3,14
Produse triazolo-strobilurinice				
Binazol 300 SC (tebuconazol, 200 g/l + trifloxistrobin, 100 g/l)	Martor netratat	14,0	9,8	0,0
	St. Custodia 320 SC – 1,0 l/ha	2,9	0,85	91,3
	Binazol 300 SC – 0,75 l/ha	4,0	1,45	85,2
	Binazol 300 SC – 1,0 l/ha	3,3	0,95	90,3
	DL 0,95			3,37
AGFun-10, SC (protioconazol, 175 g/l + trifloxistrobin, 150 g/l)	Martor netratat	14,0	9,80	0,0
	St. NOVA PRO – 0,8 l/ha	3,4	0,75	92,3
	AGFun-10, SC – 0,7 l/ha	4,5	1,35	86,2
	AGFun-10, SC – 0,8 l/ha	3,5	1,05	89,3
	AGFun-10, SC – 1,0 l/ha	2,9	0,70	92,9
	DL 0,95			2,28

Astfel, dintre produsele pe bază de piraclostrobin, preparatul Arkheon, SC a fost la nivelul standardului (RETENGO – 0,75 l/ha) în doza de 0,6 l/ha și sub nivelul variantei standard în doza de 0,5 l/ha. Eficiența biologică a produsului pe bază de trifloxistrobin Netrix 500 SC a fost sub nivelul standardului în doza de 0,15 l/ha și la nivelul variantei standard în doza de 0,2 l/ha. Dintre produsele pe bază de protioconazol + trifloxistrobin, preparatul

AGFun-10, SC a arătat o eficiență biologică sub nivelul variantei standard (NOVA PRO – 0,8 l/ha) în doza de 0,7 l/ha, fiind la nivelul standardului în dozele de 0,8 l/ha și 1,0 l/ha.

Cea mai înaltă eficiență biologică a fost înregistrată în cazul produsului AGFun-10 SC, care conține combinația a două substanțe active: un triazol (protioconazol) și o strobilurină (trifloxistrobin). Rezultatele obținute în cadrul experimentelor de câmp indică faptul că eficiența biologică a tratamentelor cu produsele supuse testărilor de stat a fost suficientă pentru a susține recomandarea acestora în vederea omologării și includerii în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, permise pentru utilizare în Republica Moldova.

În condiții de câmp este dificil de diferențiat semnele patografice cauzate de speciile *Phomopsis helianthi* și *Phoma mcdonaldii*. În acest context, în tabelul 2 se prezintă aspectul sumar al frecvenței și intensității atacului cauzat de ciupercile *Phomopsis helianthi* și *Phoma mcdonaldii*.

Tabelul 2. Eficiența biologică a unor produse de uz fitosanitar strobilurino-triazolice în combaterea fomopsisului și fomozei florii-soarelui, SRL „Vatra-Răzășeasca”, raionul Ialoveni, anul 2024

Denumirea produsului /ingredientul activ	Variantele experienței	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficiența biologică, %
Produse strobilurinice				
Arkheon, SC (piraclostrobin, 250 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. RETENGO – 0,75 l/ha	3,8	1,15	90,8
	Arkheon, SC – 0,5 l/ha	5,6	1,65	86,8
	Arkheon, SC – 0,6 l/ha	4,2	1,25	90,0
	DL 0,95			3,21
Netrix 500 SC (trifloxistrobin, 500 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. Nativo Pro 325 SC – 0,6 l/ha	3,6	1,05	91,6
	Netrix 500 SC – 0,15 l/ha	4,6	1,60	87,2
	Netrix 500 SC – 0,20 l/ha	3,2	1,00	92,0
	DL 0,95			2,59
FUN 3 SC (azoxistrobin, 500 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. Astarta One 250 SC – 1,0 l/ha	3,5	1,20	90,4
	FUN 3 SC – 0,4 l/ha	4,9	1,65	86,8
	FUN 3 SC – 0,5 l/ha	3,7	1,05	91,6
	DL 0,95			3,12
Produse triazolo-strobilurinice				
Binazol 300 SC (tebuconazol, 200 g/l + trifloxistrobin, 100 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. Custodia 320 SC – 1,0 l/ha	2,8	0,85	93,2
	Binazol 300 SC – 0,75 l/ha	4,1	1,50	88,0
	Binazol 300 SC – 1,0 l/ha	3,1	0,90	92,8
	DL 0,95			2,51

AGFun-10, SC (protiiconazol, 175 g/l + trifloxistrobin, 150 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. NOVA PRO – 0,8 l/ha	3,1	0,90	92,8
	AGFun-10, SC – 0,7 l/ha	4,9	1,65	86,8
	AGFun-10, SC – 0,8 l/ha	4,0	1,40	88,8
	AGFun-10, SC – 1,0 l/ha	3,2	0,85	93,2
	DL 0,95			3,75
FUN 5 SC (tebuconazol, 230 g/l + piraclostrobin, 115 g/l)	Martor netratat	24,9	12,5	0,0
	St. Misteria, ME – 1,25 l/ha	3,2	1,00	92,0
	FUN 5 SC – 0,6 l/ha	5,4	1,45	88,4
	FUN 5 SC – 0,8 l/ha	3,6	1,15	90,8
	DL 0,95			2,64

Analiza rezultatelor experimentale obținute arată că produsele testate în anul 2024, atât cele cu o singură substanță activă, cât și cele formulate cu doi ingrediente activi, au demonstrat o eficiență biologică în combaterea agenților patogeni *Phomopsis helianthi* și *Phoma mcdonaldii*, care justifică recomandarea acestora pentru omologare și includerea în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților.

Astfel, dintre produsele pe bază de piraclostrobin, preparatul Arkheon, SC a fost la nivelul standardului (RETENGO – 0,75 l/ha) în doza de 0,6 l/ha și sub nivelul variantei standard în doza de 0,5 l/ha. Eficiența biologică a produsului pe bază de trifloxistrobin Netrix 500 SC a fost sub nivelul standardului în doza de 0,15 l/ha și la nivelul variantei standard în doza de 0,2 l/ha.

Preparatul pe bază de azoxistrobin, FUN 3 SC, a demonstrat o eficiență biologică sub nivelul variantei standard în doza inițială, atingând eficiența comparabilă cu standardul în doza a doua. În ceea ce privește combaterea ciupercilor *Phoma mcdonaldii* și *Phomopsis helianthi*, dintre produsele pe bază de combinație între protioconazol și trifloxistrobin, preparatul AGFun-10 SC a prezentat o eficiență biologică mai scăzută decât varianta standard (NOVA PRO – 0,8 l/ha) la doza de 0,7 l/ha, însă a egalat eficiența acesteia în dozele de 0,8 l/ha și 1,0 l/ha.

CONCLUZII

În concluzie, preparatele supuse testărilor de stat pentru omologare în Republica Moldova, având în compoziția chimică substanțe strobilurine sau fiind triazolo-strobilurine, au demonstrat o eficiență biologică suficient de ridicată pentru a fi incluse în sistemele integrate de protecție a florii-soarelui împotriva ciupercilor parazite facultative *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma mcdonaldii* și *Phomopsis helianthi*, responsabile de apariția bolilor-cheie: putregaiul alb, fomoza și fomopsisul. Această eficiență se explică prin mecanismele specifice de acțiune ale acestor produse asupra ciupercilor superioare, cum sunt inhibarea biosintezei ergosterolului în membranele celulare, blocarea sporogenezei asexuate și perturbarea producerii energiei necesare metabolismului fungic.

În contextul celor menționate și în baza rezultatelor experimentale obținute în cadrul procedurii testărilor de stat, se propune Comisiei Interdepartamentale omologarea produselor strobilurine (FUN 3, SC, Netrix 500 SC și Arkheon, SC) și triazolo-strobilurine (Binazol 300 SC, AGFun-10, SC și FUN 5 SC) în calitate de fungicide pentru floarea-soarelui, împotriva putregaiului alb, fomozei și fomopsisului, precum și includerea

acestora în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, permise pentru utilizare în Republica Moldova, în următoarele doze recomandate: FUN 3 SC – 0,5 l/ha, Arkheon, SC – 0,6 l/ha, Netrix 500 SC – 0,2 l/ha, AGFun-10, SC (0,8–1,0 l/ha), FUN 5 SC – 0,8 l/ha, Binazol 300 SC – 1,0 l/ha, 2–3 tratamente într-o perioadă de vegetație.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BĂDĂRĂU, S. și Z. GAIBU (2014). *Bolile plantelor cultivate în Republica Moldova*. Partea 1: Micoze. Chișinău, 365 p. ISBN 978-9975-64-258-3.
2. GHEORGHIȘ, C. și S. CRISTEA (2001). *Fitopatologie*. Vol. 1. București: Editura Ceres. 272 p. ISBN 973-40-0493-X.
3. IRANI, H.; A. HEYDARI; M. JAVAN-NIKKHAH & A. Ș. ÎBRAHIMOV (2011). Pathogenicity variation and mycelial compatibility groups in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Plant Protection*, vol. 51 (4), pp. 329-336. ISSN 1427-4345. Disponibil: <https://www.plantprotection.pl/pdf-91632-25954?filename=-Pathogenicity%20variation.pdf>
4. LAZARI, Ion (red.). *Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova*. Chișinău: F.E.P. Tipo-Centrală, 2002. 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
5. POPESCU, Gh. (2005). *Tratat de patologia plantelor*. Vol. 2: Agricultură. Timișoara: Editura Eurobit, 2005. 341 p. ISBN 973-620-169-4.
6. *Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, permise pentru utilizare în Republica Moldova*. Chișinău, 2016. 424 p. ISBN 978-9975-56-306-2.
7. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта*. 5 изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 351 с.
8. ПЕРЕСЫПКИН, В. Ф. (1989). *Сельскохозяйственная фитопатология*. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 480 с.

Conflict of Interests

The authors declare that they have no conflict of interest.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 30.03.2025; Accepted 21.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.12
UDC: 66.047.31.5:663.26



ANALIZA CÂMPULUI DE TEMPERATURĂ LA DESHIDRATAREA FRUCTELOR CU APLICAREA MICROUNDDELOR

Victor POPESCU*, ORCID: 0000-0002-4634-2255,
Mihail BALAN, ORCID: 0000-0002-7788-345X,
Igor BEȘLEAGA, ORCID: 0000-0003-2982-6271,
Igor GÎDEI, ORCID: 0000-0001-6188-942X,
Ion VIȘANU, ORCID: 0009-0009-4475-0077,
Igor KURDOV, ORCID: 0000-0002-0731-5967

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Victor Popescu - e-mail: victor.popescu@ie.utm.md

Abstract. This paper presents a fruit dehydration plant with the application of microwaves, developed by the team of researchers from the Technical University of Moldova. The main purpose of the research was to analyze the distribution of the temperature field in the processing chamber and to argue the constructive-technological parameters of the dehydration plant. The dehydration method proposed by the authors consists of heating the product under the action of the electromagnetic field generated by the magnetron. The general objective pursued by the researchers was to determine the necessary number of microwave reflectors to obtain the most uniform heating of the product in the working chamber. The main results obtained are determination of the positioning of the treatment source and uniformization of the distribution of the temperature field, to increase the efficiency of the technological process, increasing the dehydration speed, reducing electricity consumption and increasing the quality of finished products.

Keywords: *Fruit dehydration; Microwaves treatment; Temperature field; Constructive-technological parameters.*

Rezumat. În această lucrare este prezentată o instalație de deshidratare a fructelor cu aplicarea microundelor, elaborată de către echipa de cercetători de la Universitatea Tehnică a Moldovei. Scopul principal al cercetărilor a fost analiză distribuției câmpului de temperatură în camera de procesare și argumentarea parametrilor constructivi-tehnologici ai instalației de deshidratare. Metoda de deshidratare propusă de autori constă în încălzirea produsului sub acțiunea câmpului electromagnetic generat de către magnetron. Obiectivul general urmărit de cercetători a fost de a determina numărul necesar al reflectoarelor de microunde pentru a obține o încălzire cât mai uniformă a produsului aflat în camera de lucru. Rezultatele principale obținute sunt determinarea poziționării sursei de tratare și uniformizarea distribuției câmpului de temperatură, pentru sporirea eficienței procesului tehnologic, cu creșterea vitezei deshidratării, reducerea consumului de energie electrică și creșterea calității produselor finite.

Cuvinte-cheie: *Deshidratarea fructelor; Tratare cu microunde; Câmp de temperatură; Parametri constructivi-tehnologici.*

INTRODUCERE

Fructele deshidratate sunt apreciate datorită proprietăților terapeutice valoroase și conținutului bogat în vitamine, precum vitamina C, A, B3, B5, E, dar și conținutul bogat de substanțe minerale – Fe, Mg, P, Cu, Zn, I, Ka, Se, fitonutrienți, antioxidanți și carotenoizi (Panzella et al., 2020; Horabik & Molenda, 2016; Oliveira et al., 2016; Figiel, 2010; Paiva et al., 2020; Popescu, 2013; Pagotto & Halog, 2016; Popescu et al., 2013; Askarishahi et al., 2020).

Beneficiind de un puternic efect antioxidant, aceste fructe sunt utilizate și în cosmetologie, contribuind la menținerea sănătății pielii, regenerarea țesuturilor cutanate, reducerea stresului și anxietății, prevenirea cancerului prin conținutul de seleniu, calmarea stomacului, reducerea oxidării colesterolului, având, totodată, efect diuretic, ușor laxativ și afrodiziac (Tîrșu et al., 2022; Esposito et al., 2020; Ponecky et al., 2019; Popescu & Malai, 2019; Kaensup et al., 1998; Jittanit et al., 2010). De asemenea, conținutul ridicat de fibre contribuie la stimularea sistemului imunitar, normalizarea tranzitului intestinal, activarea sucurilor gastrice și oferă beneficii în cazul gastritei (Popescu, 2016; Popescu, 2019; Paiva et al., 2020; Popescu, 2013).

Cu toate acestea, în Republica Moldova, fructele nu sunt valorificate la adevărata lor capacitate, deși dispun de un potențial considerabil, în special pentru industria alimentară. Problema valorificării acestora este una de actualitate și importanță majoră, întrucât în ultimii ani cantități semnificative de fructe, mai ales din sudul țării, rămân neculese sau sunt lăsate să se altereze din cauza imposibilității de valorificare. Cauza principală constă în lipsa unor tehnologii eficiente de procesare. Totodată, ineficiența metodelor existente determină agricultorii să renunțe la livezi în favoarea altor culturi (Kaensup et al., 1998; Jittanit et al., 2010; Popescu et al., 2013; Roberts et al., 2008; Ranjbaran et al., 2014).

Deși există mai multe tehnologii de procesare, acestea prezintă o serie de dezavantaje, cum ar fi consumul ridicat de energie electrică și calitatea nesatisfăcătoare a produsului final (Popescu & Malai, 2019; Kaensup et al., 1998; Jittanit et al., 2010; Popescu et al., 2013). Din acest motiv, se impune implementarea unor soluții tehnologice noi, care să răspundă acestor provocări și ar soluționa problemele menționate.

Aplicarea microundelor în procesul de deshidratare a fructelor reprezintă o soluție viabilă, însă sunt necesare cercetări suplimentare pentru justificarea parametrilor constructiv-tehnologici ai instalațiilor ce utilizează această tehnologie.

Pornind de la aceste considerente, lucrarea de față prezintă o instalație de deshidratare a fructelor cu aplicarea SHF, elaborată de echipa de cercetători a Universității Tehnice a Moldovei. În cadrul studiului, a fost analizată distribuția câmpului de temperatură în camera de procesare, iar parametrii constructivi și tehnologici ai instalației au fost justificați din perspectiva aplicării metodei de tratare cu microunde. Metoda de deshidratare propusă presupune încălzirea produsului prin acțiunea câmpului electromagnetic generat de magnetron.

Obiectivul principal urmărit de autori a fost determinarea numărului optim de reflectoare pentru microunde, astfel încât să se obțină o încălzire uniformă a produsului în camera de lucru. Rezultatele obținute au vizat poziționarea optimă a sursei de tratare și uniformizarea câmpului termic. Astfel, a fost propusă o nouă metodă de uscare a produselor vegetale, precum fructele, și au fost stabiliți parametrii constructiv-tehnologici de bază ai instalației de procesare.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost realizate pe baza unei instalații de uscare, care aplică microundele ca agent de tratare. Metoda de deshidratare utilizată constă în încălzirea produsului sub acțiunea câmpului electromagnetic generat de un magnetron. Obiectivul principal al studiului a fost determinarea numărului optim de reflectoare de microunde, în vederea obținerii unei încălziri uniforme a produsului aflat în camera de lucru.

În desfășurarea cercetărilor au fost utilizate metode mecanice, fizico-chimice, electronice, precum și metode de simulare.

Pentru măsurarea pierderilor în greutate, precum și pentru înregistrarea temperaturii și umidității din camera de uscare, au fost utilizați senzori DALLAS 8820, cu o eroare de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ pentru temperatură și $\pm 0,5\%$ pentru umiditate. Masa produsului a fost determinată cu ajutorul unui cântar electronic de înaltă precizie, model G&G JJ2000B, cu o eroare de $\pm 0,01$ g. Parametrii mediului de lucru au fost monitorizați utilizând un set de instrumente Testo.

Pentru determinarea conținutului de umiditate s-a folosit metoda de determinare a substanțelor uscate solubile cu ajutorul refractometrului. De asemenea, au fost aplicate metoda de determinare a fermității cu penetrometrul, metoda gravimetrică pentru determinarea umidității, metoda de măsurare a acidității active (pH), metoda de determinare a conținutului de polifenoli prin principiul Folin-Ciocalteu, și metoda DPPH pentru evaluarea activității antioxidante. Pentru simularea curgerii fluidului în procesul de uscare, s-au utilizat programele SolidWorks și Ansys. Datele experimentale au fost procesate cu ajutorul programelor Excel, Statgraphics și Matlab.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Inițial, s-a determinat corelația dintre câmpul de temperaturi și durata tratării. Astfel, studiul variației câmpului de temperaturi în funcție de timpul de tratare a fost realizat după cum urmează: produsul a fost introdus în camera de uscare, fiind identificate 16 puncte de măsurare a temperaturii, conform figurii 1.

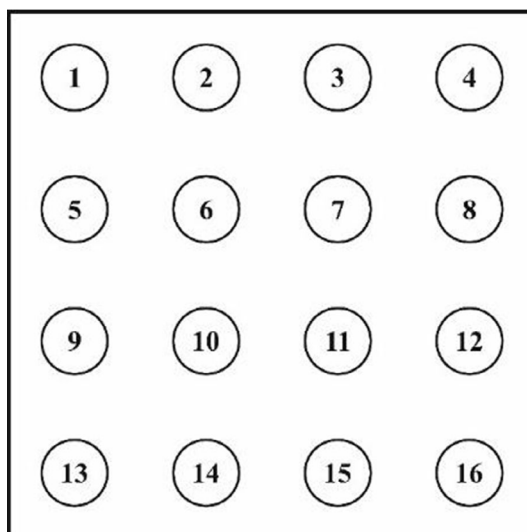


Figura 1. Reprezentarea zonelor de măsurare din interiorul camerei de uscare

Pentru efectuarea măsurărilor a fost utilizat un termometru cu infraroșu, care permite măsurarea temperaturii de la distanță. După conectarea generatorului de microunde și a ventilatorului, la fiecare 2 minute s-au înregistrat valorile temperaturii cu

ajutorul termometrului IR în fiecare dintre cele 16 puncte. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 1, iar distribuția câmpului de temperatură, precum și corelația dintre durata tratării termice și temperatură pentru fiecare punct sunt ilustrate în figurile 2 și 3.

Tabelul 1. Rezultatele măsurărilor efectuate

Zona de măsurare	Durata, minute											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	Temperatura, °C											
1	19	25,9	30,7	36,7	39,6	43,2	46,3	46,9	47,6	51	50,3	50,8
2	19	33,4	41,8	47,3	52,4	55,9	60,5	62,5	61	65,2	65	63,3
3	19	38,9	49,7	55,7	60	64,1	65,4	64,7	66,6	68	69,4	64,4
4	19	26,3	36,2	41,5	45,8	51	52,5	53,7	53,9	56,8	55,5	55,3
5	19	31,1	35,6	43	45,7	55,9	50,6	51,8	53,2	53,3	52,8	52,8
6	19	36,6	51,7	56,7	60,3	63,4	66,3	67,6	67,5	69,5	68,2	66,6
7	19	25,3	30,9	37,9	41,9	45,4	47,4	50,6	51,9	52,8	53,5	53,1
8	19	29,8	34,7	41,7	45,9	49,7	51	51,3	53,6	55	55,4	53,7
9	19	33,2	42,7	47,3	54,2	57,9	60	60,6	60,4	62	60,5	59,6
10	19	39,7	52,1	58,1	66,3	71,1	72,7	74,2	75	76,9	73,5	70,8
11	19	27,4	33,4	39,1	43,4	46,9	50,8	51,8	53,7	54,3	54,8	53,2
12	19	25,3	30,7	35,1	38,4	41,6	44,2	45,9	46,7	47,9	50,2	50,4
13	19	27,3	31,1	35,3	41,9	41,6	45,6	47,6	46,5	47,3	46,6	48,5
14	19	25,2	29,6	33,9	38,9	42	44,4	46,9	47,4	51	46,1	49,9
15	19	23	25,6	30,1	32,8	35,5	38,8	40,3	42,1	43,6	45,1	46,1
16	19	23,4	28	31,4	34,3	37,5	40,3	42,5	42,9	44,4	44,8	45,4

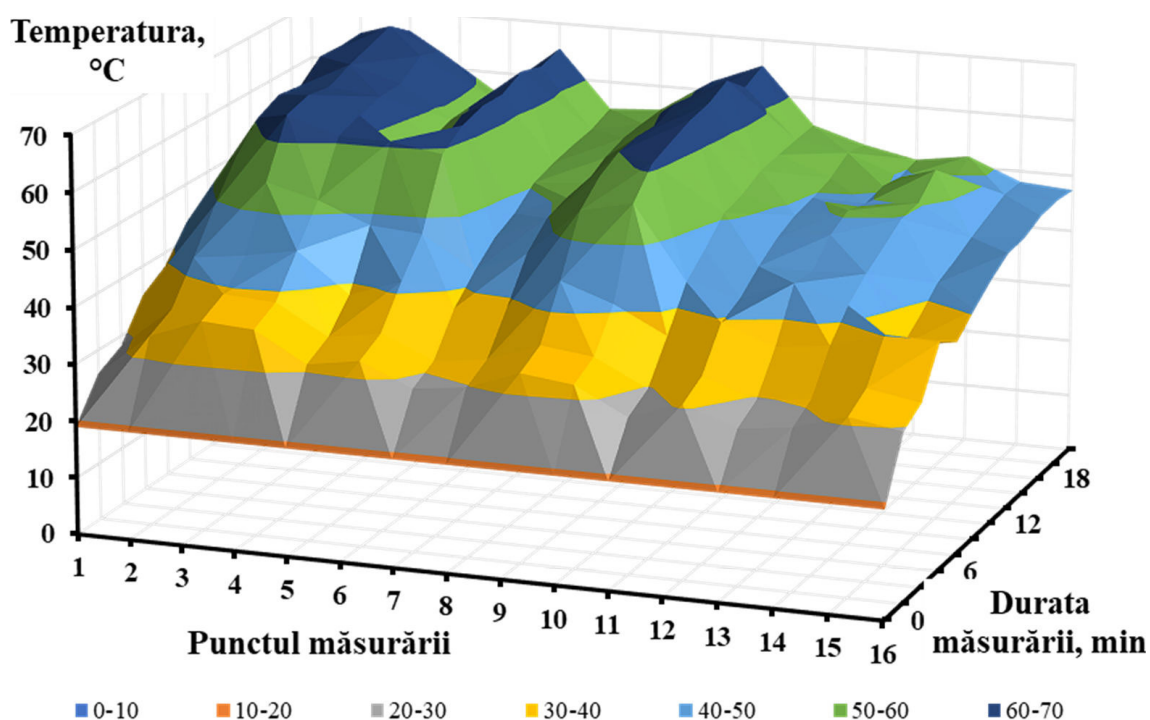


Figura 2. Corelația dintre durata tratării termice și temperatură

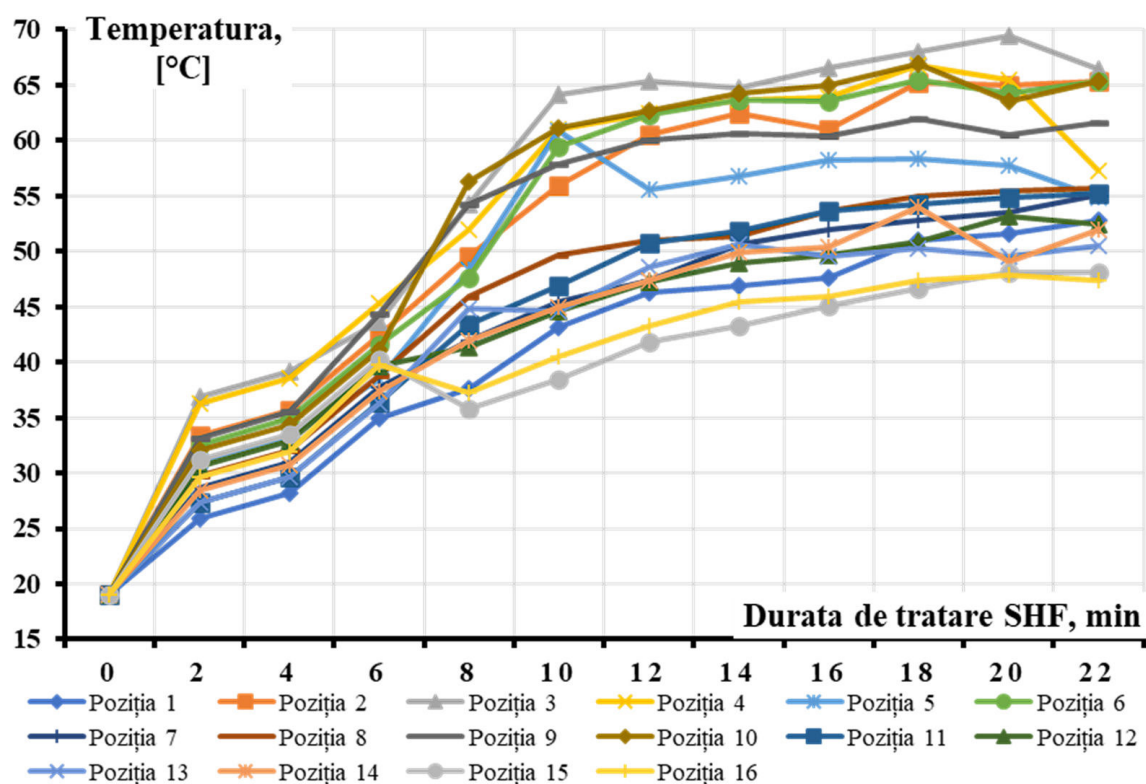


Figura 3. Corelația dintre durata tratării termice și temperatură pentru fiecare punct

Rezultatele obținute indică faptul că, în cele 16 puncte analizate din camera de procesare, temperatura variază semnificativ, ceea ce confirmă necesitatea utilizării reflectoarelor. Pentru a studia variația câmpului de temperaturi în funcție de construcția reflectoarelor, au fost realizate serii de experimente cu reflectoare având construcții diferite.

Astfel, în etapa următoare a fost analizată distribuția temperaturii în camera de procesare în condițiile utilizării unui singur reflector. Măsurările au fost efectuate în același mod ca și în experimentul anterior, pentru toate cele 16 puncte din camera de procesare, la intervale de câte 2 minute. Temperaturile au fost înregistrate cu ajutorul termometrului în toate cele 16 puncte. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 2, iar corelația dintre durata tratării termice și temperatură, în cazul utilizării unui reflector, este ilustrată în figura 4.

Tabelul 2. Rezultatele utilizării unui reflector

Zona de măsurare	Durata, minute											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	Temperatura, °C											
1	19	24,2	29,5	34,9	37,2	38,6	39,2	41,4	44,9	43,8	50,3	49,1
2	19	24,4	27,5	31,9	32,6	40,1	36,9	40	50,3	43,3	47,5	51,5
3	19	24,5	31,7	44,1	47,2	58,6	57,2	59,1	62,7	62,4	65,2	67,2
4	19	24,5	28,4	32,1	37,2	47,3	45,4	48,8	53,3	52,2	52,6	55,8
5	19	24	28,4	34	36	44,7	38,8	42,9	46	42,9	52,1	46,5
6	19	24,3	37,4	51,2	48,6	53,2	48,5	55,5	57,5	54,7	65,8	63,5
7	19	24,5	38,4	49	51,7	62,4	59,2	64,6	70,1	65,8	73	75
8	19	24,5	37,6	46	48,8	58,4	52,1	53,9	59,1	53,1	57	59,8
9	19	24,3	29,1	38	41,6	50,3	46,6	51,4	51,7	49,7	56,9	55,8

10	19	24	35,2	47,8	48,7	58,3	55,4	58,2	60,5	62,2	68,8	71,4
11	19	24,7	29,4	41,1	44	54,8	51,2	53,5	54,7	54,7	56,8	60,4
12	19	24,7	31,4	40,7	41,5	49,9	43,6	48,2	49,1	47,7	51,9	52,6
13	19	24,3	48,6	56,2	50,5	51,6	56,3	54,8	53,9	67,6	74,2	83,1
14	19	24,3	29,4	59,2	69,3	57,4	59	63,7	57,6	75,3	84,8	84,5
15	19	24,7	28	36,8	35,8	50,2	47,2	44,4	39,2	51	51	53
16	19	25	33,9	40,6	39,4	41,8	36	32,7	35,6	45	37,3	41,2

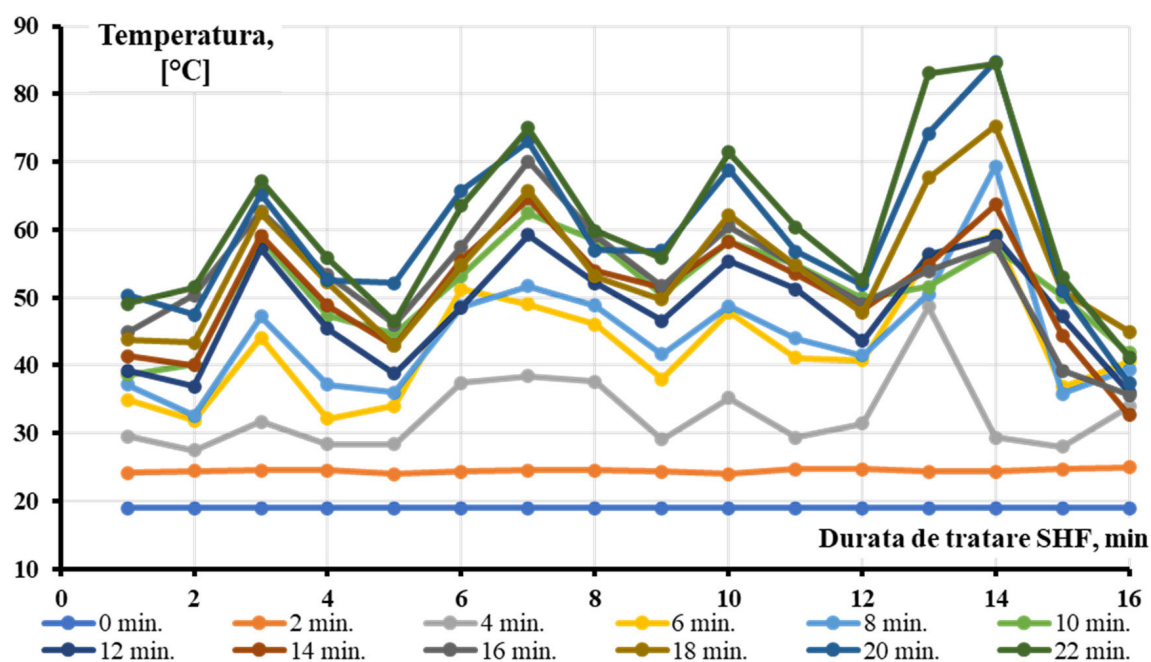


Figura 4. Corelația dintre durata tratării termice și temperatură la utilizarea unui reflector

În continuare, s-a analizat distribuția temperaturii în punctele examinate din camera de procesare, în condițiile utilizării a două reflectoare. Măsurările au fost realizate, ca și în cazurile anterioare, la intervale de câte 2 minute, cu ajutorul termometrului cu infraroșu, pentru toate cele 16 puncte. Rezultatele obținute în urma măsurărilor sunt prezentate în tabelul 3, iar corelația dintre durata tratării termice și temperatură, în cazul aplicării celor două reflectoare, este ilustrată în figura 5.

Tabelul 3. Rezultatele utilizării celor două reflectoare

Zona de măsurare	Durata, minute											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	Temperatura, °C											
1	19	25,9	30,7	36,7	39,6	43,2	46,3	46,9	47,6	51	50,3	50,8
2	19	33,4	41,8	47,3	52,4	55,9	60,5	62,5	61	65,2	65	63,3
3	19	38,9	49,7	55,7	60	64,1	65,4	64,7	66,6	68	69,4	64,4
4	19	27,6	36,2	41,5	45,8	51	52,5	53,7	53,9	56,8	55,5	55,3
5	19	31,1	35,6	43	45,7	55,9	50,6	51,8	53,2	53,3	52,8	52,8
6	19	36,6	48,6	52,4	56	59,1	62	63,3	63,2	65,2	63,9	62,3
7	19	25,3	30,9	37,9	41,9	45,4	47,4	50,6	51,9	52,8	53,5	53,1

8	19	29,8	34,7	41,7	45,9	49,7	51	51,3	53,6	55	55,4	53,7
9	19	33,2	42,7	47,3	54,2	57,9	60	60,6	60,4	62	60,5	59,6
10	19	35,6	45,1	51,1	59,3	64,1	63,7	65,2	66	67,9	64,5	61,8
11	19	27,4	33,4	39,1	43,4	46,9	50,8	51,8	53,7	54,3	54,8	53,2
12	19	27,3	32,7	37,1	40,4	43,6	46,2	47,9	48,7	49,9	52,2	49,9
13	19	29,3	33,1	37,3	43,9	43,6	47,6	49,6	48,5	49,3	48,6	49,5
14	19	27,2	31,6	35,9	40,9	44	46,4	48,9	49,4	53	48,1	51,9
15	19	25	27,6	32,1	34,8	37,5	40,8	42,3	44,1	45,6	47,1	45,3
16	19	25,4	30	33,4	36,3	39,5	42,3	44,5	44,9	46,4	46,8	46,4

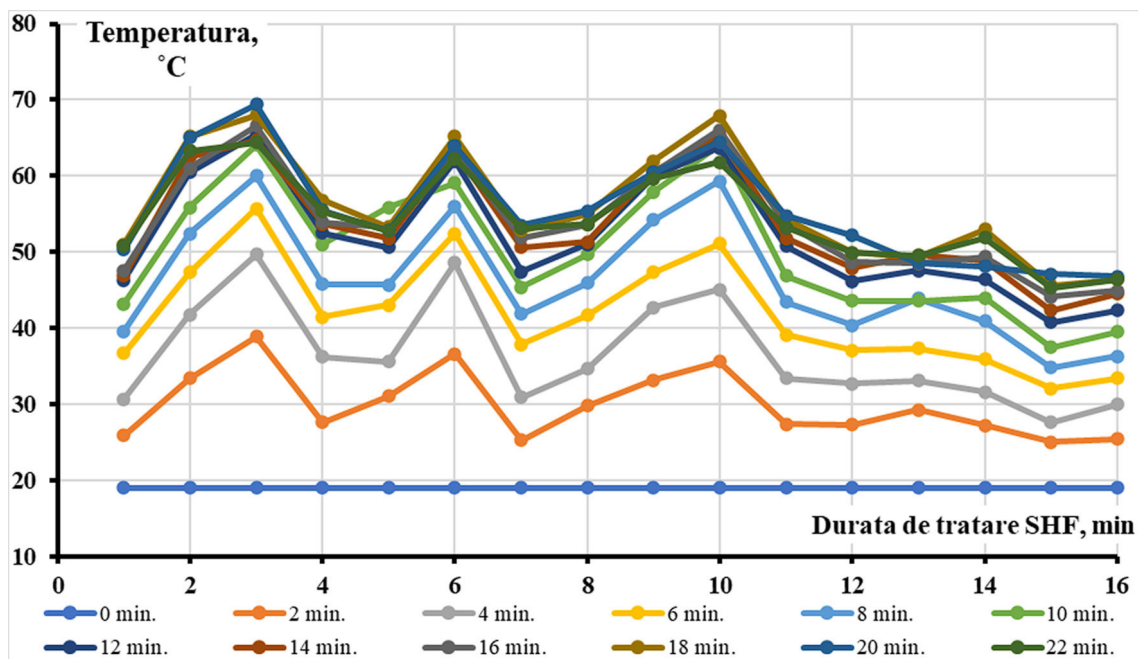


Figura 5. Corelația dintre durata tratării termice și temperatură la utilizarea a două reflectoare

În etapa următoare, s-a analizat distribuția temperaturii în camera de procesare în condițiile aplicării a trei reflectoare. Măsurările au fost efectuate, ca și în etapele anterioare, la fiecare 2 minute, utilizând termometrul cu infraroșu, în toate cele 16 puncte. Rezultatele măsurărilor sunt prezentate în tabelul 4, iar corelația dintre durata tratamentului termic și temperatură, în cazul aplicării celor trei reflectoare, este ilustrată în figura 6.

Tabelul 4. Rezultatele utilizării a trei reflectoare

Zona de măsurare	Durata, min											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	Temperatura, °C											
1	19	24,7	29,6	34,8	35,8	36,5	37	37,1	37,8	38,4	39,2	39,5
2	19	32,5	40,4	46,5	46,6	46,9	47,7	50,6	50,2	53,5	54,7	55,9
3	19	38,1	47,6	53,7	54,2	54,8	55,8	57,2	58,1	59,6	59	58,8
4	19	31,4	38,1	44,3	44,9	45,7	47,2	49,8	50,6	52,2	51,4	51,8
5	19	23,3	28,6	34,2	34,6	35,8	36,3	36,8	37,4	38	38,4	39
6	19	31,2	28,6	43,2	44,3	44,4	45,7	47,3	47,3	47,8	47,4	50,2

7	19	32,2	38,9	45,8	46,8	47,1	47,9	51,8	51,9	52	52,8	54,4
8	19	24,6	29,5	34,8	36,1	37,5	38,7	39,4	38,7	39,4	40	40,7
9	19	24,4	29,7	33,9	34,1	34,9	35,3	35,6	36,1	36,7	36,9	37,7
10	19	25	30,2	35,9	36,9	36,3	37	37,9	38,2	39	39,6	40,5
11	19	23,5	28,9	34,3	34,8	35,8	36,1	36,4	37,2	37,5	38,2	38,6
12	19	25	29,9	34,8	34,8	35,4	36,1	36,6	37,1	38	38	38,4
13	19	22,4	26,8	32	32,1	32,9	33	33,5	33,9	33,6	34,2	34,7
14	19	23,5	28,2	34	33,5	34,6	35	35,3	35,2	34,5	35,8	36
15	19	23,1	27,5	32,3	33	33,6	34,2	34,5	34,8	34,7	34,7	36,4
16	19	22,8	27,2	32,2	32,3	33,5	33,5	34,2	33,3	33,6	33,6	35,2

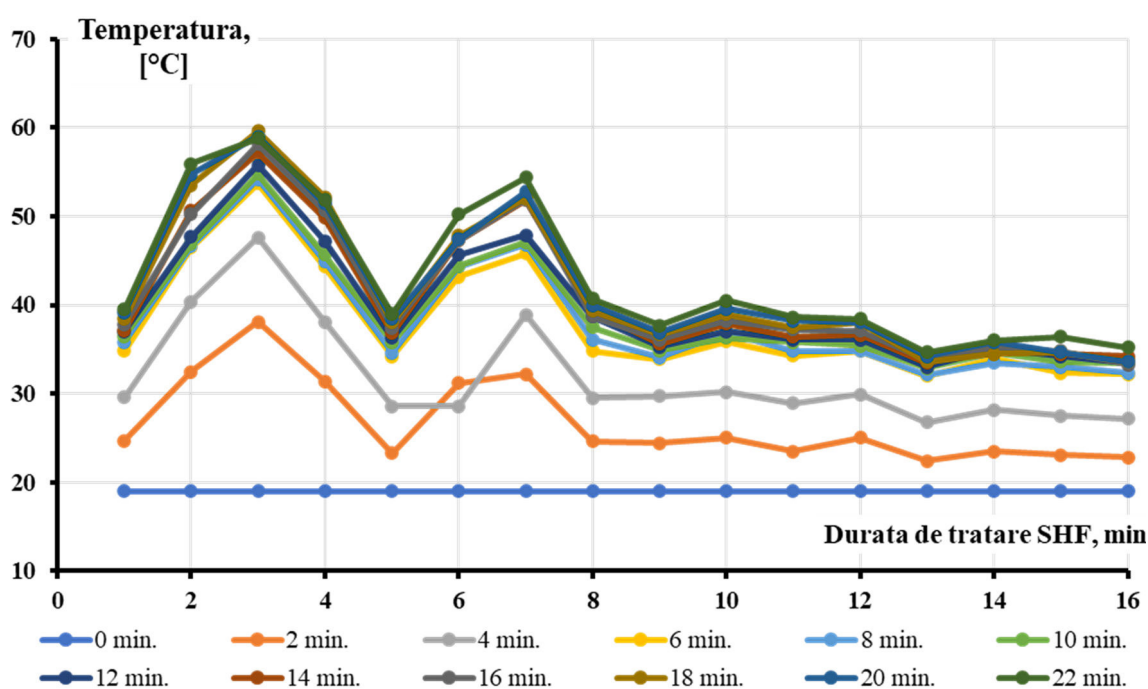


Figura 6. Corelația dintre durata tratării termice și temperatură la utilizarea a trei reflectoare

Reieșind din seriile de experimente realizate, au fost determinate valorile temperaturii pentru fiecare punct din camera de procesare. În urma acestor experiențe, s-a constatat că aplicarea reflectoarelor contribuie la o repartizare mai uniformă a câmpului de temperaturi, comparativ cu situația în care acestea lipsesc.

Totodată, analizând procesul în funcție de numărul de reflectoare utilizate, s-a observat că cea mai mare uniformitate a distribuției câmpului de temperatură a fost obținută în cazul aplicării a două reflectoare.

Rezultatele obținute în baza experimentelor realizate au permis determinarea numărului de reflectoare necesare, ceea ce permite sporirea eficienței procesului tehnologic cu creșterea uniformității temperaturii în camera de procesare și a calității fructelor procesate.

CONCLUZII

Rezultatele obținute în baza experimentelor realizate au permis determinarea valorilor temperaturii în fiecare punct din camera de tratare a fructelor cu microunde.

Totodată, cercetările au oferit posibilitatea de a stabili numărul necesar de reflectoare și poziționarea optimă a sursei de tratare pentru încălzirea uniformă, ceea ce permite sporirea eficienței procesului tehnologic cu creșterea vitezei de deshidratare, reducerea timpului de procesare și a consumului de energie electrică, creșterea uniformității deshidratării și a calității fructelor procesate.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ASKARISHAHI, M.; M. MAUS; D. SCHRÖDER; D. SLADE; M. MARTINETZ et al. (2020). Mechanistic modelling of fluid bed granulation. *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 573, pp. 8837-8845. DOI 10.1016/j.ijpharm.2019.118837.
2. ESPOSITO, B.; M. SESSA; D. SICA & O. MALANDRINO (2020). Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review. *Sustainability*, vol. 12, nr. 18, pp. 95-107. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/su12187401>
3. FIGIEL, A. (2010). Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, vol. 98(4), pp. 461-470. ISSN 0260-8774.
4. HORABIK, J. & M. MOLENDRA (2016). Parameters and contact models for DEM simulations of agricultural granular materials: A review. *Biosystems Engineering*, vol. 147, pp. 206-225. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.02.017>
5. JITTANIT, W.; G. SRZEDNICKI & R. DRISCOLL (2010). Seed Drying in Fluidized and Spouted Bed Dryers. *Drying Technology*, vol. 28 (10), pp. 1213-1219. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.483048>
6. KAENSUP, W.; S. WONGWISES & S. CHUTIMA (1998). Drying of pepper seeds using a combined microwave/fluidized bed dryer. *Drying Technology*, vol. 16 (3-5), pp. 853-862. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/07373939808917440>
7. OLIVEIRA, S.; T. BRANDÃO & C. SILVA (2016). Influence of drying processes and pretreatments on nutritional and bioactive characteristics of dried vegetables: a review. *Food Engineering Reviews*, vol. 8 (2), pp. 134-163. DOI 10.1007/s12393-015-9124-0.
8. PAGOTTO, M. & A. HALOG (2016). Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential. *Journal of Industrial Ecology*, vol. 20, nr. 5, pp. 1176-1186. DOI 10.1111/jiec.12373.
9. PAIVA, T.; M. RIBEIRO & P. P. COUTINHO (2020). R&D Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation in R&D. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 6, nr. 4, pp. 416-424. Disponibil: <http://doi.org/10.3390/joitmc6040116>
10. PANZELLA, L.; F. MOCCIA; R. NASTI; S. MARZORATI; L. VEROTTA et al. (2020). Bioactive Phenolic Compounds From Agri-Food Wastes: An Update on Green and Sustainable Extraction Methodologies. *Frontiers in Nutrition*, vol. 7, pp. 60-68. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00060>
11. POPESCU, V. (2016). Systeme fiable pour la transformation des produits d'origine agricole. *Intellectus*, nr. 1, pp. 94-97. ISSN 1810-7079.
12. POPESCU, V. (2019). The evolution of disconnections from the distribution electrical systems from Republic of Moldova. *Journal of sustainable energy*, vol. 10, nr. 2, pp. 75-78. ISSN 2067-5534. Disponibil: <https://oaji.net/articles/2021/3336-1614957517.pdf>
13. POPESCU, V. Analysis of factors of influence on the reliability of power systems. *Acta Electrotehnica*, 2013, vol. 54, nr. 6, pp. 193-197.
14. POPESCU, V. și L. MALAI. (2019). Estimarea parametrilor sistemului fiabil pentru prelucrarea produselor agricole. *Știința Agricolă*, nr. 2, pp. 109-113. ISSN 1857-0003. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/109-113_23.pdf
15. POPESCU, V.; A. POPA & R. BANTAȘ (2013). Reliability analysis of systems for distribution of electricity. *Acta Electrotehnica*, vol. 54, nr. 5, pp. 387-389.
16. POPESCU, V.; V. VIȘANU; N. URSATII; A. CECAN și T. TODIRAȘ (2023). Sistem electric cu fiabilitate sporită pentru întreprinderile specializate în deshidratarea produselor agricole. *Intellectus*, nr. 1, pp. 198-203. ISSN 1810-7079. Disponibil: <https://doi.org/10.56329/1810-7087.23.1.21>

17. RANJBARAN, M.; B. EMADI & D. ZARE (2014). Simulation of Deep-Bed Paddy Drying Process and Performance. *Drying Technology*, vol. 32 (8), pp. 919-934. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.875561>
18. ROBERTS, J.; D. KIDD & O. PADILLA-ZAKOUR (2008). Drying kinetics of grape seeds. *Journal of Food Engineering*, vol. 89, nr. 4, pp. 460-465. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.05.030>
19. TÎRȘU, M.; V. POPESCU; M. BALAN; I. KURDOV; T. BALAN et al. (2022). Instalație pentru deshidratarea semințelor în strat fluidizat. *Problemele Energeticii Regionale*, nr. 2 (54), pp. 114-122. ISSN 1857-0070. Disponibil: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.2-54.10>
20. ПОПЕСКУ, В.; Л. МАЛАЙ; В. РОТАРЬ и О. ВОЛКОНОВИЧ (2019). Надежная система для переработки сельскохозяйственной продукции. *Констрування, виробництво та експлуатація сільсько-господарських машин*, вип. 49, с. 200-204. Disponibil: <https://zborniksgm.kntu.kr.ua/pdf/49/26.pdf>

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 30.03.2025; Accepted 21.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.13
UDC: 339.13:637.1 (478)



SURSE DE ALIMENTE NOI PE PIAȚA AUTOHTONĂ

Ana CHIȚANU, ORCID: 0000-0003-3270-585X

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

Correspondență: Ana Chițanu - e-mail: ana.chitanu@mpasa.utm.md

Abstract. In this study we aimed to determine the qualitative differences between buffalo milk and cow milk and to carry out a sociological survey to accumulate information on the consumption of buffalo milk and its derivatives. Milk obtained from cows and buffaloes, which are kept under the same conditions in a livestock unit in the Republic of Moldova, served as research material. Milk quality analyses, carried out by standard laboratory methods, revealed that buffalo milk has a much higher fat (9.50%) and protein (7.18%) content than cow milk (4.24% and 3.76% respectively). The content of lactose, mineral salts and dry matter in buffalo milk is also higher than in cow milk. Therefore, the nutritional value of buffalo milk is higher in all parameters. The sociological survey revealed that: most respondents prefer to consume cow milk; they don't know buffalo milk products and neither do local producers. Among those who consume buffalo milk products, they mentioned Buffalo Mozzarella cheese in the first place, followed by yogurt, semi-hard cheese and drinking milk. For a successful market launch of buffalo milk products, we recommend producers to carry out promotion campaigns and tasting events. Through this, buffalo milk products will be visible to consumers, and local consumers in turn will be more receptive.

Keywords: *Buffalo milk; Cow milk; Milk products; Consumer behaviour; Survey.*

Rezumat. În acest studiu ne-am propus să determinăm diferențele calitative ale laptelei de bivoliță față de laptele de vacă și să realizăm un sondaj sociologic cu scopul de a acumula informație privind consumul laptelui de bivoliță și derivatele acestuia. În calitate de material de cercetare a servit laptele obținut de la bovine și bubaline, care se întrețin în aceleași condiții într-o unitate zootehnică din Republica Moldova. Analiza calității laptelui, realizată prin metode standard de laborator, a relevat că laptele de bivoliță are un conținut mult mai mare de grăsime (9,50%) și proteină (7,18%), decât laptele de vacă (4,24% și 3,76% respectiv). Conținutul de lactoză, săruri minerale și substanță uscată în laptele de bivoliță de asemenea este mai mare decât în laptele de vacă. Prin urmare, valoarea nutritivă a laptelui de bivoliță este superioară după toți parametrii. Sondajul sociologic a evidențiat că: majoritatea respondenților preferă să consume lapte de vacă, nu cunosc produsele din lapte de bivoliță și nici producătorii autohtoni. Din cei ce consumă produse din lapte de bivoliță pe primul loc au menționat brânza Mozzarella de Buffalo, urmată de iaurt, brânză cu pasta semitare și laptele de consum. Pentru lansarea cu succes pe piață a produselor din lapte de bivoliță recomandăm producătorilor să organizeze campanii de promovare cu degustări. Prin aceasta produsele din lapte de bivoliță vor fi vizibile pentru consumatori, iar consumatorii la rândul său vor fi mai receptivi.

Cuvinte-cheie: *Lapte de bivoliță; Lapte de vacă; Produse lactate; Comportamentul consumatorului; Sondaj.*

INTRODUCERE

Valoarea alimentară sau nutritivă a unui produs alimentar constituie principala sa calitate și este cu atât mai ridicată, cu cât produsul răspunde mai bine cerințelor nutriționale ale organismului. În contextul unei alimentații raționale, laptele și produsele lactate joacă un rol foarte important, fiind consumate ca atare sau în combinație cu alte alimente (Chintescu, 1988; Coroian, 2009).

Dintre alimentele de origine animală, laptele se remarcă drept cel mai complet și mai ușor de asimilat de către organism, fiind un aliment de bază în dieta omului, în special în perioada de creștere, datorită conținutului său bogat în substanțe esențiale pentru dezvoltarea armonioasă a organismului. Laptele și produsele lactate derivate au fost dintotdeauna considerate o sursă de sănătate (Velea & Mărginean, 2006).

În cadrul piramidei alimentare, laptele și produsele lactate se regăsesc printre cele cinci grupe de alimente recomandate pentru consumul zilnic. Tradițional, în Republica Moldova, laptele este consumat în proporție de aproximativ 98% de la bovine, iar restul de 2% provine de la ovine și caprine. În ultima perioadă, se observă o creștere semnificativă a consumului de lapte de bivoliță (Dobre, 2009; Chindriș & Ștețca, 2010).

Deși există o varietate de tipuri de lapte obținute de la diferite specii de animale, precum și produse lactate derivate din acestea, consumatorii autohtoni nu dispun de suficiente informații privind proprietățile și valoarea nutritivă a acestora (Borghese, 2005; Coman, 2008; Coroian & Coroian, 2009; Geacu, 2023).

Întrucât informațiile referitoare la valoarea nutritivă a laptelui de bivoliță sunt limitate, ne-am propus ca obiectiv principal determinarea diferențelor calitative dintre laptele de bivoliță și cel de vacă.

Pentru atingerea acestui scop, au fost stabilite următoarele obiective: evaluarea indicilor organoleptici și fizico-chimici ai laptelui provenit de la cele două specii – bovine și bubaline; realizarea unui sondaj privind percepția și consumul de lapte de bivoliță în rândul consumatorilor.

MATERIALE ȘI METODE

Ca material de cercetare a fost utilizat laptele obținut de la două specii de animale – bovine și bubaline – crescute în condiții identice într-o unitate zootehnică din Republica Moldova. Bovinele studiate aparțin rasei Holstein, recunoscută ca una dintre cele mai productive rase de lapte la nivel mondial, având originea în Olanda. În prezent, această rasă este deosebit de valoroasă datorită producției ridicate de lapte, capacității excelente de adaptare la diverse condiții pedoclimatice, precum și rolului important pe care îl are în ameliorarea altor rase specializate pentru producția de lapte, la nivel global.

Pentru obținerea unor performanțe ridicate, vacile de lapte sunt întreținute în condiții optime de hrană și adăpost, acești factori fiind esențiali pentru asigurarea unei producții calitative și cantitative de lapte.

Pe lângă vacile de lapte, în cadrul aceleiași unități zootehnice sunt crescute și bivolițe pentru producția de lapte, aparținând a două rase: românească (Figura 1) și mediteraneană (Figura 2).

Laptele crud obținut de la animale a fost supus unei serii de analize, în urma cărora a fost evaluată calitatea acestuia. Proba de lapte trebuie colectată și pregătită astfel încât să reflecte cât mai fidel caracteristicile generale ale laptelui și să fie suficientă pentru efectuarea analizelor curente. Calitatea laptelui provenit de la ambele specii de animale a fost determinată prin metode standardizate de laborator (Guzun & Chițanu, 2003; Usturoi, 2012). Datele primare au fost notate în registrul de lucru, ulterior fiind sistematizate și prelucrate cu ajutorul programului Microsoft Excel.



Figura 1. Bivolite românești

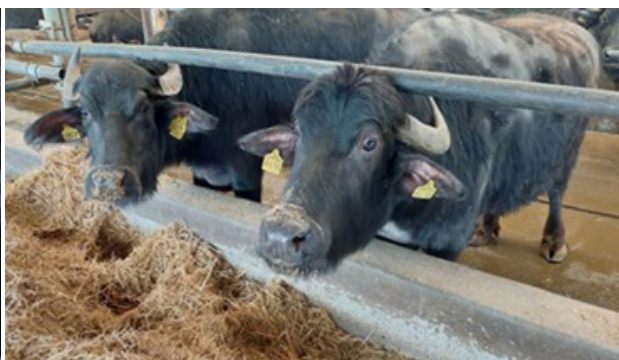


Figura 2. Bivolite mediteraniane

În cadrul cercetării noastre, am manifestat interes și față de preferințele și cerințele consumatorilor privind laptele de bivolită și produsele derivate. Pentru realizarea acestui obiectiv, am elaborat un chestionar la care au participat 43 de persoane, de vârste și sexe diferite. Chestionarul sociologic a cuprins 8 întrebări, iar datele colectate au fost sistematizate și sunt prezentate în continuare.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Laptele obținut de la bivolite se remarcă prin culoarea sa albă și gustul plăcut, dulceag, caracteristic laptelui cu un conținut ridicat de grăsime (Tabelul 1). Din punct de vedere al aspectului, se prezintă ca un lichid opalescent, omogen, lipsit de impurități, cu o consistență fluidă, determinată de conținutul său ridicat de apă.

Culoarea specifică a laptelui de bivolită este albă uniform pe întreaga masă a produsului. Deși are un conținut mare de grăsime, nu prezintă nuanța gălbuie caracteristică laptelui de vacă, deoarece laptele de bivolită nu conține pigmentul carotină.

Gustul laptelui de bivolită, în stare proaspătă, este plăcut, dulceag, asemănător cu cel al laptelui de vacă, acest aspect fiind determinat de prezența lactozei. Totuși, consumul de plante cu gust amarui, cantități mari de rădăcinoase sau siloz fermentat necorespunzător poate influența negativ gustul laptelui. De asemenea, afecțiunile glandei mamare pot modifica gustul, determinând abateri de la caracteristicile organoleptice normale.

Tabelul 1. Indicii organoleptici ai laptelui

Indicii organoleptici ai laptelui	Lapte de bivolită	Lapte de vacă
Aspect și consistență	Lichid omogen, consistență fluidă	Lichid omogen, consistență fluidă
Culoare	Albă uniformă	Albă cu o nuanță gălbuie uniformă
Gust	Dulceag, plăcut, caracteristic laptelui crud	Dulceag, caracteristic laptelui crud
Miros	Specific de lapte	Specific de lapte

Mirosul laptelui de bivolită este specific, determinat în principal de conținutul ridicat de acizi grași. Totuși, în situațiile în care nu sunt respectate normele de igienă și condițiile corespunzătoare de întreținere a animalelor, laptele poate prelua mirosuri străine, care afectează calitatea sa organoleptică.

În ceea ce privește laptele de vacă, acesta s-a prezentat cu o culoare alb-gălbuie, consistență fluidă, omogenă, gust dulceag și miros specific de lapte proaspăt.

Densitatea laptelui este un indicator calitativ, valoarea căruia ne arată integritatea laptelui. Densitatea laptelui este influențată de conținutul de substanță uscată, dar și de raportul care există între partea grasă și negrasă, variind în funcție de specia animalului și alimentația acestuia.

În urma analizelor efectuate, densitatea laptelui obținut de la ambele specii s-a situat la valori apropiate: 30,68°A pentru laptele de vacă și 30,96°A pentru laptele de bivoliță. Este important de menționat că densitatea laptelui poate suferi modificări în caz de falsificare – aceasta scade în cazul adăugării de apă și crește în cazul extragerii grăsimii.

Tabelul 2. Indicii fizico-chimici ai laptelui ($\bar{X} \pm S_x$)

Specificare	Lapte de bivoliță	Lapte de vacă
Densitatea, grade A	30,96 $\pm$ 0,22	30,68 $\pm$ 0,36
Aciditatea, grade T	23,40 $\pm$ 0,46	17,30 $\pm$ 0,12

Valoarea acidității titrabile a probelor de lapte de vacă și de bivoliță reflectă gradul de prospețime al laptelui. Pentru laptele de vacă, se consideră proaspăt atunci când aciditatea se încadrează între 16–18°T, iar valoarea maximă admisibilă nu trebuie să depășească 20°T.

În cazul laptelui de bivoliță, valorile normale ale acidității titrabile se situează în intervalul 19–21°T.

În cadrul cercetării, am constatat că aciditatea laptelui de vacă s-a încadrat în limitele admise, înregistrând o valoare de 17,30°T, ceea ce confirmă prospețimea produsului. În schimb, aciditatea laptelui de bivoliță a depășit limita superioară admisă, fiind cu 2°T peste valoarea maximă, ceea ce poate indica o începută modificare a prospețimii. Pentru o evaluare completă a calității laptelui de vacă și bivoliță, au fost analizați și indicatorii chimici, ale căror rezultate sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Indicii chimici ai laptelui, % ($\bar{X} \pm S_x$)

Indicii chimici ai laptelui	Lapte de bivoliță	Lapte de vacă
Conținutul de grăsime	9,50 $\pm$ 0,22	4,24 $\pm$ 0,04
Conținutul de proteină	7,18 $\pm$ 0,15	3,76 $\pm$ 0,03
Conținutul de lactoză	5,73 $\pm$ 0,01	4,98 $\pm$ 0,04
Conținutul de săruri minerale	0,85 $\pm$ 0,002	0,74 $\pm$ 0,007
Conținutul de substanță uscată totală	19,88 $\pm$ 0,22	13,36 $\pm$ 0,07
Conținutul de substanță uscată degresată	10,38 $\pm$ 0,03	9,12 $\pm$ 0,08

Conținutul de grăsime în laptele de bivoliță a fost semnificativ mai ridicat comparativ cu cel al laptelui de vacă, fiind aproximativ de două ori mai mare – 9,50% față de 4,24% în cazul laptelui de vacă.

În ceea ce privește conținutul de proteină totală, laptele de bivoliță a înregistrat o valoare de 7,18%, în timp ce laptele de vacă a avut doar 3,76%. Având în vedere această diferență, laptele de bivoliță reprezintă o materie primă ideală pentru producerea brânzeturilor, deoarece proteina este componentul principal responsabil pentru coagularea laptelui și formarea brânzei.

Un alt element nutritiv valoros al laptelui este lactoza, un dizaharid care conferă laptelui gustul dulceag. Conținutul de lactoză variază în funcție de specia animalului

de la care s-a obținut laptele: 5,73% în laptele de bivoliță și 4,98% în laptele de vacă. În ambele cazuri, valorile înregistrate se încadrează în limitele admise, fiind considerate satisfăcătoare.

Laptele de la ambele specii conține și săruri minerale, esențiale pentru echilibrul nutrițional. În cazul laptelui de bivoliță, conținutul acestora a fost de 0,85%, ușor mai mare decât cel din laptele de vacă, care a fost de 0,74%.

Conținutul de substanță uscată degresată din laptele de bivoliță a fost de 10,38% sau cu 1,26% mai mare comparativ cu conținutul de substanță uscată degresată din laptele de vacă.

Conținutul total de substanță uscată, indicator important al valorii nutritive a laptelui, indiferent de specie, este reprezentat grafic în figura 3.

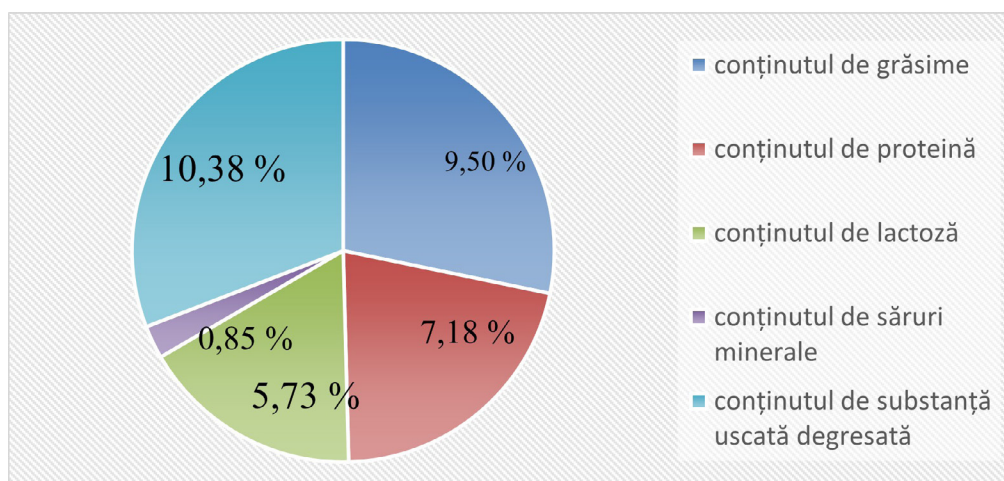


Figura 3. Valoarea nutritivă a laptelui de bivoliță

Comparând cantitatea de substanță uscată totală din laptele de bivoliță cu cea din laptele de vacă, se constată că laptele de bivoliță conține cu aproximativ 6% mai multă substanță uscată totală. Acest aspect evidențiază un nivel nutritiv superior al laptelui de bivoliță, ceea ce îl face mai valoros din punct de vedere alimentar.

Prin urmare, laptele de bivoliță reprezintă o materie primă deosebit de valoroasă pentru obținerea unei game variate de produse lactate, datorită concentrației ridicate de nutrienți esențiali.

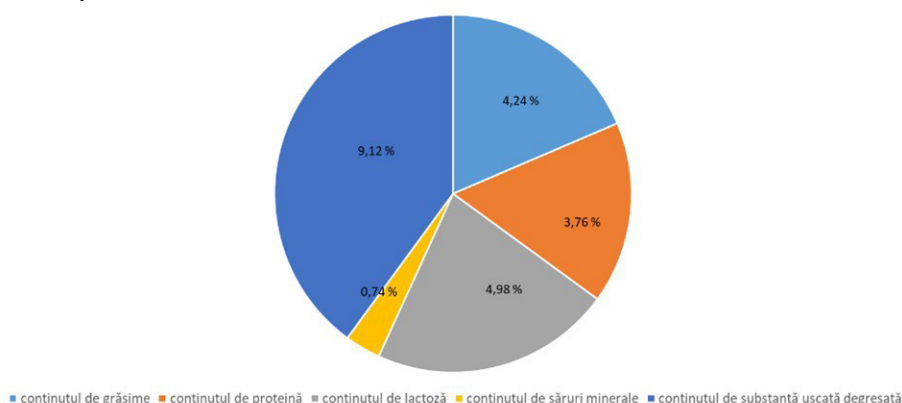


Figura 4. Valoarea nutritivă a laptelui de vacă

Analiza indicilor chimici ai laptelui de bivoliță a evidențiat valori superioare comparativ cu cele ale laptelui de vacă (Figura 4). Această constatare susține concluzia că, din punct de vedere nutritiv, laptele de bivoliță este superior pe toți parametrii analizați.

În ceea ce privește metoda de colectare a informațiilor privind preferințele de consum, a fost utilizat chestionarul sociologic, ca tehnică de investigare a percepției și comportamentului consumatorilor în raport cu laptele de bivoliță și produsele derivate din acesta.

Sondajul s-a desfășurat în perioada 10.09.2023 – 28.03.2024, având ca scop obținerea de date relevante despre consumul laptelui de bivoliță și al produselor lactate asociate. Au fost chestionate 43 de persoane, dintre care 56% femei și 44% bărbați.

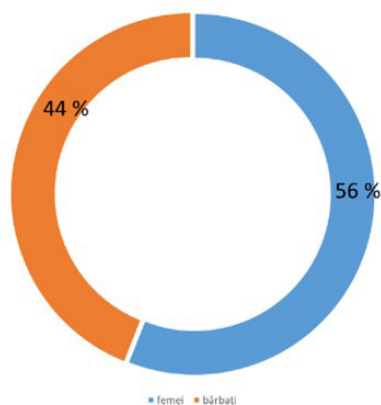


Figura 5. Apartenența de sex al respondenților

Respondenți au fost distribuiți în grupe de vârstă după cum urmează:

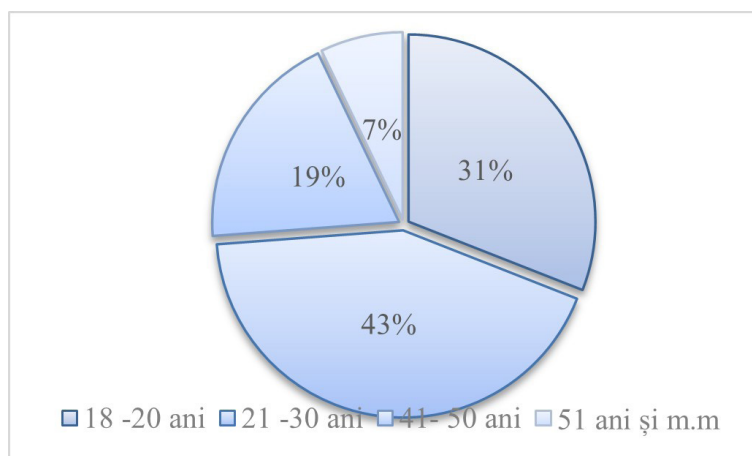


Figura 6. Vârsta persoanelor interogate în sondaj

Analiza structurii pe vârste a participanților la sondaj arată că cea mai mare pondere a fost înregistrată în rândul persoanelor cu vârsta cuprinsă între 21–30 de ani, reprezentând 43% din totalul respondenților. Urmează grupa de vârstă 18–20 ani, cu 31%, iar 19% dintre respondenți au fost persoane cu vârsta între 41–50 ani. Cea mai redusă participare s-a înregistrat în categoria 51 de ani și peste, reprezentând doar 7% din total.

În ceea ce privește ocupația participanților, toți respondenții sunt activi profesional. Din totalul celor chestionați: 29 persoane sunt studenți, 5 persoane sunt profesori, 6 persoane activează în domeniul contabilității și al serviciilor financiare, 3 persoane au fost încadrate în categoria alte profesii.

Se observă astfel că majoritatea respondenților provin din mediul educațional, fiind implicați în activitatea instituțiilor de învățământ (Figura 7).

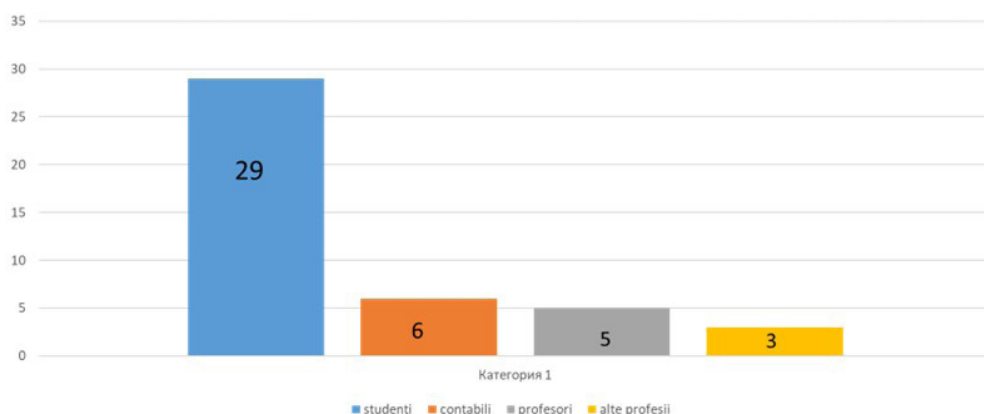


Figura 7. Ocupația persoanelor interogate

La întrebarea referitoare la consumul de lapte și produse lactate, majoritatea respondenților (70%) au declarat că consumă astfel de produse alimentare. Restul de 30% au menționat că nu consumă lapte sau produse lactate, invocând diverse motive.

Principalul motiv de excludere a laptelui din alimentație a fost intoleranța la lactoză, o afecțiune frecventă care împiedică digestia corespunzătoare a lactozei – zahărul natural din lapte.

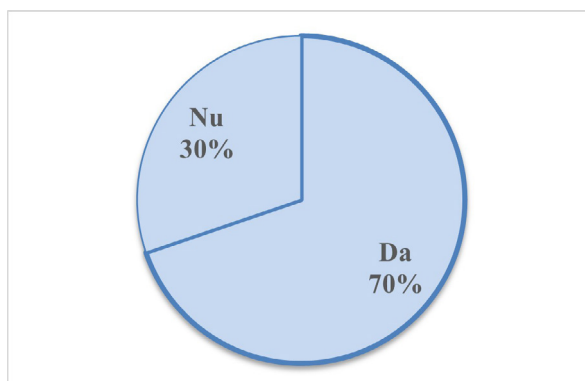


Figura 8. Privind consumul de lapte și produse lactate

Din totalul respondenților care consumă lapte (100%), s-a constatat că 95% preferă laptele de vacă, în timp ce doar 5% optează pentru laptele de bivoliță, acesta fiind însă o alternativă valoroasă la laptele de vacă.

Un motiv de bază care duce la consum scăzut al laptelui de bivoliță a fost că consumatorul autohton este puțin informat și nu cunoaște despre beneficiile acestui lapte. Efectuarea promovării în rețele de socializare poate duce la o informare a populației, fiind o alternativă de înlocuirea a laptelui și produselor lactate obținute de vacă.

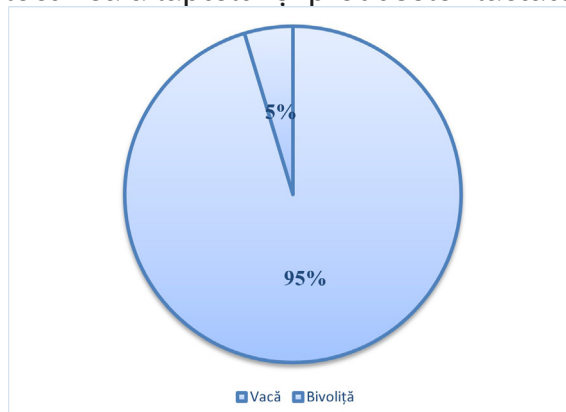


Figura 9. Specia animalului de la care se consumă laptele

Topul produselor lactate obținute din laptele de bivoliță, conform răspunsurilor oferite de participanții la sondaj, arată că Mozzarella Bufalo este cel mai cunoscut și preferat produs, fiind ales de 35% dintre respondenți. Pe locul al doilea se află iaurtul, cu o pondere de 29%, urmat de brânza cu pastă semi-tare și laptele de consum, fiecare cu un procent de 18%.

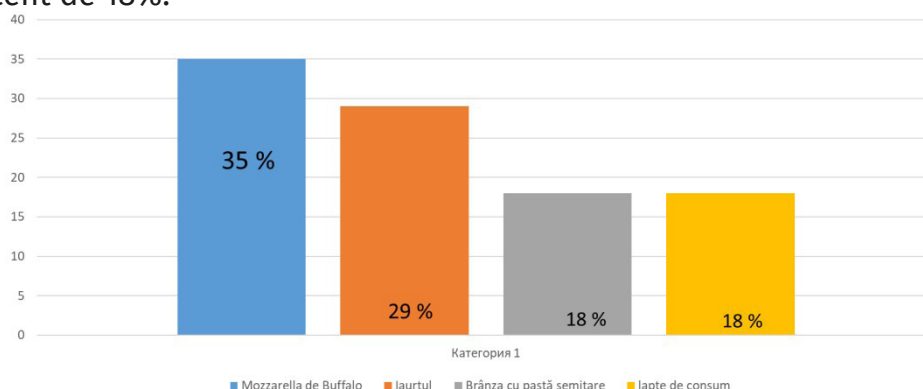


Figura 10. Topul produselor lactate din laptele de bivoliță

Majoritatea participanților la sondaj nu cunosc producători autohtoni care dețin bivolițe și procesează laptele acestora (Figura 11). Doar 9% dintre respondenți au declarat că știu de existența unui producător autohton de produse lactate din lapte de bivoliță și consumă aceste produse, în timp ce 91% nu sunt informați cu privire la sortimentele de produse lactate autohtone obținute din lapte de bivoliță.

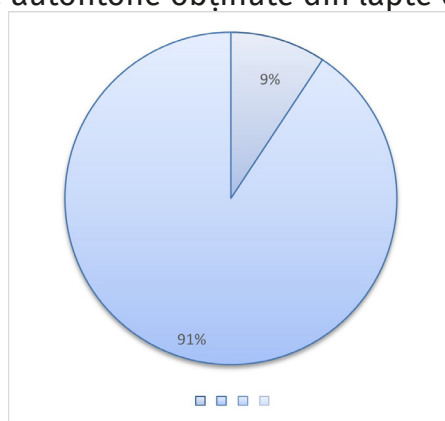


Figura 11. Producătorii autohtoni ce procesează laptele de bivoliță

Sondajul realizat a evidențiat numeroase aspecte legate de nivelul redus de informare al consumatorilor autohtoni în ceea ce privește laptele de bivoliță și produsele derivate din acesta. Deși aceste produse sunt relativ noi pe piața Republicii Moldova, ele sunt fabricate de câțiva ani, însă nu beneficiază de o promovare suficientă, ceea ce explică lipsa de cunoaștere în rândul populației.

CONCLUZII

La finele studiului am ajuns la următoarele concluzii:

1. Analiza indicilor organoleptici a evidențiat existența unei diferențe de nuanță între laptele de bivoliță și cel de vacă: laptele de bivoliță are culoare albă uniformă, în timp ce laptele de vacă prezintă o nuanță alb-gălbuie, datorită prezenței carotenei.

2. Compoziția chimică a laptelui de bivoliță este identică din punct de vedere calitativ cu cea a laptelui de vacă, însă superioară din punct de vedere cantitativ pentru toți indicatorii analizați.
3. Valoarea nutritivă a laptelui de bivoliță este de aproximativ două ori mai mare decât cea a laptelui de vacă, în principal datorită conținutului ridicat de grăsime (9,5%).
4. Rezultatele sondajului sociologic au arătat că majoritatea respondenților preferă laptele de vacă și nu cunosc produsele lactate din lapte de bivoliță și nici producătorii autohtoni. Printre consumatorii produselor din lapte de bivoliță, cele mai populare sunt: Mozzarella Bufalo – 35%, iaurtul – 29%, brânza cu pastă semi-tare și laptele de consum – câte 18%.

Pentru a spori vizibilitatea produselor lactate din lapte de bivoliță și pentru a crește gradul de informare al consumatorilor, recomandăm întreprinderilor producătoare să acorde o atenție deosebită activităților de promovare, prin organizarea de campanii publicitare și sesiuni de degustare. Aceste acțiuni vor contribui la creșterea notorietății produselor, la educarea gustului consumatorilor și la stimularea consumului de produse locale din lapte de bivoliță.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BORGHESE, A. (ed.). *Buffalo production and research*. Rome: FAO, 2005. 317 p. Disponibil: <https://www.fao.org/4/ah847e/ah847e.pdf>
2. CHINDRIȘ, V. și Gh. ȘTEȚCA (2010). *Laptele de bivoliță: igienă și calitate*. Cluj-Napoca: Ed. Risoprint, 164 p. ISBN 978-973-53-0360-0.
3. CHINTESCU, G. (1988). *Produse lactate tradiționale*. București: Editura Ceres. 113 p.
4. COMAN, I. (2008). *Tehnologia de creștere și bolile bubalinelor*. București: Ed. Risoprint, 311 p. ISBN 978-973-751-920-7.
5. COROIAN, A. (2009). *Creșterea bubalinelor pentru producția de lapte*. Cluj-Napoca: Ed. Bioflux, 138 p. ISBN 978-606-92029-7-5. Disponibil: <https://archive.org/details/coroian-aurelia-cresterea-bubalinelor-bivoli/page/138/mode/1up?view=theater&ui=embed&wrapper=false>
6. COROIAN, A. și C. COROIAN (2009). *Bivolița sursă importantă de lapte*. Cluj-Napoca: Ed. Bioflux, 104 p. ISBN 978-606-92029-8-2.
7. DOBRE, L. (2009). Bivolul, ce animal ciudat! *Revista Lumea Satului*, nr. 13, 1-15 iulie.
8. GEACU, Sorin (2023). *Bivolii din Câmpia Română*. Studiu de Zoogeografie. București: Editura Academiei Române, 310 p. ISBN 978-973-27-3786-6.
9. GUZUN, V. și A. CHIȚANU (2003). *Biotehnologii în prelucrarea produselor de origine animală*. În: *drumări metodice de lucrări de laborator și practice*. Vol. I: Biotehnologii în prelucrarea laptelui. Chișinău.
10. USTUROI, M. (2012). *Controlul laptelui și a produselor derivate*. Iași: Editura PIM, 179 p.
11. VELEA, C. și Gh. MĂRGINEAN (2006). *Actualitate și perspective în creșterea bubalinelor*. București: Editura AgroTehnica, 435 p. ISBN 978-973-87716-3-5.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 05.04.2025; Accepted 03.06.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.14
UDC: 638.19:633.853.494



EVALUAREA UTILIZĂRII ALBINELOR LA POLENIZAREA RAPIȚEI

Nicolae EREMIA^{*}, ORCID: 0000-0003-4917-7440,
Oleg MAȘNER², ORCID: 0000-0002-6498-9095,
Iana PETCU¹, ORCID: 0009-0001-0687-9488,
Vitalie JEREĞHI^{1,2}, ORCID: 0009-0003-8184-6402

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

²Institutul de Cercetări Aplicative în Agricultură și Medicină Veterinară, Republica Moldova

^{*}Correspondență: Nicolae EREMIA – e-mail: eremia.nicolae@gmail.com

Abstract. The determination of the efficiency of rapeseed pollination with the help of bees represents the purpose of the current investigation. The researches were conducted in an apiary located near a rapeseed plantation and the following parameters were evaluated: 1) flight intensity of worker bees for nectar and pollen collection, 2) the number of bees, which visited rapeseed flowers, per 1 m², 3) the mass of rapeseed seeds from plants pollinated by bees. The flight intensity of worker bees during the rapeseed flowering period (13.04.2024-09.05.2024) was studied for 3 consecutive minutes, recording the number of bees that returned from the field with nectar and pollen balls. Three lots of bee colonies were formed at the apiary, 5 in each. In lot I the strongest bee colonies were selected, in lot II – medium-strong colonies and in lot III – weak colonies. The recordings were carried out in the first half of the day at 10⁰⁰ hours and at 15⁰⁰ hours. The flight intensity of bees varied according to the time of the light-day and the strength of the bee colony. The number of bees collecting pollen was lower compared to the bees collecting nectar. The maximum number of bees that collected pollen (124) and nectar (180) was recorded at 15⁰⁰ hours (May 6, 2024). For recording flower visitation per 1 m², three plots were marked on the cultivated rapeseed area: at a distance of 200 m; 800 m and 1500 m from the apiary. It was established that honey bees visited the flowers more frequently at a distance of 200 m where a total of 186 bees were recorded, at 800 m – 103 bees and at 1500 m – 32 bees. The efficiency of honey bee use for rapeseed pollination was assessed on the basis of the amount of seed yield. To determine the contribution of bees to increased seed yield, 5 plants from each plot were isolated at the beginning of flowering. At the beginning of rapeseed harvest, these plants (without pollination by bees) were removed manually from the respective plots. The seeds were collected and weighed, and their mass was compared with the mass of seeds from the pollinated plants. Due to pollination of rapeseed plants by bees, the mass of seeds per plant increased, on average, by 66% and per square meter by 65%. More efficient pollination of rapeseed can be achieved by placing the apiary with strong families near the nectar-pollen source, but not further than 1500 m.

Keywords: *Brassica napus; Pollination; Worker bees; Bee foraging intensity; Bee colony strength.*

Rezumat. Scopul investigației constă în determinarea eficienței polenizării rapiței cu ajutorul albinelor. În cadrul cercetărilor, realizate la o stupină situată în apropierea unor plantații de rapiță, s-a evaluat: 1) intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare pentru colectarea nectarului și polenului, 2) numărul de albine, care au frecventat florile de rapiță pe un m², 3) masa semințelor de rapiță de la plantele polenizate cu ajutorul albinelor.

Intensitatea de zbor a albinelor în perioada înfloririi rapiței (13.04.2024-09.05.2024) s-a studiat pe parcursul a 3 minute consecutiv, înregistrând numărul de albine care s-au întors din câmp cu nectar și cu ghemotoace de polen. La stupină au fost formate 3 loturi de familii de albine, a câte 5 în fiecare. În lotul I au fost selectate cele mai puternice familii de albine, lotul II – familiile cu putere medie și în lotul III – familii slabe. Înregistrările s-au efectuat în prima jumătate a zilei la orele 10⁰⁰ și după masă la orele 15⁰⁰. Intensitatea de zbor a albinelor a variat în funcție de ora zilei-lumină și puterea familiei de albine. Numărul de albine care au colectat polen a fost mai redus comparativ cu albinele care au colectat nectar. Numărul maxim de albine culegătoare de polen (124) și nectar (180) s-a înregistrat la orele 15⁰⁰ (6 mai 2024). Pentru evidența frecventării florilor pe 1 m², pe suprafața de rapiță au fost marcate trei parcele: la distanța de 200 m; 800 m și 1500 m de la stupină. S-a stabilit, că albinele mai des au frecventat florile la o distanță de 200 m unde au fost înregistrate în total 186 albine, la 800 m – 103 albine și la 1500 m – 32 albine. Eficiența utilizării familiilor de albine la polenizarea culturii rapiței s-a evaluat reieșind din cantitatea recoltei de semințe. Pentru determinarea contribuției albinelor la sporirea producției de semințe, au fost izolate la începutul înfloririi rapiței câte 5 plante din fiecare parcelă. La începutul recoltării rapiței aceste plante (fără polenizare de către albine) au fost extrase manual din loturile respective, au fost colectate semințele și cântărite, masa acestora fiind comparată cu masa semințelor de la plantele polenizate. Datorită polenizării plantelor de rapiță de către albine, masa semințelor de pe o plantă a sporit, în medie, cu 66%, iar de pe un metru pătrat cu 65%. Polenizarea mai eficientă a rapiței se poate realiza prin amplasarea stupinei cu familii puternice în apropierea sursei nectaro-polenifere, dar nu mai departe de 1500 m.

Cuvinte-cheie: *Brassica napus*; Polenizare; Albine lucrătoare; Intensitate de zbor; Puterea familiei de albine.

INTRODUCERE

Apicultura, în Republica Moldova, prezintă o ramură a zootehniei cu o importanță deosebită pentru economia națională, datorită valorii și calității produselor oferite de către acestea, precum și pentru menținerea prin polenizare a homeostazei și biodiversității ecosistemelor naturale.

În unele cazuri apicultura se bazează pe sursele nutriționale naturale, în altele, pe utilizarea culesurilor melifere și polenifere de la plantele care au importanță agricolă (Бурмистров & Никитина, 1990).

Albinele culeg hrana lor, nectarul, polenul și mana, de la unele plante numite „melifere”. Cunoașterea datei, duratei și a particularităților biologice ale fenofazei înfloritului plantelor melifere, are o mare importanță pentru apicultură, cu implicații directe în realizarea producțiilor fiecărei stupine. Astfel, prin prognoza de lungă și scurtă durată, se stabilește data inițierii și durata înfloririi principalelor plante melifere, fenomenul aflându-se în strânsă legătură cu condițiile climaterice ale fiecărui an. Pe baza acestor informații se stabilește momentul optim pentru deplasarea familiilor de albine în pastoral, corelată și cu polenizarea plantelor entomofile (Mănișor, 1991).

Rapița colza sau rapița mare (*Brassica napus* var. *oleifera*) se cultivă pentru semințe care conțin 36-50% ulei folosit în industrie și alimentația oamenilor.



Figura 1. Rapița de toamnă

În ultimii ani rapița a căpătat în Moldova o răspândire destul de amplă. Din punct de vedere economic, rapița are o importanță destul de vastă, datorită următoarelor însușiri:

- valoarea cea mai mare o au semințele, care conțin până la 50% ulei cu multiple întrebuințări industriale (combustibil ecologic) sau în alimentația omului;
- șroturile și turtele ce rezultă după extragerea uleiului se folosesc în hrana animalelor, fiind bogate în proteine (38-40%). Astfel, din 100 kg semințe se obțin circa 30 kg ulei și până la 50 kg șroturi;
- resturile vegetale obținute după treieratul semințelor se folosesc ca așternut pentru animale sau în industria plăcilor aglomerate;
- ca plantă furajeră rapița este folosită în hrana animalelor în stare verde primăvara timpuriu, valoarea nutritivă a furajului verde este de 0,15 unități nutritive în 1 kg, în care se conține în jur de 20 g proteină digestibilă.

Rădăcina rapiței este pivotantă, profundă și puțin ramificată. Tulpina, care atinge înălțimi de 120–150 cm, este puternic ramificată și frecvent acoperită cu peri. Inflorescența prezintă un racem format din flori galbene, care se deschid începând de la bază spre vârf. Fructul este o silicvă cu lungimea de 6–10 cm, formată din două carpele separate de un perete membranos, pe care sunt fixate semințele după deschidere. În interiorul unei silicve se găsesc între 15 și 20 de semințe.

Ciclul biologic al rapiței este bianual: semănatul are loc toamna, iar în timpul iernii, prin procesul de vernalizare, lăstarii vegetativi se transformă în lăstari germinativi, având loc diferențierea primordiilor florale. Înflorirea începe la începutul lunii aprilie (Bahcivanji et al., 2012).

Mierea de rapiță are o culoare galbenă, uneori aproape incoloră, un miros specific și se cristalizează foarte repede (Красочко & Еремия, 2022a).

Pentru culesurile melifere de rapiță, stupinele sunt transportate în apropierea perioadei de înflorire și amplasate uniform în vecinătatea plantațiilor de rapiță, astfel încât distanța de zbor a albinelor să fie cât mai redusă, iar polenizarea să se realizeze uniform. În condiții meteorologice nefavorabile pentru secreția de nectar, albinele vizitează cultura în special pentru recoltarea polenului. Participând la culesul nectarului, albinele contribuie simultan și la polenizarea florilor, aducând în stup cantități mari de polen cu o valoare biologică ridicată (Mănișor, 1991; Ишемгулов, 2012).

Ghemotoacele de polen colectate de albine sunt depozitate în celulele libere ale fagurilor, în special în cele din jurul puietului (Красочко & Еремия, 2022b).

Producția de miere care se poate obține de la rapiță variază între 35 și 100 kg pe hectar. Concentrația nectarului în zaharuri este favorabilă, situându-se între 30 și 40%. O familie de albine puternică poate depozita în stup, într-o singură zi, între 4 și 5 kg de nectar (Глухов, 1974).

Este important de menționat că, în natură, aproximativ 80% dintre plante sunt polenizate prin intermediul insectelor (polenizare entomofilă), dintre care circa 77% sunt polenizate de albine, 7,5% de bondari, 3,5% de diptere, 3,5% de furnici, 3,5% de coleoptere, 2,5% de albine solitare și 2,5% de alte insecte (Bura et al., 2005).

Polenizarea culturilor agricole cu ajutorul albinelor constituie o importantă măsură agrotehnică, care contribuie la creșterea producției de semințe și fructe pe cale naturală, ecologică și fără investiții suplimentare. În căutarea hranei (nectar sau polen) albina se așază pe floare și atinge anterele, iar grăuncioarele de polen se prind de corpul ei. Chiar înainte de a părăsi floarea, o parte dintre grăuncioarele de polen ajung pe stigmat, realizând astfel polenizarea directă. Continuând zborul către alte flori, albina atinge din nou anterele, corpul ei se încarcă suplimentar cu grăuncioare de polen, iar o parte din aceste grăuncioare sunt transferate pe stigmatul altor flori, realizând polenizarea încrucișată (Mănișor, 1991).

Utilizarea albinelor melifere nu se rezumă doar la obținerea produselor apicole, ci are și un rol important în polenizarea culturilor agricole entomofile, constituind o problemă de actualitate. Din păcate, în Republica Moldova, atât majoritatea cultivatorilor de plante entomofile, cât și unii apicultori, nu conștientizează pe deplin potențialul economic pe care îl oferă utilizarea albinelor melifere în procesul de polenizare a culturilor agricole.

În acest context, studiul privind cultura de rapiță de primăvară, activitatea de zbor a albinelor lucrătoare pentru colectarea nectarului și polenului, precum și eficiența polenizării acestei plante, prezintă un interes deosebit, atât din punct de vedere științific, cât și practic. Scopul cercetării este de a evalua utilizarea albinelor melifere în procesul de polenizare a rapiței.

MATERIALE ȘI METODE

Obiectul cercetărilor l-au constituit familiile de albine din stupina amplasată în satul Brătuleni, raionul Nisporeni, precum și plantațiile de rapiță cultivate în proximitatea acesteia.

Pentru efectuarea cercetărilor, pe suprafața de rapiță cultivată au fost marcate trei parcele experimentale, situate la distanțe diferite față de stupină: lotul I – la 200 m, lotul II – la 800 m, iar lotul III – la 1500 m. În cadrul acestor parcele s-au efectuat observații privind creșterea și dezvoltarea plantelor de rapiță la începutul, mijlocul și sfârșitul perioadei de înflorire. S-au urmărit parametri precum: înălțimea plantelor, grosimea tulpinii, densitatea plantelor la un metru pătrat, numărul de flori pe plantă și numărul total de flori la un metru pătrat. În paralel, la stupina menționată au fost constituite trei loturi a câte cinci familii de albine fiecare. Lotul I a inclus cele mai puternice familii, lotul II – familii de intensitate medie, iar lotul III – familii slabe.

Intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare în perioada înfloririi rapiței a fost studiată prin înregistrarea, timp de 3 minute consecutive, a numărului de albine care se întorceau din câmp cu sau fără ghemotoace de polen. Observațiile s-au realizat în două momente ale zilei: dimineața, la ora 10:00, și după-amiaza, la ora 15:00. Monitorizarea zborului albinelor lucrătoare s-a efectuat pe parcursul perioadei de înflorire a rapiței, în următoarele zile: 13.04.2024, 16.04.2024, 19.04.2024, 25.04.2024, 02.05.2024, 06.05.2024 și 09.05.2024.

De asemenea, s-a urmărit frecvența vizitării florilor de rapiță de către albinele lucrătoare pe un metru pătrat, în parcelele amplasate la distanțele de 200 m, 800 m și 1500 m față de stupină, în aceleași zile menționate anterior.

Pentru determinarea rolului albinelor melifere în polenizarea rapiței, la începutul perioadei de înflorire au fost izolate câte 5 plante din fiecare parcelă, corespunzătoare distanțelor de 200 m, 800 m și 1500 m. La momentul recoltării, plantele izolate au fost selectate și extrase manual, iar semințele recoltate au fost colectate separat pentru fiecare parcelă. Acestea au fost cântărite cu ajutorul unei balanțe electronice (model SF-400), atât în cazul plantelor izolate, cât și al celor neizolate.

Studiul indicilor morfoproductivi ai familiilor de albine a fost realizat în conformitate cu indicațiile metodice elaborate de specialiști în domeniul apiculturii (Кривцов, 1986; Бородачев et al., 2002; Mănișor, 1991).

Datele obținute în urma cercetărilor au fost procesate prin metoda variației statistice, utilizând instrumentele disponibile în pachetul Microsoft Office.

Eficiența utilizării familiilor de albine în polenizarea culturii de rapiță a fost evaluată în funcție de cantitatea recoltei de semințe obținute.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Plantația de rapiță care a fost supusă studiului s-a însămânțat la finele lunii august a. 2023. Plantele au intrat în iarnă cu 5-7 frunze în formă de rozetă și au avut capacitate bună la rezistența la iernare.

În perioada de primăvară, la începutul înfloririi rapiței, s-au selectat trei parcele cu distanța de la stupi de: prima – 200 m, a doua – la 800 m și a treia – la 1500 m (Figura 2).

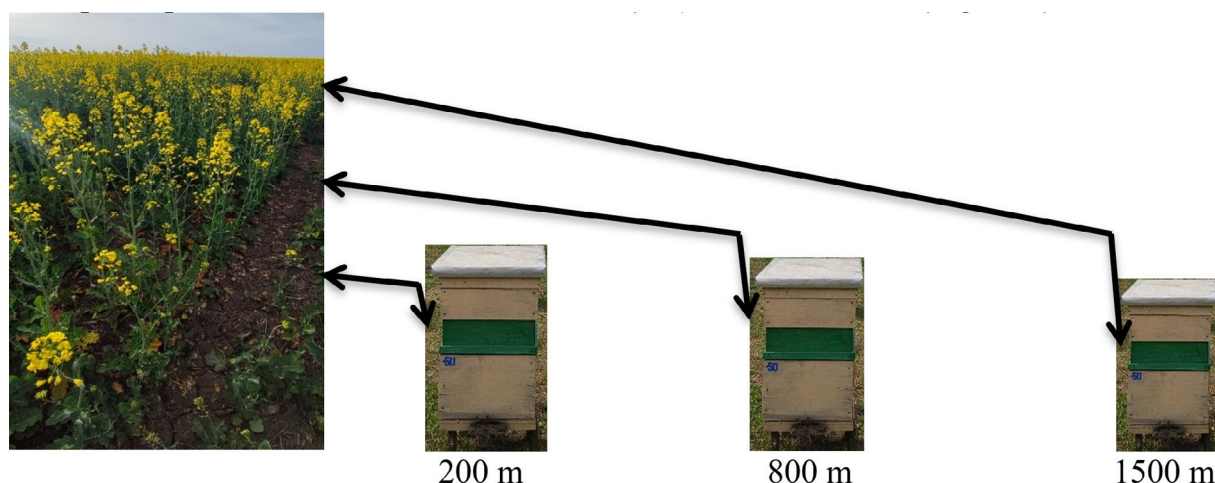


Figura 2. Distanța dintre stupină și parcelele selectate din plantația de rapiță

Rezultatele obținute în urma cercetărilor privind dezvoltarea plantelor de rapiță la începutul perioadei de înflorire au arătat că, la data de 12 aprilie 2024, la o distanță de 200 m de stupină, plantele aveau o înălțime medie de 1,05 m și o grosime a tulpinii de aproximativ 1,0 cm. Densitatea plantelor a fost de 40 de bucăți pe metru pătrat, cu un număr mediu de 12 flori pe plantă, ceea ce corespunde unui total de 480 flori pe metru pătrat (Tabelul 1).

Tabelul 1. Dezvoltarea plantelor de rapiță la începutul perioadei de înflorire 12.04.2024

Indicii studiați	200 m	800 m	1500 m
Înălțimea plantelor, m	1,05	1,10	0,97
Grosimea tulpinii plantelor, cm	1,0	1,5	1,0
Numărul plantelor pe un m ² , buc.	40	48	44
Numărul florilor pe o plantă, buc.	12	22	10
Numărul florilor pe un m ² , buc.	480	1056	440

Totodată, la o distanță de 800 m de stupină, plantele de rapiță au prezentat o înălțime cu 0,05 m mai mare comparativ cu cele situate la 200 m. De asemenea, s-au înregistrat valori mai mari și pentru grosimea tulpinii, cu 0,5 cm, precum și pentru densitatea plantelor – cu 8 bucăți în plus pe metru pătrat. Numărul florilor pe o plantă a fost mai mare cu 10, iar numărul florilor pe un metru pătrat cu 576 bucăți.

În schimb, la distanța de 1500 m de stupină, plantele din parcela analizată au înregistrat o înălțime de 0,97 m, grosimea tulpinii de 1,0 cm, densitatea plantelor fiind de 44 pe metru pătrat. Fiecare plantă avea, în medie, 10 flori, rezultând un total de 440 flori pe metru pătrat.

La măsurările de control efectuate în data de 26 aprilie 2024, aflate în mijlocul perioadei de înflorire a rapiței, s-a constatat că, la distanța de 200 m de stupină, plantele aveau înălțimea de 1,31 m, grosimea tulpinii – de 2,2 cm, numărul florilor pe o plantă era de 168 buc., iar totalul florilor pe un metru pătrat ajungea la 6720.

Totodată, la distanța de 800 m plantele de rapiță aveau toți indicii studiați mai mari ca la 200 m și anume: înălțimea – cu 0,07 m, grosimea tulpinii – cu 0,25 cm, numărul florilor pe o plantă – cu 19 buc. și numărul florilor pe un metru pătrat – cu 8976 buc. Plantele de rapiță la distanța de 1500 m aveau înălțimea mai mică cu 0,07-0,14 m față de cele de la 200 m și 800 m, corespunzător, și grosimea tulpinii, respectiv mai mică cu 0,1-0,35 m (Tabelul 2).

Tabelul 2. Dezvoltarea plantelor de rapiță la mijlocul perioadei de înflorire 26.04.2024

Indicii studiați	200 m	800 m	1500 m
Înălțimea plantelor, m	1,31	1,38	1,24
Grosimea tulpinii plantelor, cm	2,2	2,45	2,1
Numărul florilor pe o plantă, buc.	168	187	172
Numărul florilor pe un m ² , buc.	6720	8976	7568

Potrivit rezultatelor obținute, parcela amplasată la distanța de 1500 m de stupină s-a situat pe o poziție intermediară între celelalte două parcele (200 m și 800 m), atât în ceea ce privește numărul florilor pe o plantă (172 bucăți), cât și numărul florilor pe un metru pătrat (7568 bucăți).

La sfârșitul perioadei de înflorire, plantele de rapiță au atins înălțimi cuprinse între 1,46 și 1,60 m, iar grosimea tulpinilor a variat între 3,0 și 3,4 cm (Tabelul 3).

Tabelul 3. Dezvoltarea plantelor de rapiță la finele perioadei de înflorire, 13.05.2024

Indicii studiați	200 m	800 m	1500 m
Înălțimea plantelor, m	1,58	1,60	1,46
Grosimea tulpinii plantelor, cm	3,0	3,4	3,0
Numărul florilor pe o plantă, buc.	289	342	316
Numărul florilor pe un m ² , buc.	11560	16416	13904

Rezultatele obținute se aliniază cu datele din literatura de specialitate, care indică faptul că plantele de rapiță au o tulpină cu înălțimea de 120-150 cm (Bahcivanji et al., 2012). Numărul florilor pe o plantă a variat între 289 și 342 bucăți, iar pe un metru pătrat între 11 560 și 16 416 bucăți. Cea mai bună dezvoltare s-a înregistrat la plantele de rapiță situate la distanța de 800 m față de stupină, acestea având cel mai mare număr de flori atât pe o plantă (342 buc.), cât și pe un metru pătrat (16.416 buc.).

Evaluarea intensității de zbor a albinelor lucrătoare în perioada înfloririi rapiței.

S-a constatat că, în procesul polenizării rapiței, intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare variază în funcție de puterea familiilor (numărul de faguri populați cu albine) din loturile experimentale.

Deși raza de zbor a albinelor melifere este în general de 2-3 km, acestea colectează nectar și polen mai eficient la distanțe mai mici. Studiul nostru a arătat că, în prima

jumătate a zilei, la orele 10:00, în perioada înfloririi rapiței (13.04–25.04.2024), familiile puternice au avut un număr de întoarceri de la cules între 30,60 și 40,40 albine, cele cu putere medie între 26,20 și 35,80, iar cele slabe între 12,20 și 31,60. În a doua jumătate a zilei, la orele 15:00, valorile corespunzătoare au fost: 37,60–72,00 pentru familiile puternice, 28,80–55,80 pentru cele medii și 22,80–41,80 pentru cele slabe (Tabelul 4). În perioada a doua a înfloririi rapiței, în intervalul 2–9 mai 2024, s-a înregistrat o creștere a intensității de zbor a albinelor lucrătoare la orele 10:00.

Tabelul 4. Intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare cu nectar, timp de 3 minute

Lotul	Familii de albine puternice	Familii de albine cu putere medie	Familii de albine slabe
13.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	30,60±2,182	26,20±1,356	12,20±0,970
Ora 15 ⁰⁰	37,60±1,166	28,80±1,356	22,80±1,463
16.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	40,40±2,159	35,80±1,158	31,60±1,631
Ora 15 ⁰⁰	55,60±3,586	45,40±1,030	38,60±2,619
19.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	A plouat – albinele nu au zburat		
Ora 15 ⁰⁰	71,80±3,541	47,00±2,702	40,20±2,939
25.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	34,40±1,288	30,80±1,594	25,40±1,435
Ora 15 ⁰⁰	72,00±3,082	55,80±2,154	41,80±2,267
2.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	148,8±0,748	130,40±2,657	102,20±2,853
Ora 15 ⁰⁰	171,40±5,056	143,80±3,121	125,20±3,98
6.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	128,60±4,082	111,80±3,426	93,40±1,965
Ora 15 ⁰⁰	180,00±2,025	152,20±5,190	145,40±2,205
9.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	131,80±2,518	121,20±3,891	112,20±2,059
Ora 15 ⁰⁰	144,00±2,775	131,00±1,789	129,00±2,646

Numărul albinelor care s-au întors din câmp în decurs de 3 minute a variat între 128,6 și 148,8 bucăți în cazul familiilor puternice, între 111,8 și 130,4 în cazul celor cu putere medie, iar la familiile slabe, între 93,4 și 112,2 bucăți. În a doua parte a zilei, la ora 15:00, în același interval de timp (3 minute), în stup s-au întors: 144,0–180,0 albine din familiile puternice, 131,0–152,2 din cele cu putere medie și 125,2–145,4 din cele slabe.

Cercetările au evidențiat că intensitatea zborului albinelor lucrătoare care se întorc din câmp cu ghemotoace de polen este mai redusă comparativ cu cea a albinelor care culeg nectar. Polenul reprezintă sursa principală de proteine pentru hrănirea albinelor și a larvelor, începând cu a treia zi de viață până la căpăcirea celulelor.

În prima jumătate a perioadei de înflorire a rapiței, în intervalul orar 10:00, pe durata a 3 minute, s-au întors cu polen: 14,0–32,0 albine din familiile puternice, 11,0–24,0

din cele cu putere medie și 9,0–20,0 din cele slabe (Tabelul 5). După-amiaza, la ora 15:00, valorile au fost următoarele: 20,6–53,8 albine din familiile puternice, 16,0–36,6 din cele medii și 15,0–33,0 din familiile slabe.

În a doua jumătate a perioadei de înflorire a rapiței, intensitatea de zbor a albinelor care s-au întors din câmp cu ghemotoace de polen, în decurs de 3 minute, a înregistrat o creștere semnificativă. Astfel, la ora 10:00, din familiile puternice s-au întors în medie între 83,4 și 100,2 albine, din cele cu putere medie – între 73,4 și 111,8 albine, iar din cele slabe – între 64,8 și 105,8 albine.

Analizând comparativ intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare care s-au întors cu nectar în prima jumătate a perioadei de înflorire (la ora 10:00), s-a constatat că aceasta a fost mai mare în familiile puternice cu 12,84–16,79% față de cele cu putere medie și cu 27,85–250,82% față de cele slabe. La ora 15:00, diferențele au fost și mai accentuate: cu 29,03–30,56% mai mare față de familiile medii și cu 64,91–72,24% față de cele slabe.

În a doua jumătate a perioadei de înflorire, la ora 10:00, intensitatea zborului albinelor din familiile puternice care s-au întors cu nectar a fost mai mare cu 14,11–15,03% față de familiile cu putere medie și cu 32,62–37,69% față de cele slabe. După-amiaza, la ora 15:00, diferențele au fost de 9,92–18,27% în comparație cu familiile medii și de 15,02–23,80% față de cele slabe.

Tabelul 5. Intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare cu polen, timp de 3 minute

Lotul	Familii de albine puternice	Familii de albine cu putere medie	Familii de albine slabe
13.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	14,00+1,414	11,00+1,140	9,00+0,447
Ora 15 ⁰⁰	20,60+1,60	16,00+0,447	15,00+1,049
16.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	32,00+1,817	24,00+0,837	20,00+1,51
Ora 15 ⁰⁰	43,80+3,153	32,80+1,594	28,20+0,860
19.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	A plouat – albinele nu au zburat		
Ora 15 ⁰⁰	53,80+1,934	36,60+1,077	33,60+2,462
25.04.2024			
Ora 10 ⁰⁰	27,20+1,068	21,60+1,208	13,20+1,281
Ora 15 ⁰⁰	43,40+3,385	30,60+1,435	25,60+1,208
2.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	100,20+2,634	86,40+2,581	75,40+2,943
Ora 15 ⁰⁰	114,60+3,501	101,40+2,731	93,00+1,871
6.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	96,60+1,503	84,60+2,135	73,40+2,249
Ora 15 ⁰⁰	124,60+2,731	111,80+2,577	105,80+2,871
9.05.2024			
Ora 10 ⁰⁰	83,40+1,965	75,40+2,227	67,00+2,345
Ora 15 ⁰⁰	81,80+1,934	73,40+2,462	64,80+4,852

În prima jumătate a perioadei de înflorire a rapiței, la ora 10:00, intensitatea zborului albinelor lucrătoare care s-au întors din câmp cu ghemotoace de polen a fost mai ridicată în familiile puternice, depășind cu 27,27–33,33% valorile înregistrate în familiile cu putere medie și cu 55,56–60,0% pe cele din familiile slabe. La ora 15:00, diferențele au fost și mai evidente, fiind de 28,75–46,99% în raport cu familiile de putere medie și de 37,33–60,12% față de cele slabe.

Aceste rezultate sunt în concordanță cu literatura de specialitate, care arată că, în condiții de cules abundent, în familiile puternice participă la cules până la 60–65% din efectivul total de albine, în timp ce în familiile slabe proporția este de doar 15–20% (Туников et al., 2001; Melzer, 1989).

În familiile slabe, albinele tinere sunt mai implicate în hrănirea puietului, ceea ce duce la uzura prematură a acestora și la o activitate redusă în culesul de nectar și polenizare. În schimb, în familiile puternice, albinele se caracterizează printr-o longevitate mai mare și o implicare activă în culesurile melifere și în polenizarea culturilor agricole (Кочетов, 2007; Ульянич, 2003).

În a doua jumătate a perioadei de înflorire, la ora 10:00, intensitatea zborului albinelor cu ghemotoace din familiile puternice a fost superioară cu 10,61–15,97% față de cele cu putere medie și cu 24,48–32,89% față de familiile slabe. După-amiaza, la ora 15:00, aceste diferențe au fost de 11,41–11,45% în comparație cu familiile medii și de 17,77–26,23% față de cele slabe.

Frecventarea florilor de rapiță de către albinele lucrătoare la diverse distanțe de la stupină.

Rezultatele studiului privind frecventarea florilor de rapiță de către albinele lucrătoare, pe parcursul perioadei de înflorire, au evidențiat o corelație inversă între numărul de albine observate și distanța față de stupină. Astfel, la data de 13 mai 2024, s-au înregistrat în medie 10 albine pe un metru pătrat la o distanță de 200 metri de stupină. Pe măsură ce distanța a crescut, frecvența albinelor a scăzut semnificativ, ajungând la doar două albine pe metru pătrat la 1500 metri.

Valoarea maximă a frecventării florilor de rapiță a fost înregistrată în data de 19 aprilie 2024, când la 200 metri de stupină au fost observate 40 de albine lucrătoare pe un metru pătrat. La distanța de 800 metri s-au înregistrat 21 albine/m², iar la 1500 metri – 9 albine/m² (Tabelul 6).

Tabelul 6. Numărul albinelor lucrătoare frecvente pe florile rapiței, pe un m², la diverse distanțe de stupi

Data frecventării florilor de rapiță	200 m	800 m	1500 m
13.04.2024	10	4	2
16.04.2024	22	12	5
19.04.2024	40	21	9
25.04.2024	35	18	7
2.05.2024	38	25	5
6.05.2024	26	14	4
9.05.2024	15	9	0
Total	186	103	32

Rezultatele studiului demonstrează că, pe parcursul perioadei de înflorire a rapiței, numărul albinelor care frecventează florile la diferite distanțe de la stupină a scăzut treptat. Astfel, la data de 9.05.2024, la distanța de 200 metri au fost înregistrate 15 albine pe un metru pătrat, la 800 m – 9 albine, iar la 1500 m – niciuna. Prin urmare, se poate concluziona că, pe durata înfloririi rapiței, albinele frecventează mai intens florile aflate la o distanță de 200 m, fiind înregistrate în total 186 de albine, față de 103 la 800 m și doar 32 la 1500 m.

Așadar, pentru a asigura o polenizare mai eficientă a culturii de rapiță, se recomandă amplasarea stupinei cât mai aproape de sursa nectaro-poleniferă, preferabil la o distanță mai mică de 1500 m.

Eficiența economică a utilizării familiilor de albine la polenizarea rapiței.

Polenizarea este eficientă atunci când este valorificată corect colaborarea (simbioza) biologică dintre plante și albine, formată în decursul evoluției. În cazul polenizării culturilor în monocultură, albinele pot fi aduse și înainte de începerea înfloririi. Dacă însă, în raza de zbor productiv (aproximativ 2 km), există și alte plante înflorite care pot concura cu rapița, stupii se aduc doar după ce a început înflorirea acesteia. Acest lucru se datorează faptului că, în căutarea hranei, albinele vizitează simultan mai multe specii de plante, ceea ce poate reduce eficiența polenizării rapiței.

Distanța dintre stupină și cultura ce urmează a fi polenizată trebuie să fie cât mai mică. Astfel se asigură o frecvență ridicată a vizitelor florale pe parcursul unei zile, ceea ce contribuie la o polenizare mai eficientă, prin sporirea transportului de polen în perioada de maturare a stigmatelor.

Apropierea stupinei de sursa meliferă reduce semnificativ consumul de energie și hrană necesar zborului, iar concomitent cu intensificarea procesului de polenizare, crește și productivitatea în producerea mierii. Scopul principal este asigurarea unei densități uniforme a albinelor zburătoare pe întreaga suprafață cultivată. În cazul în care câmpul de rapiță depășește 2 km, este recomandată amplasarea stupinei în centrul suprafeței, pentru a permite zborul uniform în toate direcțiile.

Pentru o polenizare eficientă este necesar să fie asigurat numărul optim de familii de albine raportat la fiecare hectar, ținând cont și de prezența eventualelor culturi concurente. Astfel, pentru fiecare hectar de rapiță este necesară o familie de albine. Stupii trebuie transportați pe teren la începutul înfloririi rapiței și amplasați în grupe de câte 50–60 de familii, la o distanță de cel puțin 2000 m față de următoarele grupe.

O importanță deosebită o are calitatea familiilor de albine, mai ales în perioada de primăvară, pentru asigurarea unei polenizări eficiente a rapiței. Este esențial ca intensificarea creșterii puietului să înceapă cât mai devreme, astfel încât, în timpul polenizării, familiile să fie puternice, cu un număr mare de albine tinere și puiet descăpăcit. Pentru atingerea acestui obiectiv, în fiecare stup trebuie să existe un minimum de 7–8 kg de miere și păstură.

Lărgirea cuibului la momentul oportun și existența mătcilor tinere permite susținerea creșterii intensive a familiei. Cele mai bune polenizatoare sunt familiile în creștere și cu mult puiet. Eficacitatea polenizării este legată atât de productivitatea de polen a plantelor, cât și de durata coacerii polenului în timpul zilei. Pentru fecundare, fiecare floare de rapiță trebuie să fie vizitată de 5–6 ori de către albine.

S-a constatat că majoritatea plantelor eliberează polenul matur atunci când anterele se deschid, de obicei la mijlocul zilei, fenomen influențat de temperatura ambiantă și de gradul de maturizare a florilor (Красочко & Еремья, 2022a).

Rezultatele cercetărilor au arătat că masa semințelor produse de o plantă polenizată cu ajutorul albinelor a variat între 17 g (la 200 m distanță) și 22 g (la 800 m), iar masa totală a semințelor obținute pe un metru pătrat a fost cuprinsă între 680 și 1056 g (Tabelul 7).

Tabelul 7. Masa semințelor de rapiță de la plantele polenizate cu ajutorul albinelor

Indicii studiați	Unitatea de măsură	200 m	800 m	1500 m
Masa semințelor de pe o plantă polenizată de către albine	g	17	22	19
Masa semințelor de pe o plantă fără polenizare (izolate)	g	9	14	12
Masa semințelor de pe un m ² cu polenizarea albinelor	g	680	1056	836
Masa semințelor de pe un m ² a plantelor izolate	g	360	672	528
Diferența plantelor neizolate față de cele izolate (fără polenizarea albinelor)	g	+ 320	+ 384	+ 308
	%	88,89	57,14	58,33

Efectuând aceleași măsurări asupra plantelor de rapiță care nu au fost polenizate de albine (izolate), s-a constatat că masa semințelor formate pe o plantă de rapiță care a fructificat fără intervenția albinelor, la diferite distanțe, a variat între 9 g (la 200 m) și 14 g (la 800 m), iar masa semințelor de pe un metru pătrat a fost de 360 g la 200 m și 672 g la 800 m (Tabelul 8).

Cea mai mare cantitate de semințe de rapiță pe un metru pătrat, în urma polenizării realizate de albinele lucrătoare, a fost înregistrată la lotul situat la 800 m de la stupină, fiind cu 384 g mai mare comparativ cu plantele izolate, la care albinele nu au participat la polenizare.

Tabelul 8. Masa medie a semințelor de rapiță

Indicii studiați		$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Limita (min.-max.)
Masa semințelor de pe o plantă polenizată cu ajutorul albinelor, g		19,33±1,453	17-22
Masa semințelor de la o plantă izolată (fără polenizarea albinelor)		11,67±1,528	9-14
Masa semințelor de pe un m ² , a plantelor polenizate cu ajutorul albinelor, g		857,33±109,065	680-1056
Masa semințelor de pe un m ² , a plantelor izolate, g		520,0±90,156	360-672
Diferența între plantele cu polenizarea albinelor față de cele izolate:	g	337,33	–
	+, %	64,87	–

Masa semințelor de la o plantă de rapiță polenizată cu ajutorul albinelor a constituit, în medie, 19,33 g, iar de pe un metru pătrat – 857,33 g. În cazul plantelor de rapiță izolate (fără intervenția albinelor), masa semințelor a fost, în medie, de 11,67 g per plantă și 520,0 g per metru pătrat (Tabelul 8). Diferența între masa semințelor provenite de la plantele polenizate de albine și cele izolate este de 7,66 g per plantă și de 337,33 g per metru pătrat.

Prin urmare, polenizarea rapiței de către albine a contribuit la sporirea masei medii a semințelor pe plantă cu 65,63% și, respectiv, cu 64,87% pe un metru pătrat.

CONCLUZII

- 1) În cadrul experienței efectuate, plantele de rapiță, la finalul perioadei de înflorire, au atins înălțimi de 1,46–1,60 m, grosimea tulpinii a variat între 3,0–3,4 cm, iar densitatea plantelor pe un metru pătrat a fost de 40–48 bucăți. Numărul florilor pe plantă a fost cuprins între 289–342, ceea ce a determinat un total de 11.560–16.416 flori pe metru pătrat.

- 2) Intensitatea de zbor a albinelor lucrătoare care s-au întors cu nectar a variat în funcție de ora din zi și de puterea familiilor de albine. În prima jumătate a perioadei de înflorire, la ora 10:00, familiile puternice au înregistrat o intensitate de zbor mai mare cu 12,84–16,79% față de cele de putere medie și cu 27,85–250,82% față de cele slabe. La ora 15:00, aceste diferențe au fost de 29,03–30,56% și, respectiv, 64,91–72,24%. În a doua jumătate a înfloririi, diferențele la ora 10:00 au fost de 14,11–15,03% față de familiile medii și 32,62–37,69% față de cele slabe, iar la ora 15:00 – de 9,92–18,27% și 15,02–23,80%, respectiv.
- 3) În ceea ce privește intensitatea zborului albinelor care s-au întors cu ghemotoace de polen, în prima jumătate a înfloririi, la ora 10:00, aceasta a fost cu 27,27–33,33% mai mare față de familiile medii și cu 55,56–60,00% față de cele slabe. La ora 15:00, intensitatea a fost superioară cu 28,75–46,99% față de familiile medii și cu 37,33–60,12% față de cele slabe. În a doua jumătate a înfloririi, la ora 10:00, intensitatea zborului a fost mai mare cu 10,61–15,97% față de familiile medii și cu 24,48–32,89% față de cele slabe, iar la ora 15:00 – cu 11,41–11,45% și, respectiv, 17,77–26,23%.
- 4) Pe parcursul înfloririi rapiței, albinele au vizitat cel mai frecvent florile situate la 200 m de stupină, unde au fost înregistrate 186 de albine lucrătoare. La 800 m s-au înregistrat 103 albine, iar la 1500 m – doar 32 de albine.
- 5) Polenizarea plantelor de rapiță de către albine a determinat o creștere medie a masei semințelor per plantă cu 65,63%, iar pe un metru pătrat – cu 64,87%.
- 6) Pentru o polenizare eficientă a rapiței, se recomandă amplasarea stupinei cu familii puternice în imediata apropiere a sursei nectaro-polenifere, dar nu la o distanță mai mare de 1500 m.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost realizat în cadrul Subprogramului GREEN / 020407 și finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. БАХЦИВАНJI, М.; S. COȘMAN; S. CARAUȘ și V. COȘMAN (2012). *Caracteristica și valorificarea rațională a plantelor furajere naturale și cultivate*. Chișinău, 380 p. ISBN 978-9975-56-076-4.
2. BURA, M.; S. PĂTRUICĂ și V. BURA (2005). *Tehnologie apicolă*. Timișoara: Solness, 408 p. ISBN 973-729-029-3.
3. MÂNIȘOR, M. (1991). *Baza meliferă*. București, 222 p.
4. MELZER, W. (1989). *Beekeeping*. New York: Barron's Educational Series, 64 p.
5. БОРОДАЧЁВ, А. В.; А. Н. БУРМИСТРОВ и А. И. КАСЬЯНОВ (2002). *Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве*. Рыбное: Гос. учреждение «Науч.-исслед. ин-т пчеловодства», 156 с. ISBN 5-900205-35-5.
6. БУРМИСТРОВ, А. Н. и В. А. НИКИТИНА (1990). *Медоносные растения и их пыльца*. Москва: Росагропромпиздат, 190 с. ISBN 5-260-00145-1. Disponibil: <https://paseka.org/medonosnye-rasteniya-i-ih-pylca-1990/>
7. ГЛУХОВ, М. М. (1974). *Медоносные растения*. Издание 7-ое, переработанное и дополненное. Москва: Колос, 304 с.
8. ИШЕМГУЛОВ, А. М. (2012). *Пыльценозные растения Башкортостана*. УФА: Информреклама, 335 с. ISBN 978-5-904555-47-4.
9. КОЧЕТОВ, А. С. (2007). *Сила пчелиной семьи и качество пчел*. Пчеловодство, № 4, с. 10-11.
10. КРАСОЧКО, П. и Н. ЕРЕМИЯ (2022a). *Продукты пчеловодства: свойства, получение, применение*. Монография. 2-ое изд. перераб. и доп. Кишинэу-Витебск. „Print-Caro”, 723 с. ISBN 978-9975-164-764.

11. КРАСОЧКО, П. и Н. ЕРЕМИЯ (2022b). *Технология продуктов пчеловодство и их применение*. Учебник для Вузов. Санкт-Петербург: ООО «Издательство Лань», 656 с. ISBN 978-5-8114-8533-8.
12. КРИВЦОВ, Н. И. (1986). *Определение объема выборки, необходимой для получения достоверных результатов в исследованиях по пчеловодству*. Методические рекомендации. Рыбное, 1986. 6 с.
13. ТУНИКОВ, Г. М.; О. А. ЗАХАРОВА; Н. И. МОРОЗОВА и С. А. ТОБРАТОВ (2001). *Микроэлементы в окружающей среде и продуктах питания*. Рязань, 255 с.
14. УЛЬЯНИЧ, Н. В. (2003). Три важных правила. *Пчеловодство*, № 4, с. 38-39. ISSN 0369-8629.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 20.03.2025; Accepted 21.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2025.1.15
UDC: 005.591.6:338.43(470)



BARIERELE ÎN APLICAREA INOVAȚIILOR ÎN SECTORUL AGROAILIMENTAR AL REPUBLICII MOLDOVA

Veronica PRISĂCARU^{1*}, ORCID: 0000-0002-2952-6888,
Olga CAUȘ², ORCID: 0009-0009-5640-3232

¹Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Veronica PRISĂCARU – e-mail: veronica.prisacaru@usm.md

Abstract. The main objectives of the research were: a) to elucidate the conceptual essence and typology of innovation barriers; b) to assess the innovation barriers in the agri-food sector of the Republic of Moldova and, based on this, to identify directions for reducing their impact. In order to achieve the research objectives, the following methods were applied: bibliographic study, data grouping method, opinion survey, systematization, generalization, and deduction. As a result of the research, the main barriers hindering innovation in the agri-food sector of the Republic of Moldova were identified, and a comparative analysis was conducted between the perceived impact of these barriers by sector representatives and the impact deduced through their analysis based on the Oslo Manual. Consequently, recommendations were formulated to rationalize the innovation activities of enterprises in the agri-food sector, aimed at reducing the influence of innovation barriers.

Keywords: *Agri-food sector; Innovation; Barriers; Republic of Moldova.*

Rezumat. Obiectivele de bază ale cercetării au constat în: a) elucidarea esenței conceptuale și tipologiei barierelor inovației; b) evaluarea barierelor inovației în sectorul agroalimentar al Republicii Moldova și, în această bază, identificarea direcțiilor de diminuare a influenței acestora. În vederea atingerii obiectivelor cercetării, au fost aplicate metodele: studiul bibliografic, metoda grupării datelor, sondajul de opinie, sistematizarea, generalizarea, deducția. În rezultatul cercetării, au fost identificate principalele bariere care împiedică inovația în sectorul agroalimentar al Republicii Moldova, a fost analizat comparativ impactul barierelor respective în percepția reprezentanților sectorului și cel dedus prin analiza acestora în baza manualului Oslo. Drept urmare, s-au formulat recomandări de raționalizare a activității inovaționale a întreprinderilor sectorului agroalimentar orientate la diminuarea influenței barierelor inovației.

Cuvinte-cheie: *Sector agroalimentar; Inovație; Bariere; Republica Moldova.*

INTRODUCERE

Fiind pe larg recunoscut impactul inovațiilor asupra performanței întreprinderilor agroalimentare, precum și amploarea redusă a activității inovaționale în sectorul respectiv (Prisăcaru & Străinu, 2023; Străinu, 2024), în vederea identificării direcțiilor concrete de remediere a situației, se impune necesitatea diagnosticării barierelor în implementarea inovațiilor.

Conform ediției a patra a Manualului Oslo „o barieră în fața inovării împiedică o firmă ne inovatoare să se implice în activități de inovare sau o firmă activă în inovare - să introducă tipuri specifice de inovare” (OECD, 2018), În opinia lui Lewandowska (2014), bariera în calea inovării este orice factor care încetinește sau chiar împiedică activitatea de inovare, precum și care poate afecta negativ activitatea de inovare în măsura în care nu aduce rezultatele așteptate. Ordoñez-Gutiérrez et al. (2023) identifică barierele inovației cu problemele care împiedică o firmă sau un grup de firme, fie inovatoare sau nu, să își desfășoare cu succes proiectele de cercetare, dezvoltare și inovare. Madeira et al. (2017), în baza sintezei mai multor surse, definesc barierele inovației ca „factori interni sau externi ai unei firme care scad sau chiar împiedică înclinația acesteia spre inovație, îi reduc capacitatea de a introduce și susține produse sau procese noi sau îmbunătățite semnificativ, afectează activitatea inovatoare, împiedică obținerea rezultatelor așteptate și influențează performanța afacerii”.

Din cele expuse mai sus, este evidentă natura complexă a barierelor inovației, fapt ce a determinat nenumărați cercetători să le sistematizeze după diverse criterii și să pătrundă în latura internă a acestora. Astfel, printre încercările de a face o sistematizare a barierelor inovațiilor, distingem preponderența a două criterii: în funcție de proveniență; după conținut.

Cu referire la proveniența barierelor, constatăm un acord al cercetătorilor că acestea sunt externe și interne (Madeira et al., 2017; Jegede et. al., 2012; Khairushalimi et. al., 2014; Kurteshi, 2018), cele externe reprezentând forțe motrice necontrolabile, în timp ce cele interne putând fi gestionate de către fiecare entitate. Astfel, Jegede et al. (2012), spre exemplu, referă la barierele externe piața, guvernul și altele (de natură tehnică, socială, inter-organizațională etc.), în timp ce în lista barierelor interne include oamenii, structura și strategia entității.

Cu referire la clasificarea barierelor inovației după conținut, constatăm existența unor abordări destul de variate, unele mai comprehensive, altele mai puțin. Astfel, Blasco et al. (2007) evidențiază trei bariere: aferente costurilor inovației, cunoștințelor și marketingului. D’Este et al. (2012) menționează patru bariere: costurile inovației, cunoștințele, marketingul și reglementările. Baldwin & Lin (2002), consideră că inovațiile sunt afectate de bariere legate de costuri, de instituție, de muncă, de organizație și de informații. Khairushalimi et al. (2014) afirmă că abilitățile, cunoștințele, barierele funcționale, barierele legate de intenții și cele afective reprezintă barierele cu impact asupra inovațiilor. Madeira et al. (2017), bazându-se pe datele Sondajului de Inovare Comunitară 2010, evidențiază următoarele bariere ale inovației: insuficiența capitalului propriu; insuficiența surselor de finanțare; costuri înalte ale inovației; insuficiența personalului calificat; insuficiența informației cu referire la tehnologii; insuficiența informației despre piețe; insuficiența parteneriatelor inovaționale; dominarea pieței de către anumite firme stabilite; incertitudinea cu referire la cerere/piață; percepția că inovația nu este necesară, din cauza inovațiilor deja existente; percepția că inovația nu este necesară, din cauza lipsei cererii/pieței.

MATERIALE ȘI METODE

Atingerea obiectivului cercetării de elucidare a esenței conceptuale și tipologiei barierelor inovației a presupus o sinteză bibliografică a unei serii de publicații aferente subiectului. Evaluarea barierelor inovației în baza manualul Oslo, și anume a nivelului vulnerabilității și a intensității influenței fiecărei bariere, s-a efectuat prin aplicarea metodei grupării pe intervale egale, sistematizării, generalizării.

În vederea diagnosticării barierelor inovației în sectorul agroalimentar al Republicii Moldova, au fost valorificate datele unui sondaj de opinie realizat în perioada iulie 2023 – aprilie 2024, prin metoda interviului tematic semi-structurat pe un eșantion de 107 întreprinderi cu un număr de salariați mai mare de 9 persoane, inclusiv 66 întreprinderi agricole și 41 întreprinderi ale industriei alimentare și de fabricare a băuturilor. Procesarea datelor obținute în cadrul sondajului de opinie s-a efectuat prin metoda analizei comparative, sistematizării, generalizării.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În contextul abordărilor existente cu privire la factorii care împiedică inovația, considerăm ca având o relevanță și consistență optimă clasificarea acestora în Manualul Oslo, ediția a treia (OECD, 2005), fiind făcute referințele de rigoare și la tipurile de inovații care sunt afectate sub influența fiecărui factor. O reprezentare schematică a acestora este redată în figura 1 care conține 24 de factori detaliați în cadrul a 5 factori generali: aferenți costurilor, aferenți cunoștințelor, factori ai pieței, factori instituționali și alți factori care împiedică inovarea. Implicit precizăm că, conform aceleiași surse, putem identifica patru tipuri de bază de inovație: de produs (introducerea unui bun sau serviciu nou sau îmbunătățit semnificativ), de proces (implementarea unei metode de producție sau de livrare, nouă sau îmbunătățită), de organizare (implementarea unei metode noi de organizare în practicile de afaceri ale firmei, în organizarea locului de muncă sau în relațiile externe) și de marketing (implementarea unei noi metode de marketing).

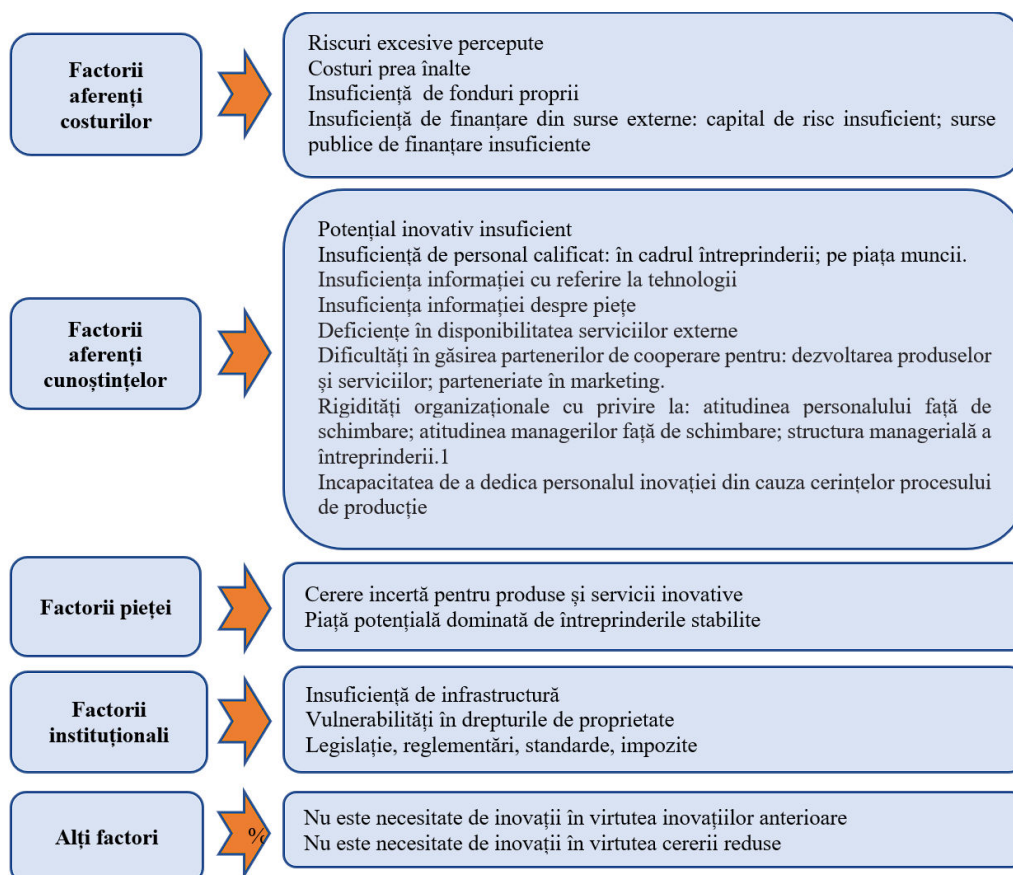


Figura 1. Factorii care împiedică activitățile inovatoare

Sursă: Elaborat de autori în baza OECD 2005, p. 113

În baza manualului OSLO (2005), ținând cont de impactul fiecărui factor asupra unui tip sau altul de inovație, a fost determinat nivelul de vulnerabilitate al fiecărui tip de inovație: înalt, mediu sau redus. În acest scop, a fost utilizată metoda grupării pe intervale egale, fiind selectată, ca caracteristică de grupare, numărul de factori care au impact asupra fiecărui tip de inovație. Datele obținute se expun în tabelul 1.

Tabelul 1. Determinarea nivelului de vulnerabilitate al tipurilor de inovații

Grupele identificate de caracteristici	Calificativul grupei	Tipurile de inovare aferente în funcție de numărul de factori care o afectează
10-13	Vulnerabilitate redusă	Inovația de organizare (10 factori)
14-17	Vulnerabilitate medie	–
18-23	Vulnerabilitate înaltă	Inovația de produs (23 factori); Inovația de marketing (21 factori); Inovația de proces (18 factori).

Sursă: Elaborat de autori în baza OECD, 2005

După cum denotă tabelul 1, doar inovația de organizare se impune printr-o vulnerabilitate redusă la factorii care împiedică inovarea, fiind sub influența unui număr de doar 10 factori din 24. Inovația de proces este influențată de 18 factori, ceea ce-i permite să fie calificată ca având un nivel de vulnerabilitate la intersecția celui mediu și înalt, în timp ce inovația de marketing și inovația de produs au un nivel foarte înalt de vulnerabilitate. Acest fapt denotă necesitatea de a acorda o atenție sporită evaluării multilaterale a factorilor care afectează tipurile respective de inovație în vederea gestionării cât mai eficace și eficiente a proceselor de implementare a acestora.

Pe de altă parte, prin examinarea măsurii în care factorii detaiați care împiedică inovația se manifestă în cazul fiecărui tip de inovație, putem evalua intensitatea influenței factorilor generali, datele primare pentru calcul fiind expuse în tabelul 2.

Tabelul 2. Date primare pentru determinarea intensității influenței factorilor care împiedică inovația

Denumirea factorilor generalizatori care împiedică inovația	Numărul de factori detaiați aferenți	Numărul maxim posibil de influențe	Numărul de influențe exercitate efectiv, total	inclusiv:			
				inovația de produs	inovația de proces	inovația de organizare	inovația de marketing
Factorii aferenți costurilor	5	20	20	5	5	5	5
Factorii aferenți cunoștințelor	12	48	34	11	10	4	9
Factorii pieței	2	8	4	2	–	–	2
Factorii instituționali	3	12	8	3	2	–	3
Alți factori	2	8	6	2	1	1	2

Sursă: Elaborat de autori în baza OECD, 2005

Prin raportarea numărului de influențe exercitate efectiv de către fiecare factor la numărul maxim posibil de influențe, determinăm intensitatea influenței fiecărui factor, datele fiind expuse în figura 2.

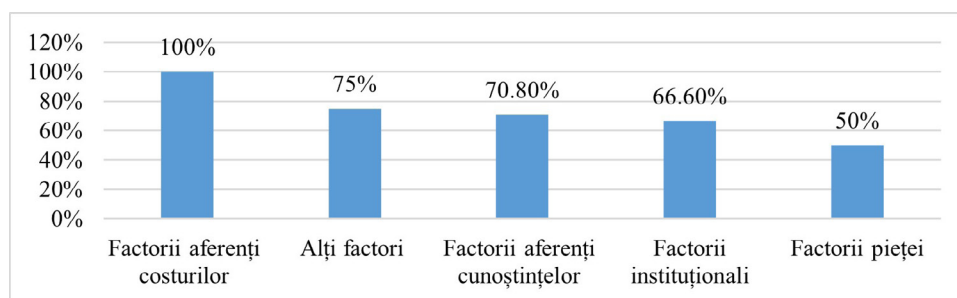


Figura 2. Intensitatea influenței factorilor care împiedică inovația

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

Astfel, conform datelor figurii 2, constatăm că, costurile inovației reprezintă cel mai semnificativ factor cu impact asupra inovațiilor, având o intensitate maximă de 100%, ceea ce dovedește impactul factorilor detaiați aferenți asupra tuturor tipurilor de inovație. Printr-o intensitate înaltă de impun așa numiții „alți factori” care includ demotivarea subiecților în virtutea inovațiilor anterioare sau cererii reduse, precum și factorii aferenți cunoștințelor și factorii instituționali. Doar factorii pieței au o intensitate medie de 50%.

Luarea în considerare a vulnerabilității diferitor tipuri de inovații și intensității influenței factorilor care împiedică inovația este importantă atât la nivel de întreprindere în vederea unui management eficace și eficient al activității inovaționale, cât și pentru factorii de decizie la nivel sectorial, în vederea elaborării unor politici corecte care ar susține activitatea inovațională prin anticiparea influenței nefaste a anumitor factori sau diminuarea efectelor negative ale acestora.

În vederea analizei percepției managerilor și specialiștilor întreprinderilor cercetate cu privire la măsura în care anumite bariere împiedică inovația în întreprinderile sectorului agroalimentar din Republica Moldova, în cadrul sondajului de opinie realizat, respondenților le-au fost adresate două întrebări: una pentru a identifica factorii concreți care împiedică inovația în fiecare întreprindere, cu posibilitatea răspunsurilor multiple, și a doua – pentru a estima măsura în care fiecare din factorii menționați generează reducerea potențială a profitului, reducerea totală de profit echivalând-o cu 100%. Au fost obținute răspunsuri de la toți 66 de reprezentanți ai întreprinderilor agricole și 40 din cei 41 de reprezentanți ai întreprinderilor industriei alimentare și de fabricare a băuturilor. Structura eșantioanelor după numărul de factori indicați de către respondenți este redată în figurile 3 și 4.

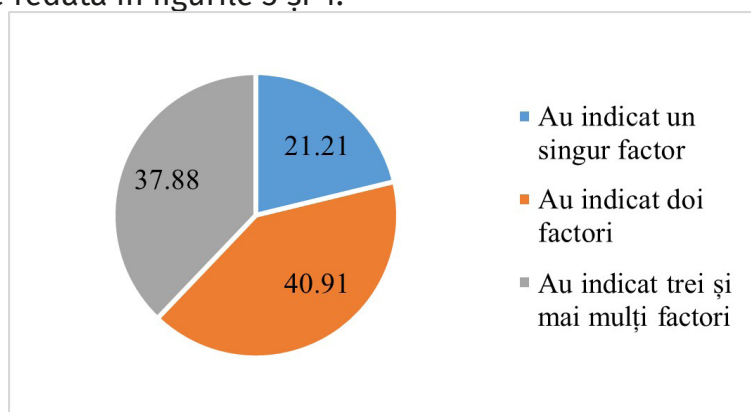


Figura 3. Structura eșantionului de întreprinderi agricole după numărul de factori care împiedică inovația indicați de către respondenți, %

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

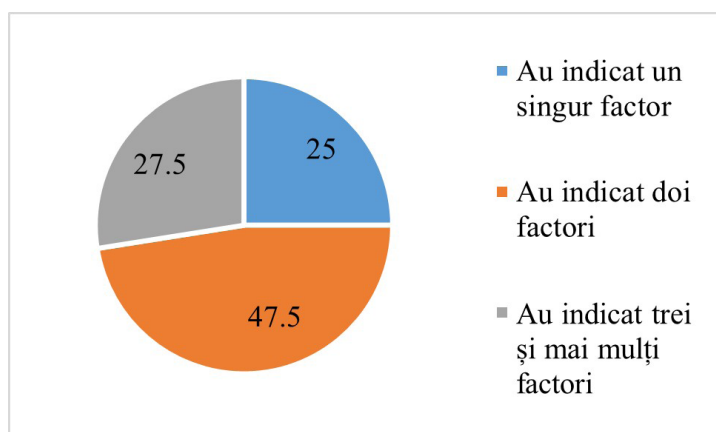


Figura 4. Structura eșantionului de întreprinderi ale industriei alimentare și de fabricare a băuturilor după numărul de factori care împiedică inovația indicați de către respondenți, %

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

Din figurile 3 și 4 constatăm următoarele: cea mai mare parte din respondenții ambelor eșantioane au indicat mai mult de un factor, ceea ce dovedește conștientizarea de către aceștia a complexității proceselor inovaționale, a faptului că procesele respective se află sub influența unor forțe motrice de diferită natură. Raționamentul respectiv este argumentat și prin ponderea reprezentativă a respondenților care au indicat 3 și mai mulți factori: 37,88% din reprezentanții întreprinderilor agricole și 27,5% din reprezentanții întreprinderilor industriei alimentare și de fabricare a băuturilor.

Frecvența indicării fiecărui factor de către respondenți este redată în figurile 5 și 6.

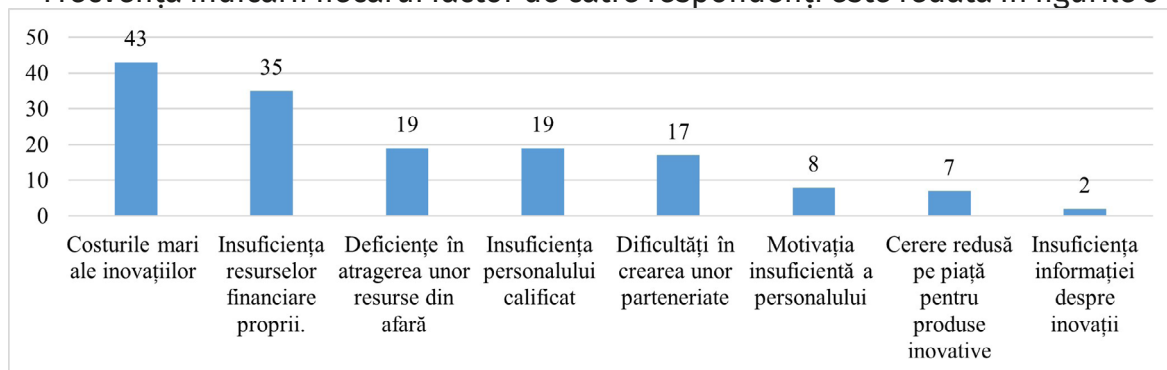


Figura 5. Frecvența selectării factorilor care împiedică inovația de către întreprinderile agricole, un.

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

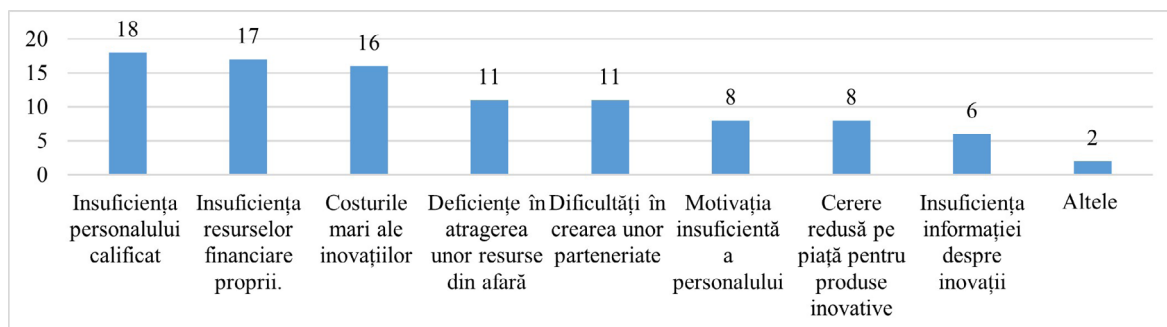


Figura 6. Frecvența selectării factorilor care împiedică inovația de către întreprinderile industriei alimentare și de fabricare a băuturilor, un.

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

Conform datelor expuse în figura 5, cel mai frecvent au fost indicate costurile mari ale inovației ca factor care împiedică inovațiile în întreprinderile agricole, în timp ce din figura 6 rezultă că întreprinderile industriei alimentare și de fabricare a băuturilor sunt afectate în măsură mai mare de lipsa personalului calificat. În ambele tipuri de întreprinderi, insuficiența informației despre inovații este plasată la capătul clasamentului după frecvența alegerii. Tot odată remarcăm că doar reprezentanții întreprinderilor industriei alimentare și de fabricare a băuturilor au precizat și alți factori decât cei enumerați în anchetă, referindu-se la: limitări în vânzările interne și export impuse de către factori externi, impactul nefast al pandemiei și stărilor de urgență, acești factori fiind încadrați în grupa factorilor generali instituționali.

În continuare se prezintă o analiză comparativă a datelor cu privire la intensitatea influenței factorilor care împiedică inovația determinată în baza manualului Oslo și frecvența menționării factorilor respectivi în cadrul sondajului de opinie. În acest scop, factorii detaiați examinați în cadrul sondajului de opinie au fost sistematizați în factori generalizatori. Reprezentarea schematică a frecvenței menționării factorilor generali care împiedică inovația, distinct, în întreprinderile agricole și ale industriei alimentare și de fabricare a băuturilor (figurile 7 și 8) permite de a ierarhiza factorii examinați în funcție de semnificația percepută de către respondenți.

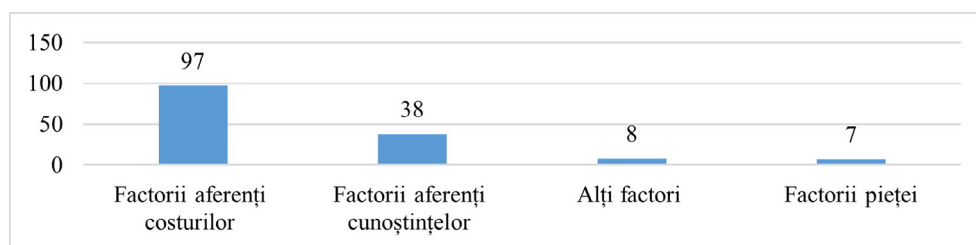


Figura 7. Frecvența menționării de către respondenți a factorilor generali care împiedică inovația în întreprinderile agricole, un.

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

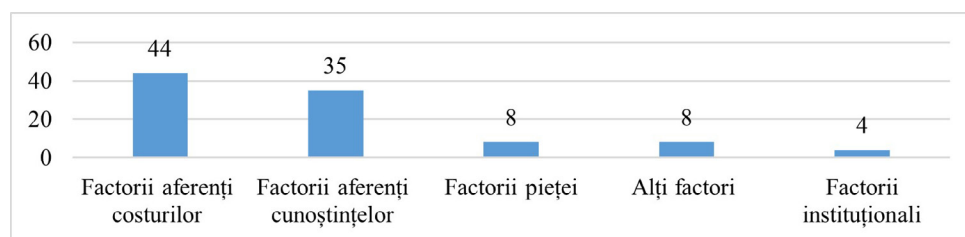


Figura 8. Frecvența menționării de către respondenți a factorilor generali care împiedică inovația în întreprinderile industriei alimentare și de fabricare a băuturilor, un.

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

Prin analiza comparativă a datelor reflectate în figura 2 și figurile 7 și 8, identificăm următoarele similitudini între datele oferite de manualul Oslo și cele efectiv obținute în cadrul sondajului de opinie:

1. Poziția similară deținută de factorii aferenți costurilor: atât conform manualului Oslo, cât și în ambele tipuri de întreprinderi cercetate, aceștia dețin prima poziție;
2. Semnificația înaltă a factorilor aferenți cunoștințelor: conform manualului Oslo, factorii respectivi se plasează pe poziția a treia după intensitatea influenței, în timp ce respondenți din ambele tipuri de întreprinderi i-au plasat pe poziția a doua.

În același timp, constatăm diferențe în importanța percepută de respondenți a factorilor instituționali, aceștia fiind menționați doar de reprezentanții întreprinderilor industriei alimentare și de fabricare a băuturilor, precum și a factorilor din grupa „alți factori”, fiindu-le oferită o semnificație mai redusă de către respondenți comparativ cu datele manualului Oslo.

Prin generalizarea celor expuse, deducem totuși asupra conștientizării corecte de către managerii și specialiștii întreprinderilor sectorului agroalimentar a semnificației factorilor care împiedică inovația, afirmație argumentată prin corespunderea în cea mai mare parte a opiniilor respondenților prevederilor manualului Oslo.

Prin procesarea rezultatelor sondajului de opinie realizat, a fost posibil de a evalua și măsura în care, în percepția respondenților, fiecare din factorii evidențiați de aceștia contribuie la reducerea potențială a profitului, aceasta fiind determinată ca medie aritmetică simplă prin sumarea contribuțiilor evidențiate de respondenți pe fiecare factor general și raportarea sumei totale obținute la numărul total de alegeri ale factorului respectiv. Datele obținute sunt redată în figurile 9 și 10.

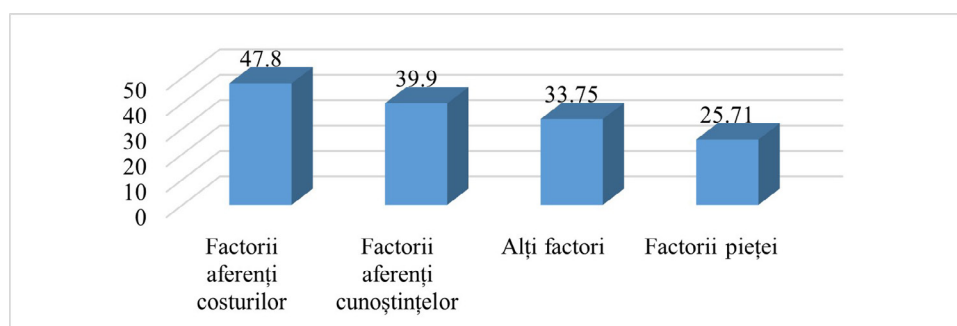


Figura 9. Contribuția medie a factorilor generali care împiedică inovația în reducerea potențială a profitului în întreprinderile agricole, %

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

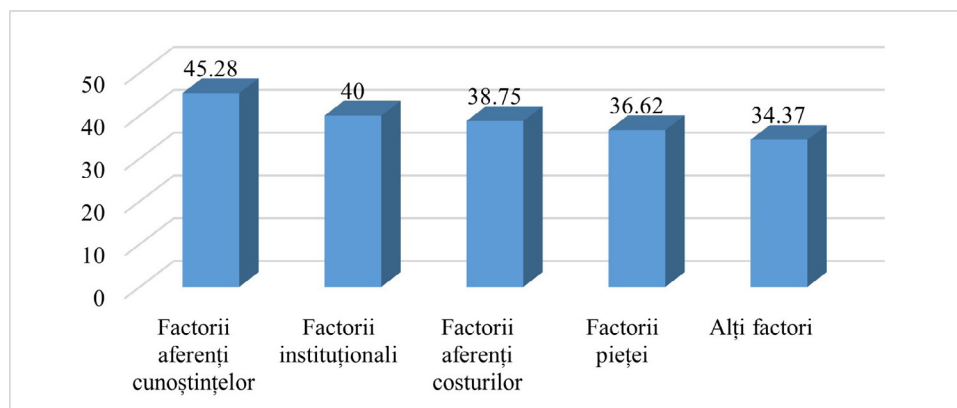


Figura 10. Contribuția medie a factorilor generali care împiedică inovația în reducerea potențială a profitului în întreprinderile industriei alimentare și de fabricare a băuturilor, %

Sursă: Elaborat de autori în baza rezultatelor sondajului de opinie

Evaluarea comparativă a datelor expuse în figurile 9 și 10 permite să constatăm că, dacă în întreprinderile agricole se menține aceeași ierarhie a factorilor în funcție de frecvența manifestării și în funcție de contribuție în reducerea potențială a profitului, reprezentanții întreprinderilor din industria alimentară și de fabricare a băuturilor au indicat o contribuție mai mare a factorilor aferenți cunoștințelor și factorilor instituționali, chiar dacă factorii respectivi au fost menționați mai rar.

CONCLUZII

În temeiul celor constatate, deducem asupra necesității de a orienta eforturile factorilor de decizie după cum urmează:

- a. la nivel de întreprinderi – spre valorificarea mai amplă a oportunităților de atragere a resurselor externe în vederea finanțării inovațiilor; diagnosticarea problemelor aferente stabilirii unor parteneriate în inovații și, în această bază, valorificarea mai bună a oportunității date pentru intensificarea activității inovatoare; identificarea și valorificarea posibilităților de formare a personalului pe problemele inovațiilor în domeniile-cheie ale activității întreprinderii, precum și de informare continuă privind noutățile din domeniile aferente; perfecționarea sistemului motivațional al întreprinderilor prin stabilirea unor criterii clare de evaluare a performanței inovatoare;
- b. la nivelul factorilor de decizie de nivel sectorial: spre perfecționarea politicilor sectoriale prin introducerea, ca obiective-cheie, crearea unui climat inovativ favorabil prin înlesnirea accesului la informațiile de ultimă oră cu referire la inovațiile de produs, proces, organizare și marketing pentru toți beneficiarii potențiali; atragerea fondurilor externe și direcționarea acestora pentru organizarea activităților de formare a personalului pe subiectele aferente inovațiilor; organizarea unor evenimente de promovare a bunelor practici de implementare a inovațiilor; organizarea unor mese rotunde cu participanți din diverse domenii și zone geografice în vederea facilitării parteneriatelor pe probleme inovatoare.

Întreprinderea acțiunilor propuse trebuie să aibă ca bază considerarea vulnerabilității diferitor tipuri de inovații și intensității influenței factorilor care împiedică inovația.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BALDWIN, J. & Z. LIN (2002). *Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers*. Research Policy, vol. 31(1), pp. 1-18. ISSN 0048-3333. Disponibil: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00110-X)
2. BLASCO, A. S.; J. G. QUEVEDO & M. T. CARRIZOSA (2007). Barriers to innovation and public policy in Catalonia. In: *IEB Working Paper*. Barcelona Institute of Economics, vol. 6, pp.1-29. Disponibil: <https://ieb.ub.edu/wp-content/uploads/2018/04/2007-IEB-WorkingPaper-06.pdf>
3. D'ESTE, P.; S. IAMMARINO; M. SAVONA & N. VON TUNZELMANN (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. *Research Policy*, vol. 41(2), pp. 482-488. ISSN 0048-7333. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.09.008>
4. JEGEDE, O.; M. O. ILORI; J. A. SONIBARE; B. A. OLUWALE & W. O. SIYANBOLA (2012). Factors Influencing Innovation and Competitiveness in the Service Sector in Nigeria: a Sub-Sectoral Approach. *Management*, vol. 2(3), pp. 69-79. ISSN 2163-2416. Disponibil: <https://doi.org/10.5923/j.mm.20120203.03>
5. KHAIRUSHALIMI, F. I.; N. H. AZIZAN; S. AHMAD & N. N. A. ZULKURNAIN (2014). Empirical Investigation of the Impact of Internal and External Barriers towards Technology Innovation for Small and Medium Enterprises (SMEs): A Second Order Structural Equation Modeling. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5(11), pp. 648-652. ISSN 2229-5518.
6. KURTESHI, R. (2018). A systematic review of the internal and external barriers to public sector innovation in Kosovo. *Business Excellence and Management*, vol. 8(3), pp. 24-33. ISSN 2284-6811. Disponibil: <https://beman.ase.ro/no83/2.pdf>
7. LEWANDOWSKA, M. (2014). Innovation barriers and international competitiveness of enterprises from Polish food processing industry. *ACTA Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, vol. 13(14), pp. 103-113. ISSN 1644-0757. Disponibil: <https://scispace.com/pdf/innovation-barriers-and-international-competitiveness-of-3gmiraq50d.pdf>

8. MADEIRA, M. J.; J. CARVALHO; J. R. M. MOREIRA; F. A. P. DUARTE & F. PEDRO FILHO. (2017). Barriers to Innovation and the Innovative Performance of Portuguese Firms. *Journal of Business*, vol. 9(1), pp. 2-22. ISSN 2078-9424. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/320578278_Barriers_to_Innovation_and_the_Innovative_Performance_of_Portuguese_Firms
9. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th edition. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris; Luxembourg: OECD Publishing, 254 p. ISBN 978-92-79-92578-8. Disponibil: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/10/oslo-manual-2018_g1g9373b/9789264304604-en.pdf
10. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). EUROSTAT (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd edition. A joint publication of OECD and Eurostat. 166 p. ISBN 92-64-01308-3. Disponibil: https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual_9789264013100-en.html
11. ORDOÑEZ-GUTIÉRREZ, A. V.; A. MÉNDEZ-MORALES & M. M. HERRERA (2023). Barriers to Innovation: A Systematic Literature Review. *Trilogy. Science Technology Society*, vol. 15, no. 29. Disponibil: <https://www.redalyc.org/journal/5343/534374527007/html/>
12. PRISĂCARU, V. & O. STRĂINU (2023). Implementation of the innovative management in the food industry enterprises in the Republic of Moldova - current state, barriers, possible solutions. In: *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, vol. 23(1), pp. 659-668. ISSN 2284-7995, eISSN 2285-3952. Disponibil: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art69.pdf
13. STRĂINU, O. (2024). Estimating the impact of investments in innovation on the performance of agricultural enterprises: the case of the Republic of Moldova. In: *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural development*, vol. 24, (4), pp. 791-796. ISSN 2284-7995, eISSN 2285-3952. Disponibil: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_4/Art85.pdf

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Paper history

Received 15.04.2025; Accepted 22.05.2025

Copyright: © 2025 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).