



Agricultural Science *știința*
agricolă



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

ISSN 1857-0003

E-ISSN 2587-3202

ȘTIINȚA AGRICOLĂ

AGRICULTURAL SCIENCE

01 / 2026

CHIȘINĂU 2026

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

Este o publicație științifică de specialitate, recenzată, cu acoperire internațională, adresată oamenilor de știință, cercetătorilor, cadrelor didactice, specialiștilor din complexul agroindustrial și din ramurile conexe, constituind o platformă de publicare și diseminare a rezultatelor cercetării științifice din Republica Moldova, și din străinătate.

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 1 martie 2022 revista „Știința Agricolă” a fost clasificată în categoria B.

Publicația este disponibilă sub licența **Creative Commons Atribuire 4.0 Internațional (CC BY 4.0)**, având o periodicitate bianuală și este disponibilă atât în format tipărit, cât și electronic.

<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 DUMITRAȘ,

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)

Mihail MOROZ,

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

Grigorii 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:

dr. Viorica LUPU

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

dr. 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)

Mihail MOROZ,

Ph.D., lecturer, 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

dr. Viorica LUPU

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

dr. Viorica LUPU

Octavian TVERDOHLEB

Ana RURAC

CUPRINS

Pantelimon BOROZAN, Vladimir GRIBINCEA, Simion MUSTEAȚA PERFORMANȚA HIBRIZILOR DE PORUMB FAO 160-500 ÎN CONDIȚII CLIMATERICE CONTRASTANTE.....	7
Ananie PEȘTEANU, Gabriel ISAC COMPORTAREA POMILOR DE MĂR ÎN PERIOADA DE FRUCTIFICARE PE PORTALTOAIELE DIN GRUPA GENEVA PE UN TEREN REPLANTAT.....	17
Valerian BALAN, Inna BÎLICI, Sergiu VĂMĂȘESCU ANALIZA COMPARATIVĂ A REGIMULUI LUMINOS ÎN PLANTAȚII DE MĂR PE TERENURI CU RELIEF DIFERIT.....	27
Миланья МАКОВЕЙ НЕКОТОРЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА НА СКОРОСПЕЛОСТЬ.....	37
Alexei BIVOL, Sergiu BĂDĂRĂU, Mariana GODOROJA, Elena IURCU-STRĂISTARU, Nadejda MOCREAC EFICIENTIZAREA SISTEMULUI INTEGRAT DE PROTECȚIE A VIȚEI-DE-VIE PRIN INCLUDEREA UNOR NOI PRODUSE DE UZ FITOSANITAR PENTRU COMBATAREA CIUPERCILOR PLASMOPARA VITICOLA ȘI OIDIUM TUCKERI.....	47
Ion ZUBCU MONITORIZAREA POPULAȚIILOR DE CYDIA FUNEBRANA (TREITSCHKE, 1835) CU CAPCANE FEROMONALE ÎN LIVADA ECOLOGICĂ DE PRUN.....	60
Ion PALADI OPTIMIZAREA METODELOR DE CONTROL AL PUTREGAIULUI CENUȘIU ȘI MANEI FLORII-SOARELUI	70
Corneliu MUNTEANU, Iurie MELNIC, Bogdan ISTRATE, Ramona CIMPOEȘU, Vitali VIȘANU, Fabian-Cezar LUPU EVALUAREA PROPRIETĂȚILOR ANTICOROZIVE ALE ACOPERIRILOR TERMICE ÎN JET DE PLASMĂ APLICATE PE DISCURILE GRAPELOR.....	80
Victor POPESCU, Mihail BALAN, Igor BEȘLEAGA, Igor GÎDEI, Vasile POSTICA, Igor KURDOV APRECIEREA FIABILITĂȚII SISTEMELOR ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE RURALE.....	92
Ilie ROTARU, Ivan CERNEV AMELIORAREA CAPACITĂȚILOR DE CREȘTERE ȘI ÎNGRĂȘARE PRIN UTILIZAREA RASELOR PERFORMANTE DE PORCINE	99
Ana CHIȚANU APRECIEREA PROSPEȚIMII CĂRNII DE BOVINE	109
Tatiana MARDARI STUDY ON THE USE OF DIFFERENT TYPES OF ARTIFICIAL HONEYCOMBS IN BEE EXPLOITATION	116
Antonina DUMITRIU, Mihail MOROZ, Sergiu DIDORUC, Dmitrii MAȚENCU, Cristina ROTARU, Victor ROTARU APRECIEREA EFICACITĂȚII MEDICAMENTULUI DE UZ VETERINAR ALBENDAZOL 2,5%, SUSPENSIE ORALĂ, LA OVINE ȘI CAPRINE INFESTATE NATURAL.....	125
Oleg CHIHAI, Nina TĂLĂMBUȚĂ, Ștefan RUSU, Maria ZAMORNEA SPECII PARAZITARE IDENTIFICATE LA PISICILE CU HABITAT INTERIOR (<i>Felis catus</i>) DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU	134

CONTENTS

Pantelimon BOROZAN, Vladimir GRIBINCEA, Simion MUSTEAȚA PERFORMANCE OF MAIZE HYBRIDS, FAO 160-500, IN CONTRASTING CLIMATIC CONDITIONS.....	7
Ananie PEȘTEANU, Gabriel ISAC PERFORMANCE OF APPLE TREES DURING THE FRUITING PERIOD ON GENEVA ROOTSTOCKS IN A REPLANTED ORCHARD	17
Valerian BALAN, Inna BÎLICI, Sergiu VĂMĂȘESCU COMPARATIVE ANALYSIS OF LIGHT REGIME IN APPLE PLANTATIONS ON TERRAINS WITH DIFFERENT RELIEF.....	27
Миланья МАКОБЕЙ SOME GENETIC ASPECTS OF BREEDING TOMATO VARIETIES AND F₁ HYBRIDS FOR EARLINESS	37
Alexei BIVOL, Sergiu BĂDĂRĂU, Mariana GODOROJA, Elena IURCU-STRĂISTARU, Nadejda MOCREAC ENHANCING INTEGRATED GRAPEVINE PROTECTION BY INCORPORATING NEW PLANT PROTECTION PRODUCTS FOR THE CONTROL OF PLASMOPARA VITICOLA AND OIDIUM TUCKERI.....	47
Ion ZUBCU MONITORING OF CYDIA FUNEBRANA (TREITSCHKE, 1835) POPULATIONS USING PHEROMONE TRAPS IN AN ORGANIC PLUM ORCHARD	60
Ion PALADI OPTIMIZATION OF CONTROL METHODS FOR GREY MOULD AND DOWNY MILDEW IN SUNFLOWER	70
Corneliu MUNTEANU, Iurie MELNIC, Bogdan ISTRATE, Ramona CIMPOEȘU, Vitali VIȘANU, Fabian-Cezar LUPU EVALUATION OF ANTICORROSIVE PROPERTIES OF PLASMA JET THERMAL COATINGS APPLIED ON HARROW DISCS.....	80
Victor POPESCU, Mihail BALAN, Igor BEȘLEAGA, Igor GÎDEI, Vasile POSTICA, Igor KURDOV ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF RURAL ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEMS	92
Ilie ROTARU, Ivan CERNEV IMPROVING GROWTH AND FATTENING CAPACITIES BY USING HIGH-PERFORMANCE SWINE BREEDS	99
Ana CHIȚANU ASSESSMENT OF BEEF FRESHNESS.....	109
Tatiana MARDARI STUDY ON THE USE OF DIFFERENT TYPES OF ARTIFICIAL HONEYCOMBS IN BEE EXPLOITATION.....	116
Antonina DUMITRIU, Mihail MOROZ, Sergiu DIDORUC, Dmitrii MAȚENCU, Cristina ROTARU, Victor ROTARU ASSESSMENT OF THE EFFICACY OF THE VETERINARY DRUG ALBENDAZOLE 2,5%, ORAL SUSPENSION, IN NATURALLY INFESTED SHEEP AND GOATS	125
Oleg CHIHAI, Nina TĂLĂMBUȚĂ, Ștefan RUSU, Maria ZAMORNEA IDENTIFICATION OF PARASITIC SPECIES IN INDOOR-HOUSED CATS (FELIS CATUS) FROM CHISINAU MUNICIPALITY.....	134

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.01>

UDC: 633.15:631.526.325



PERFORMANȚA HIBRIZILOR DE PORUMB FAO 160-500 ÎN CONDIȚII CLIMATERICE CONTRASTANTE

Pantelimon BOROZAN*, ORCID: 0000-0002-4142-2918,

Vladimir GRIBINCEA, ORCID: 0000-0003-3578-0329,

Simion MUSTEAȚA, ORCID: 0009-0006-1623-8883

Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, Republica Moldova

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

Abstract. The results of 150 experimental maize hybrids from 6 maturity groups FAO 160-500 evaluated in 2021-2025 under more favorable climate in 2021, less favorable in 2023 and stress growing conditions in 2022, 2024, 2025 and 5 commercial hybrids FAO 310-460 tested in 3 regional locations are presented in this article. A progressive increase of grain yield from 7,50 t/ha of extraearly hybrids FAO 160-190 to 10,70 t/ha of late group FAO 460-500 were registered in 2021. In less favorable year 2023 the grain yield increased from 4,94 t/ha of extraearly group to 5,46 t/ha of semiearly - middle maturity groups FAO 260-390, followed by of 6-9 % reduction in maturity groups FAO 400-500. A similar reaction of hybrids was observed in 2022 with 3,10 t/ha grain yield of extraearly group, 3,79 t/ha in semiearly group and 3,59 t/ha of hybrids FAO 400-500. The drought affected significantly late ripening maize FAO 460-500 with a production of 2,52 t/ha in 2024 and 2,99 t/ha in 2025 in comparison with 4,01 t/ha and 3,29 t/ha of extraearly hybrids. The various environmental conditions influenced essentially the vegetative and reproductive stages from seedling emergence to physiological maturity and kernel drying. The integral analysis of experimental and commercial hybrids grain yield and kernel moisture argues the necessity of cultivating 3-4 maize hybrids FAO 300-460 with a rate increase hybrids FAO 260-320 in Moldova.

Keywords: *Zea mays*; Hybrids; Maturity group; Climate conditions; Agronomic traits.

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultatele evaluării a 150 hibrizi experimentali de porumb din 6 grupe de maturitate cu indice FAO 160-500 pe parcursul anilor 2021-2025, cu condiții de mediu foarte favorabile (2021), mai puțin favorabile (2023) și stresante (2022, 2024, 2025) și a 5 hibrizi comerciali FAO 310-460 în 3 localități ecologice. În 2021 s-a înregistrat o creștere progresivă a producției de boabe în intervalul de la 7,50 t/ha la hibrizii extratimpurii FAO 160-190 până la 10,70 t/ha la hibrizii grupei tardive FAO 460-500. Majorarea producției de la 4,94 t/ha în grupa extratimpurie până la 5,46 t/ha în grupele semitimpurie-mijlocie FAO 260-390 și o reducere de 6-9 % cu hibrizii FAO 400-500 s-a semnalat în anul 2023. O reacție similară a hibrizilor a fost constatată și în 2022 cu producții medii de 3,10 t/ha în grupa extratimpurie, 3,79 t/ha în grupa semitimpurie și 3,59 t/ha la hibrizii FAO 400-500. Seceta și arșița au afectat semnificativ porumbul FAO 460-500 cu producții de 2,52 t/ha în 2024 și 2,99 t/ha în 2025, comparativ cu 4,01 t/ha și 3,29 t/ha la hibrizii extratimpurii. Condițiile climaterice variate ale anilor de cercetare au influențat esențial și durata fenofazelor de creștere și dezvoltare de la răsăritul plantulelor până la maturitatea fiziologică și uscarea boabelor. Analiza integrală a pro-

ducției și umidității boabelor la hibrizii experimentali și comerciali din testarea ecologică, argumentează necesitatea cultivării în unitățile agricole a 3-4 hibridi cu indice de maturitate FAO 300-460 și o majorare în structura suprafețelor de porumb în Moldova a ponderii hibridilor semitimpurii FAO 260-320.

Cuvinte-cheie: *Zea mays; Hibridi; Grupe de maturitate; Condiții climaterice; Caractere agronomice.*

INTRODUCERE

Porumbul reprezintă una dintre culturile cerealiere tradiționale cu o pondere semnificativă în agricultura Republicii Moldova, datorită potențialului său productiv ridicat, valorii nutritive și multiplelor posibilități de utilizare în furajarea animalelor și păsărilor, precum și în industria de prelucrare.

Analiza retrospectivă a culturii porumbului în Basarabia evidențiază predominarea, în zona de nord, a soiurilor locale cu bob de tip *indurata* – Cincvantin, Hangan și Portocaliu –, caracterizate ca timpurii și semitimpurii, iar în zonele de centru și sud cultivarea pe scară largă a soiurilor Orange și Basarabca Locală (sinonim al soiului Moldovanca), considerate de maturitate semitimpurie până la mijlocie. În etapa introducerii hibridilor dubli în practica agricolă, un rol important a revenit hibridului VIR 42, încadrat în grupa de maturitate mijlocie, cu o perioadă de vegetație de 114–116 zile, în timp ce hibridul VIR 156, din grupa tardivă, era recomandat pentru cultivarea în scopul producerii silozului (Коварский & Кушниренко, 1974).

Trecerea la cultivarea hibridilor simpli după anul 1971, marcată prin extinderea pe suprafețe considerabile (175–185 mii ha) a unor hibridi proveniți din Iugoslavia și Ungaria, cu indice de maturitate FAO 450–550, precum și din Germania și Franța, cu indice FAO 170–210, a demonstrat adaptabilitatea redusă a hibridilor tardivi și potențialul productiv limitat al celor extratimpurii în condițiile pedoclimatice ale Republicii Moldova (Чалык & Боровский, 1980). Aceste constatări confirmă importanța perioadei de vegetație ca factor determinant al adaptabilității ecologice a genotipurilor la condițiile climatice ale zonei de cultivare.

În prezent, pentru utilizare în complexul agroalimentar sunt înregistrați 283 de hibridi de porumb creați de 30 de originatori, dintre care 35 aparțin Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”, actualmente Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor (Catalog, 2024). Conform clasificării Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante, acești hibridi se încadrează, în funcție de durata perioadei de vegetație, în grupele de maturitate 03 (timpurie) – 07 (tardivă). Pe piața internă sunt comercializați hibridii Porumbeni 305 din grupa de maturitate FAO 300, Porumbeni 310 – FAO 310, Porumbeni 352 – FAO 350, Porumbeni 374 – FAO 370, Porumbeni 383, Porumbeni 390A, Porumbeni 391 – FAO 390, Porumbeni 427 – FAO 400, Porumbeni 458 – FAO 450, precum și Porumbeni 461 și Porumbeni 465 – FAO 460 (Spivacenco et al., 2024).

În anii cu condiții climatice favorabile culturii porumbului, producția de boabe a hibridilor comerciali, determinată de factorul genetic, se corelează pozitiv cu durata perioadei cuprinse între răsăritul plantulelor și atingerea maturității fiziologice. Principalii factori agroclimatici care limitează producția sunt deficitul precipitațiilor atmosferice pe parcursul perioadei de vegetație (seceta pedologică), distribuția neuniformă a acestora în diferitele faze de dezvoltare ale plantelor și temperaturile excesive ale aerului (seceta atmosferică).

Efectul cumulativ al secetei pedologice și atmosferice a avut consecințe deosebit de severe în anii 1904–1905, 1918 și 1946–1948, când producțiile de porumb au variat între 0,26 și 0,48 t/ha pe suprafețe de până la 700 mii ha (Коварский & Кушнirenко, 1974; Vicente-Serrano et al., 2024), precum și în anul 2007, când recolta medie a constituit doar 0,88 t/ha pe o suprafață de 340 mii ha (Musteața, 2009).

Stresul hidric afectează negativ creșterea și dezvoltarea plantelor de porumb, perioada cuprinsă între apariția paniculelor și începutul umplerii boabelor fiind considerată cea mai sensibilă și descrisă în literatura de specialitate drept perioadă critică (Cairns et al., 2012). Seceta manifestată în timpul înfloririi organelor reproductive întârzie apariția stigmatelor, perturbă procesul de fecundare și formarea boabelor, determinând apariția plantelor sterile sau o fecundare insuficientă a știuleților. Faza de umplere a boabelor este mai puțin vulnerabilă la deficitul hidric, însă acesta poate conduce la reducerea masei a 1000 de boabe și la accelerarea senescentei premature a plantelor (Cristea, 2004).

Alternarea perioadelor de secetă cu precipitații abundente în faza de maturitate în ceară poate provoca fisurarea pericarpului boabelor, favorizând dezvoltarea microorganismelor patogene. Totodată, cercetările au evidențiat o frecvență ridicată a atacului unor organisme dăunătoare în anii secetoși, în special afide, buha fructificațiilor (Perju et al., 2004) și tăciunele comun (Боровская & Матичук, 1990).

Schimbările climatice, exprimate prin creșterea temperaturii medii a aerului în sezonul de vară cu aproximativ 1,65°C în perioada 1978–2007 și prin distribuția tot mai neuniformă a precipitațiilor în spațiu și timp (Вронских, 2011), impun aprofundarea cercetărilor privind impactul interacțiunii dintre genotip și mediu asupra performanței productive a culturilor agricole.

Scopul prezentei lucrări constă în evaluarea influenței condițiilor climatice din perioada 2021–2025 asupra duratei fenofazelor de dezvoltare, producției de boabe și umidității boabelor la un eșantion reprezentativ de hibridi experimentali de porumb aparținând la șase grupe de maturitate.

MATERIALE ȘI METODE

În calitate de material biologic, pe parcursul anilor 2021–2025 au fost utilizați 150 de hibridi de porumb evidențiați în cadrul testărilor preliminare de orientare și concurs desfășurate în cele trei laboratoare de ameliorare. În funcție de durata perioadei până la maturitatea fiziologică, apreciată prin apariția stratului negru la baza boabelor, genotipurile au fost sistematizate în șase grupe de maturitate, fiecare cuprinzând câte 25 de variante.

Ca martori au fost utilizați hibridii autohtoni omologați: Porumbeni 176MRf cu indice de maturitate FAO 170, Porumbeni 221 și Porumbeni 235 – FAO 220–230, Porumbeni 243 și Porumbeni 310 – FAO 260–310, Porumbeni 352 și Porumbeni 374 – FAO 350–370, Porumbeni 427 și Porumbeni 458 – FAO 400–450, precum și Porumbeni 461 și Porumbeni 465 – FAO 460.

Testarea hibridilor pentru aprecierea valorii agronomice și tehnologice (testul VAT) s-a realizat în cultură comparativă de concurs, amplasată în localitatea Pașcani, raionul Criuleni, pe parcele cu suprafața de 10 m², în șase repetiții. Densitatea plantelor a constituit 60–70 mii plante/ha pentru primele trei grupe de maturitate și 50–60 mii plante/ha pentru grupele ulterioare.

Menționăm că hibridii din grupele de maturitate extratimpurie și timpurie sunt destinați promovării în zonele cu regim termic limitat din Republica Belarus, iar cei din

grupa semitimpurie sunt recomandați pentru cultivare la siloz în Republica Belarus și pentru producția de boabe în Republica Moldova și România. Grupele de maturitate ulterioare prezintă interes pentru comercializare pe piața internă și pentru export în regiunile cu climă moderată din România, Ucraina și Kazahstan.

În mod tradițional, hibrizii au fost evaluați după 13 indici agronomici, inclusiv precocitatea, producția și umiditatea boabelor. Precocitatea a fost apreciată în baza duratei perioadelor de la răsărirea plantulelor până la înflorirea organelor reproductive, respectiv până la maturitatea fiziologică, precum și în funcție de indicele FAO, prin raportare la martorii reprezentativi.

Datele calendaristice ale înfloritului, mătăsitului și maturității fiziologice au fost înregistrate atunci când 50% dintre plante emanau polen, prezentau stigmat emergente din pănușile știuleților și, respectiv, când la baza boabelor era observat stratul negru, indicator al încetării acumulării substanțelor organice și al evaporării apei libere din boabe.

Testarea ecologică, ca etapă finală a evaluării instituționale, a inclus hibrizii evidențiați după primul an de testare în cultura comparativă de concurs și s-a realizat în zona de nord, în localitatea Vâsoca, și în zona de sud, în localitatea Zărnești, conform metodologiei Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante.

Diferențierea hibrizilor după valorile producției și umidității boabelor s-a efectuat în baza indicelui statistic DL_{05} , calculat prin analiza dispersională a datelor experimentale.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Condițiile climaterice ale anilor de cercetare, colectate de Laboratorul de Tehnologie al sectorului „Porumbeni” (dr. în științe agricole A. Meleca) și prezentate în tabelul 1, evidențiază o variabilitate accentuată a temperaturii aerului și a precipitațiilor atmosferice în perioada aprilie-septembrie.

Tabelul 1. Regimul pluviometric și termic al anilor 2021-2025

Indicii	Anii	Lunile						Suma/ media
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Suma precipitațiilor, mm	2021	51	66	118	141	179	9	564
	2022	90	18	5	12	133	50	308
	2023	173	85	34	75	3	17	387
	2024	46	60	100	40	17	191	454
	2025	22	126	21	49	12	29	259
Media multianuală, mm		30	45	65	60	45	30	275
Temperatura aerului, °C	2021	8,5	15,2	20,2	24,1	22,0	15,6	17,6
	2022	11,3	15,6	21,0	22,9	23,7	16,4	18,5
	2023	10,1	16,3	21,5	23,9	24,5	19,7	19,3
	2024	14,9	16,3	22,8	26,2	25,2	19,0	20,7
	2025	10,6	13,3	20,7	24,1	23,4	19,6	18,6
Media multianuală, °C		10,4	16,3	19,9	21,8	21,1	16,0	17,6

Anul 2021 poate fi caracterizat ca fiind foarte favorabil pentru creșterea și dezvoltarea porumbului, înregistrându-se un surplus de 289 mm de precipitații, repartizate uniform în lunile mai-august, și un deficit de 21 mm în luna septembrie. Temperaturile mai scăzute decât norma în lunile mai și septembrie, precum și o depășire de 2,3°C în luna iulie, nu au influențat semnificativ dezvoltarea plantelor, în condițiile unei bune aprovizionări cu apă din sol.

În anul următor s-a constatat o secetă pronunțată în lunile mai-iulie, perioadă ce corespunde creșterii intense a plantelor, înfloririi organelor reproductive și începutului acumulării substanțelor de rezervă în boabe. Precipitațiile abundente din lunile august și septembrie au avut o contribuție redusă la procesul de formare și maturizare a producției.

Lipsa precipitațiilor suficiente în lunile august și septembrie 2023, pe fondul temperaturilor ridicate în perioada iunie-septembrie, a fost parțial compensată de cele 75 mm de precipitații căzute în luna iulie, etapă considerată critică pentru dezvoltarea plantei de porumb.

În anul 2024 s-au înregistrat cele mai ridicate temperaturi medii, cu o valoare de 20,7°C comparativ cu norma de 17,0°C, respectiv o abatere pozitivă de +3,8°C în lunile iunie-august. Deși suma anuală a precipitațiilor a atins 454 mm, producția de porumb a fost parțial compromisă din cauza deficitului de apă din sol în lunile iulie-august, când s-au înregistrat doar 57 mm de precipitații atmosferice.

Se menționează că rezerva de apă acumulată în sol în perioada martie-iunie (206 mm) a favorizat o creștere intensă a biomasei vegetative. Totuși, după o ploaie de 21 mm însoțită de vânt puternic în luna iulie, s-a produs căderea plantelor, fără restabilirea poziției verticale la genotipurile cu ancorare slabă a sistemului radicular.

În anul 2025, temperaturile de 13,3°C în luna mai și cele superioare mediei multi-aniuale cu 2,4°C în lunile iulie-august, pe fondul secetei pedologice și al unui deficit de circa 52% al precipitațiilor în perioada iunie-august, au influențat negativ durata fenofazelor de dezvoltare și au redus producția de porumb.

Datele experimentale obținute în anii de studiu (Tabelul 2) evidențiază influența semnificativă a condițiilor climaterice asupra principalilor indici agronomici ai hibrizilor de porumb, considerați în ansamblu. Perioada până la înflorirea paniculelor a variat între 69,0 zile în 2025, 64,3 zile în 2021, 61,0 zile în 2024 și aproximativ 56,0 zile în anii 2022-2023.

O sincronizare mai bună între înflorirea paniculelor și apariția stigmatelor a fost observată în anul 2021, cu un decalaj de 0,8 zile, comparativ cu 2,0-2,1 zile în anii 2022 și 2025, respectiv 1,2-1,3 zile în anii 2023-2024.

Durata perioadei răsărit-maturitate a înregistrat valori maxime în 2021 (122,6 zile), urmate de 116,4 zile în 2025, 110,4 zile în 2022, 106,6 zile în 2024 și 103,3 zile în 2023. Fenofaza mățăsit-maturitate, etapă în care are loc acumularea intensă a compușilor organici în boabe, a constituit 57,5 zile în 2021, 52,0 zile în 2022 și 44,4-45,5 zile în anii 2023-2025.

În medie pe cei cinci ani de studiu, diferențele dintre hibrizii extratimpurii și cei tardivi au constituit 9,3 zile la apariția stigmatelor și 16,5 zile la atingerea maturității fiziologice.

Regimul termic din anii de testare a influențat semnificativ nivelul umidității boabelor la recoltare, acesta variind de la 29,1% în 2021, la 15,8% în 2022, 11,2% în 2023, 15,5% în 2024 și 16,2% în 2025.

Tabelul 2. Principalii indici agronomici ai hibrizilor din 6 grupe de maturitate

Grupele de maturitate	Anii	Zile de la răsărit până la:			Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha		
		înflorit	mătăsit	maturitate		media	martor	maximă
Extratimpurie FAO 160-190	2021	59,2	60,3	113,2	26,8	7,50	7,86	8,52*
	2022	49,9	52,8	97,6	14,2	3,10	3,70	3,87
	2023	50,9	53,3	98,9	11,1	4,94	4,45	5,82*
	2024	55,9	57,1	99,6	15,0	4,01	3,63	4,98*
	2025	63,3	65,6	109,5	15,7	3,29	3,04	4,78*
	Media	55,8	57,8	103,8	16,6	4,57	4,54	5,59*
Timpurie FAO 200-250	2021	62,1	62,8	120,0	29,7	8,00	8,82	9,45*
	2022	52,6	54,6	103,5	14,2	3,36	3,99	4,16
	2023	53,5	54,6	100,4	11,1	5,37	5,88	5,95
	2024	58,5	59,5	102,6	15,3	4,01	4,53	5,08
	2025	64,8	67,5	112,6	16,0	3,32	3,17	3,98*
	Media	58,3	59,8	107,8	17,3	4,81	5,28	5,72
Semitimpurie FAO 260-320	2021	63,1	63,6	120,8	28,0	9,20	10,78	10,78
	2022	55,3	57,3	108,7	14,3	3,79	4,36	4,49
	2023	55,4	56,1	101,0	10,9	5,46	5,76	5,99
	2024	60,3	61,4	104,0	15,5	3,97	3,72	4,66*
	2025	67,9	70,2	114,2	16,0	3,03	3,19	3,59
	Media	60,4	61,7	109,7	16,9	5,09	5,56	5,90
Mijlocie FAO 330-390	2021	65,7	66,3	123,9	30,5	9,30	9,40	10,69*
	2022	57,3	58,8	112,4	15,6	3,71	3,76	4,51*
	2023	58,0	59,0	103,0	11,1	5,47	6,07	6,30
	2024	61,3	62,1	105,5	15,7	3,52	3,61	4,76*
	2025	69,9	72,0	116,8	15,9	3,15	3,88	3,97
	Media	62,4	63,6	112,3	17,8	5,03	5,34	6,05*
Semitardivă FAO 400-450	2021	67,1	67,6	126,5	29,0	9,80	10,53	11,14*
	2022	60,3	62,2	119,9	17,0	3,50	3,80	4,37*
	2023	59,7	60,8	107,6	11,4	5,16	4,99	6,19*
	2024	63,4	64,6	110,3	15,7	3,30	3,55	4,59*
	2025	73,1	74,3	121,5	16,6	3,11	3,77	4,22
	Media	64,7	65,9	117,2	17,9	4,97	5,33	6,10*
Tardivă FAO 460-500	2021	68,5	69,7	130,9	30,4	10,70	11,81	12,47*
	2022	62,5	64,7	120,6	19,4	3,68	3,92	5,18*
	2023	61,5	63,2	109,0	11,6	5,02	5,37	5,77
	2024	66,5	68,8	117,4	15,8	2,52	2,82	3,84*
	2025	75,0	76,1	123,8	16,9	2,99	3,91	3,99
	Media	66,8	68,5	120,3	18,8	4,98	5,57	6,25*

*diferențe de la martor statistic semnificative la DL05

Menționăm că acest indice agronomic a fost determinat într-o măsură mai mare de temperaturile aerului din luna septembrie, corelând corespunzător cu capacitatea de menținere a aparatului foliar în stare activă (caracterul *stay green*) sau, dimpotrivă, cu senescenta (uscarea) prematură a plantelor.

Observațiile vizuale efectuate în anii caracterizați prin condiții de mediu stresante în faza apariției paniculelor și a stigmatelor au evidențiat o creștere a intervalului dintre înflorire și mătăsit, precum și a ponderii plantelor fără știuleți productivi. Totodată, s-a constatat reducerea numărului de boabe pe știulete și o frecvență ridicată a plantelor cu știuleți incomplet acoperiți de pănuși, situație care favorizează instalarea și dezvoltarea tăciunului comun.

Temperaturile ridicate, pe fondul secetei pedologice în perioada de umplere a boabelor, au accelerat uscarea prematură a plantelor la genotipurile sensibile. Caracterul de menținere a aparatului foliar în stare verde (*stay green*) s-a asociat cu o toleranță genetică superioară a anumitor combinații hibride, independent de grupa de maturitate.

Particularitățile condițiilor climaterice au determinat o reacție diferențiată a genotipurilor în funcție de producția de boabe realizată. Media experienței a constituit 9,08 t/ha în 2021, 3,25 t/ha în 2022, 5,24 t/ha în 2023, 3,56 t/ha în 2024 și 3,15 t/ha în 2025.

Sporul de producție față de martor al combinațiilor specifice cu recolte maxime a înregistrat valori de 6,5% în 2021, 13,0% în 2022, 10,7% în 2023, 27,7% în 2024 și 17,2% în 2025, fapt ce confirmă prezența unor genotipuri cu toleranță genetică la condițiile de stres abiotic.

Datele experimentale evidențiază creșterea productivității hibrizilor în condițiile favorabile ale anului 2021, concomitent cu prelungirea perioadei de vegetație, observându-se diferențe de 22,7% între grupa extratimpurie (7,50 t/ha) și cea semitimpurie (9,20 t/ha), respectiv de 16,3% între grupa semitimpurie și cea tardivă (10,70 t/ha boabe).

În următorii patru ani, caracterizați prin condiții climatice aride, producția medie a constituit 3,84 t/ha la hibrizii extratimpurii, 4,02 t/ha la cei timpurii și 4,06 t/ha la cei semitimpurii, înregistrându-se o ușoară variație între 3,96 t/ha la grupa mijlocie și 3,55 t/ha la hibrizii tardivi.

Media producției pentru perioada 2021–2025 a atins valori maxime de 5,09 t/ha la grupa de maturitate semitimpurie, cu o majorare de 11,4% față de hibrizii extratimpurii, 5,8% comparativ cu grupa timpurie și 1,2–2,4% față de grupele de maturitate mijlocie și tardivă.

Condițiile stresante ale anului 2024 au redus semnificativ producția hibrizilor din grupa tardivă, aceasta atingând valori minime de 2,52 t/ha, comparativ cu 4,01 t/ha la hibrizii extratimpurii și timpurii, destinați în principal exportului.

În baza indicelui de selecție, care cumulează producția și conținutul de substanță uscată în boabe, hibrizii au fost ierarhizați astfel: grupa semitimpurie – 42,3 unități convenționale, grupa mijlocie – 41,3, grupa semitardivă – 40,8, grupa tardivă – 40,4, grupa timpurie – 39,8 și grupa extratimpurie – 38,1.

Producțiile maxime de boabe realizate în combinații specifice confirmă prezența, în fiecare grupă de maturitate, a unor hibridi cu performanțe superioare martorilor și o tendință generală de creștere de la grupa extratimpurie (media 5,59 t/ha) până la grupa tardivă (6,25 t/ha).

În majoritatea cazurilor, diferențele față de martori au fost statistic semnificative la pragul $DL_{0,5}$, cu valori cuprinse între 0,50 și 0,69 t/ha.

Aprecierea hibrizilor după producția de boabe, raportată la durata perioadei de maturizare fiziologică a porumbului, a distribuit grupele de maturitate în următoarea ordine: semitimpurie – 46,4 kg, mijlocie – 44,8 kg, timpurie – 44,6 kg, extratimpurie – 44,0 kg, semitardivă – 42,4 kg și tardivă – 41,4 kg de boabe pentru o zi a perioadei de vegetație.

Analiza integrată a datelor multianuale obținute în culturi comparative de concurs arată că hibrizii din grupele de maturitate semitimpurie și mijlocie (FAO 260–390) oferă avantaje economice în ceea ce privește producția, umiditatea (conținutul de substanță uscată în boabe) și momentul recoltării la maturitatea tehnologică a porumbului.

Hibrizii de porumb înregistrați pentru cultivare în Republica Moldova și utilizați ca martori în testările ecologice sunt caracterizați în funcție de producție (PB) și umiditatea boabelor (UB), conform datelor prezentate în tabelul 3.

Se menționează că hibrizii comerciali Porumbeni 374 și Porumbeni 458 nu au fost incluși în toate localitățile experimentale, fiind înlocuiți cu Porumbeni 352 și Porumbeni 465. De asemenea, condițiile climatice ale anului 2025 în zona de sud au influențat negativ cultura de porumb într-o măsură semnificativă, fapt care a determinat respingerea rezultatelor experienței în această localitate.

Tabelul 3. Producția și umiditatea boabelor la hibrizii comerciali în testarea ecologică

Denumirea hibridului	Grupa FAO	Anii	Zona Nord		Zona Centru		Zona Sud		Media	
			PB, t/ha	UB, %	PB, t/ha	UB, %	PB, t/ha	UB, %	PB, t/ha	UB, %
Porumbeni 310	310	2021	10,56	20,8	9,79	24,8	9,29	11,9	9,88	19,2
		2023	8,43	13,2	5,38	10,1	3,13	9,9	5,65	11,1
		2025	9,42	19,4	2,60	15,9	-	-	6,01	17,6
Porumbeni 352	350	2021	11,56	20,1	9,43	30,2	10,17	12,9	10,39	21,1
		2023	8,78	16,6	5,75	11,4	3,59	13,5	6,04	13,8
		2025	8,34	24,8	3,88	15,4	-	-	6,11	20,1
Porumbeni 427	400	2021	10,01	21,1	9,38	21,1	9,52	13,4	9,64	18,5
		2023	8,39	15,4	5,77	11,0	2,92	10,2	5,69	12,2
		2025	10,00	19,9	3,77	15,7	-	-	6,88	17,8
Porumbeni 461	460	2021	10,72	23,2	9,09	28,7	9,36	13,2	9,72	21,7
		2023	8,92	17,3	5,73	11,2	3,84	14,6	6,16	14,4
		2025	9,78	22,9	3,20	16,4	-	-	6,49	19,6
Porumbeni 465	460	2021	12,42	22,6	10,29	28,7	9,92	13,0	10,88	21,4
		2023	9,16	17,7	5,46	12,1	3,92	13,9	6,18	14,6
		2025	9,44	22,0	3,91	16,0	-	-	6,68	19,0

În zona de nord (localitatea Văsoca, raionul Dondușeni), hibrizii cu indice de maturitate FAO 310–460 au realizat, în medie, 9,73 t/ha de boabe, cu variații cuprinse între 9,47 t/ha (Porumbeni 310 și Porumbeni 427) și 10,34 t/ha (Porumbeni 465).

În anul 2021, hibridul Porumbeni 465 (FAO 460) a înregistrat o producție superioară de 12,42 t/ha, fiind urmat de Porumbeni 352 (FAO 350) cu 11,56 t/ha. Producția medie realizată în anul 2023, de 8,74 t/ha, a fost depășită cu 0,42 t/ha de hibridul Porumbeni 465, diferențele dintre genotipuri încadrându-se în limitele diferenței limită (DL_{05}).

Anul 2025, cu valori de 8,34 t/ha la Porumbeni 352 și 10,00 t/ha la Porumbeni 427, a fost favorabil culturii porumbului în zona de nord, media generală constituind 9,40 t/ha

de boabe. Reacția hibrizilor în condițiile cadrului natural din zona centrală corespunde, în linii generale, informațiilor prezentate anterior. În zona de sud, în anii 2022, 2024 și 2025, cultura porumbului a fost afectată mai sever de condițiile climatice, iar diferența de producție dintre anii 2021 și 2023 a constituit, în medie, 6,17 t/ha pentru cei cinci hibrizi analizați. Performanțe agronomice superioare în această zonă au fost înregistrate la Porumbeni 465, cu o medie de 6,92 t/ha, și la Porumbeni 352, cu 6,88 t/ha de boabe.

Datele experimentale confirmă faptul că, în condiții de secetă pedologică și atmosferică, hibrizii caracterizați prin capacitate superioară de menținere a umidității în boabe (Porumbeni 352, Porumbeni 461 și Porumbeni 465) manifestă o productivitate mai ridicată comparativ cu genotipurile care prezintă o pierdere rapidă a apei după maturitatea fiziologică a boabelor (Porumbeni 310 și Porumbeni 427).

Analiza comercializării semințelor de porumb în ultimii cinci ani de către Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Porumbeni”, evidențiază predominarea hibrizilor Porumbeni 458 și Porumbeni 461, cu indice de maturitate FAO 450–460, care posedă un potențial productiv superior în condiții de mediu favorabile.

Schimbările climatice, dificil de prognozat pe întreaga perioadă de vegetație, impun necesitatea diversificării structurii sortimentale a hibrizilor în funcție de maturitate și de umiditatea boabelor la recoltare. Cultivarea hibrizilor semitimpurii Porumbeni 305 și Porumbeni 310, precum și a hibrizilor de maturitate mijlocie Porumbeni 352, Porumbeni 390A și Porumbeni 391, ar permite obținerea unor recolte mai stabile comparativ cu utilizarea unui singur hibrid.

Datele experimentale multianuale obținute în culturi comparative de concurs, testări ecologice și loturi demonstrative evidențiază performanțe agronomice ale hibrizilor timpurii Bemo 235, Farmec și Porumbeni 243, omologați inclusiv pentru producerea și exportul semințelor în Republica Belarus.

Hibridul simplu Porumbeni 243, utilizat ca martor în grupa semitimpurie pentru producția de siloz, a realizat 9,51 t/ha la o umiditate a boabelor de 18,4%, comparativ cu 9,88 t/ha și 20,2% la Porumbeni 310 în testarea ecologică din 2021. În cultura comparativă de concurs din anul 2022, Porumbeni 243 a înregistrat o producție de 4,36 t/ha boabe la o umiditate de 13,9%, comparativ cu 3,80 t/ha și 14,2% la Porumbeni 310. Din punct de vedere genetic, acești hibrizi au în pedigree aceeași formă maternă, diferențele fiind determinate de capacitatea de adaptare ecologică a formelor paterne.

CONCLUZII

Condițiile climaterice din perioada de cercetare 2021–2025 au influențat semnificativ durata fenofazelor de creștere și dezvoltare la hibrizii de porumb din șase grupe de maturitate. Media celor 150 de mostre a indicat valori maxime ale perioadei răsărire–aparitia stigmatelor de 71,0 zile, cu variații între 65,6 și 76,1 zile între grupele de maturitate, comparativ cu 57,8 zile (53,3–63,2 zile) în anul 2023.

Durata fenofazei de umplere a boabelor (mătăsit–maturitate) a constituit aproximativ 45 de zile în anii 2023–2025, 52,0 zile în 2022 și 57,1 zile în 2021. Maturitatea fiziologică a fost înregistrată la 103,3 zile în 2023, 106,6 zile în 2024, 110,4 zile în 2022, 116,4 zile în 2025 și 122,6 zile în 2021. În anii 2022 și 2025 s-a constatat cel mai mare decalaj al înfloritului organelor reproductive, de aproximativ 2 zile, comparativ cu 0,8 zile în 2021.

Seceta pedologică și atmosferică a determinat reducerea producției de boabe de la 9,08 t/ha în 2021 până la 5,24 t/ha în 2023 (–57,8%) și până la 3,15 t/ha în 2025 (–37,7%). Hibrizii din grupa de maturitate tardivă au înregistrat producții superioare în anul 2021, cu un avantaj de 16,3% față de grupa semitimpurie, iar în următorii patru ani, în condiții de stres climatic, au manifestat producții cu 14,4% mai reduse.

În medie pe cinci ani, s-a evidențiat superioritatea hibrizilor semitimpurii, cu o producție de 5,09 t/ha și o umiditate a boabelor de 16,9%. Testarea ecologică a furnizat informații relevante privind performanțele celor cinci hibrizi comerciali analizați, în funcție de productivitate și umiditatea boabelor.

Datele experimentale confirmă oportunitatea cultivării în exploatațile agricole a 3–4 hibrizi cu indice de maturitate FAO 300–460, în scopul stabilizării producției de porumb în condiții climatice variabile. Creșterea ponderii grupei semitimpurii FAO 260–320 în structura suprafețelor însămânțate ar permite recoltarea mai timpurie a porumbului la o umiditate redusă a boabelor, facilitând astfel pregătirea corespunzătoare a terenurilor pentru culturile de toamnă.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului instituțional de cercetare 210101 „Perfecționarea și dezvoltarea bazei genetice pentru ameliorarea germoplasmei la porumb și culturile de sorg, producerea semințelor și soluționarea aspectelor tehnologice identificate în condițiile schimbărilor climatice”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CAIRNS, J. E.; C. SANCHEZ; M. VARGAS; R. ORDOÑEZ and J. L. ARAUS (2012). Dissecting maize productivity: ideotypes associated with grain yield under drought stress and well-watered conditions. *Journal of Integrative Plant Biology*, vol. 54(12), pp. 1007-1020.
2. CRISTEA, M. (2004). Fiziologia porumbului. In: M. CRISTEA, I. CĂBULEA și T. SARCA (coord.), *Porumbul: Studiu monografic*. Vol. 1: Biologia porumbului. București: Editura Academiei Române, pp. 95-114. ISBN 973-27-1056-X.
3. MUSTEAȚA, S. (2009). Ameliorarea porumbului ca factor de diminuare a efectelor secetei și arșiței. In: *Transfer de inovații în activitățile agricole în contextul schimbărilor climei și dezvoltării durabile*. Chișinău: Ed. Bons Offices, pp. 97-104. ISBN 978-9975-80-289-5.
4. PERJU, T.; F. MUREȘAN and D. MALSCHI (2004). Dăunătorii porumbului și managementul integrat al acestora. In: M. CRISTEA, I. CĂBULEA și T. SARCA (coord.), *Porumbul: Studiu monografic*. Vol. 1: Biologia porumbului. București: Editura Academiei Române, pp. 589-626. ISBN 973-27-1056-X.
5. SPIVACENCO, A.; P. BOROZAN și S. MISTREȚ (2024). Istoria, realizări și perspective ale Institutului de Fitotehnie «Porumbeni». In: *Realizări științifice în ameliorarea porumbului și altor culturi cerealiere: conferință științifico-practică*, Chișinău, 11-12 septembrie 2024. Chișinău: Ed. Print-Caro, pp. 3-12. ISBN 978-5-85748-029-8. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/3-12_9.pdf
6. VICENTE-SERRANO, S. M.; C. JUEZ; V. POTOPOVĂ; B. BOINCEAN, C. MURPHY et al. (2024). Drought risk in Moldova under global warming and possible crop adaptation strategies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1538(1), pp. 144-161. Disponibil: <https://doi.org/10.1111/nyas.15201>
7. БОРОВСКАЯ, М. Ф. и В. Г. МАТИЧУК (1990). *Болезни кукурузы*. Кишинев: Изд. Штиинца, 272 с. ISBN 5-376-00661-1.
8. ВРОНСКИХ, М. Д. (2011). *Изменение климата и риски сельскохозяйственного производства Молдовы*. Кишинев, 560 с. ISBN 978-9975-52-107-9.
9. КОВАРСКИЙ, А. Е. и Г. Е. КУШНИРЕНКО (1974). *Сорта и гибриды кукурузы в Молдавии*. Кишинев: Изд. «Штиинца», 251 с.
10. ЧАЛЫК, Т. С. и М. И. БОРОВСКИЙ (1980). Перспективы селекции кукурузы в Молдавии. В: *Селекция, генетика и технология возделывания кукурузы в Молдавии*. Кишинев: Изд. «Штиинца», с. 3-23.

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 22.04.2026; Accepted 02.06.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.02>

UDC: 634.11:631.526.32



COMPORTAREA POMILOR DE MĂR ÎN PERIOADA DE FRUCTIFICARE PE PORTALTOAIELE DIN GRUPA GENEVA PE UN TEREN REPLANTAT

Ananie PEȘTEANU*, ORCID: 0000-0002-8985-7101,

Gabriel ISAC, ORCID: 0009-0008-8463-1913

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Ananie PEȘTEANU – e-mail: ananie.pesteanu@h.utm.md

Abstract. The research was conducted in an apple orchard established at “Viorix-Agro” LTD in the spring of 2022 on replanted land. The experimental material consisted of Gala Nikangie apple trees grafted onto the M9, G11, and G41 rootstocks. The apple trees, of the *Knip Boom* type and imported from the Netherlands, were trained using the vertical axis system and planted at a spacing of 3.5 × 0.8 m. The study determined the morphological parameters of the trees, trunk circumference, characteristics of the vegetative macrostructure and fruiting microstructure, as well as orchard productivity during the four years after planting. The results demonstrated that Geneva group rootstocks influence the development processes of the vegetative macrostructure and the differentiation of fruit buds. The highest average multiannual yield was recorded for the G11 rootstock (29.03 t/ha), followed by G41 (27.36 t/ha), while the lowest value was obtained in the control variant with M9 rootstock (25.40 t/ha).

Keywords: *Malus domestica*; Rootstocks; Biotypes; Fruiting; Replanting.

Rezumat. Cercetările au fost efectuate într-o livadă de măr înființată în cadrul SRL „Viorix-Agro” în primăvara anului 2022, pe un teren replantat. Materialul biologic utilizat în studiu a fost reprezentat de pomi din soiul Gala Nikangie altoiți pe biotipurile M9, G11 și G41. Pomii de măr de tip *Knip Boom*, importați din Olanda, au fost conduși după sistemul de coroană cu ax vertical, fiind plantați la distanța de 3,5 × 0,8 m. În cadrul cercetărilor au fost determinați parametrii morfologici ai pomilor, circumferința trunchiului, caracteristicile macrostructurii vegetative și ale microstructurii roditoare, precum și productivitatea plantației pe parcursul a patru ani după plantare. Rezultatele obținute au demonstrat că portaltoaiile din grupa Geneva influențează procesele de dezvoltare a macrostructurii vegetative și diferențierea mugurilor de rod. Cea mai mare producție medie multianuală a fost înregistrată la portaltoiul G11, constituind 29,03 t/ha, urmat de portaltoiul G41 cu 27,36 t/ha, în timp ce cea mai redusă valoare a fost obținută în varianta martor M9 – 25,40 t/ha.

Cuvinte-cheie: *Malus domestica*; Portaltoaiie; Biotipuri; Fructificare; Replantare.

INTRODUCERE

Înființarea unei livezi noi presupune investiții semnificative de capital, care în prezent sunt expuse riscurilor generate de evoluția piețelor și de oferta globală (Auvil et al., 2011). Merele produse în Republica Moldova sunt comercializate în mare parte pe piețele externe, ceea ce determină o concurență intensă pentru producătorii din acest

sector (Peșteanu & Calestru, 2025). Înființarea plantațiilor moderne de măr necesită o strategie complexă de gestionare, bazată pe alegerea unor soiuri și portaltoai de perspectivă, utilizarea sistemelor moderne de conducere, stabilirea unei densități optime de plantare (Balan, 2009; Cîmpoieș, 2012), obținerea unei calități competitive a fructelor (Peșteanu & Calestru, 2025), precum și asigurarea unor producții constante și a unui preț favorabil de comercializare, factori esențiali pentru producerea sustenabilă a fructelor de măr (Lordan et al., 2019). Totodată, gestionarea eficientă a bolilor și dăunătorilor, precum și factorii economici, cum sunt costul terenului, al materialului săditor, al forței de muncă și nivelul ratelor dobânzilor, influențează în mod semnificativ rentabilitatea plantațiilor pomicole (Gonzalez et al., 2023).

Alegerea corectă a soiurilor și portaltoaielor, precum și capacitatea acestora de adaptare la condițiile specifice fiecărei zone pomicole și tip de sol, determină în mare măsură posibilitatea obținerii unor rezultate economice profitabile (Cîmpoieș, 2012; Kviklys et al., 2016).

În condițiile actuale, durata de exploatare a unei livezi de măr este de aproximativ 15–20 de ani, ca urmare a înlocuirii soiurilor care nu mai corespund cerințelor pieței cu altele mai solicitate și a implementării tehnologiilor moderne de plantare cu densitate mare, care impun utilizarea portaltoaielor cu vigoare redusă în locul celor viguroase (Balan, 2009; Cîmpoieș, 2012; Peșteanu, 2024).

În practica pomicolă se constată o disponibilitate tot mai redusă a terenurilor virgine, pe care nu au fost cultivate anterior specii pomicole, ceea ce impune înființarea de livezi noi pe terenuri de replantare. Dezvoltarea pomilor de măr pe astfel de terenuri poate fi serios afectată atunci când noile plantații sunt înființate pe soluri cultivate anterior cu aceeași specie (Kviklys et al., 2016; Peșteanu, 2024). Acest fenomen este cunoscut sub denumirea „oboseala solului”, determinată de un complex de factori abiotici și biotici cu efect negativ asupra dezvoltării pomilor (Balan, 2009).

În plantațiile intensive cu densitate mare din Republica Moldova, portaltoiul M9 este considerat unul dintre cei mai utilizați pe solurile virgine datorită intrării timpurii pe rod, productivității ridicate și constante, precum și calității superioare a fructelor (Balan, 2009; Cîmpoieș, 2012; Peșteanu, 2024).

Cu toate acestea, portaltoiul M9 și clonele sale prezintă și o serie de dezavantaje în condițiile terenurilor replantate, printre care ancorarea slabă în sol, sensibilitatea la fenomenul de „oboseală a solului”, susceptibilitatea la focul bacterian (*Erwinia amylovora*) și la atacul păduchelui lănos (*Eriosoma lanigerum*) (Auvil et al., 2011; Fazio et al., 2015; Rufato et al., 2021). De asemenea, procesele de creștere și fructificare sunt afectate de atacul nematozilor din genul *Pratylenchus* și al unor ciuperci din sol, precum *Rhizoctonia*, *Phytophthora* și *Pythium* (Mazzola & Manici, 2012).

În urma programului de ameliorare desfășurat la Universitatea Cornell (SUA), au fost creați portaltoi din seria CG, care manifestă o comportare superioară pe terenurile replantate cu măr, caracterizându-se printr-o creștere echilibrată, producții ridicate și constante, precum și fructe de calitate competitivă. Totodată, acești portaltoi favorizează diferențierea mugurilor de rod datorită unei arhitecturi vegetative cu unghiuri mai largi de inserție ale ramurilor și prezintă o rezistență sporită la factorii de stres abiotici și biotici (Fazio & Robinson, 2021; Peșteanu, 2024; Reig et al., 2020; Robinson & Fazio, 2022).

În prezent, numeroși producători de mere din Republica Moldova aplică principiile managementului integrat al dăunătorilor, care permit obținerea unor fructe sigure pentru consumatori, conservarea biodiversității și dezvoltarea unei pomiculturi sustenabile (Cîmpoieș, 2012; Peșteanu, 2024). În acest context, alegerea portaltoiului are un

rol determinant în înființarea plantațiilor de măr pe terenuri replantate, contribuind la obținerea unor producții superioare atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ, comparativ cu combinațiile soi/portaltoi utilizate anterior (Hewavitharana et al., 2019; Peșteanu, 2024; Rufato et al., 2021).

Scopul prezentului studiu a fost evaluarea comportării pomilor de măr din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoaiile M9, G11 și G41, în anul al patrulea după plantare, prin analiza proceselor de creștere, a gradului de garnisire cu formațiuni de rod și a productivității pe un teren de replantare, ocupat anterior de o livadă intensivă de măr.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile au fost efectuate în anul 2026 pe pomi de măr în vârstă de cinci ani, în cadrul întreprinderii SRL „Viorix-Agro”, din satul Trebisăuți, raionul Briceni. Plantarea pomilor s-a realizat în primăvara anului 2022 pe un teren de replantare, pe care până în toamna anului 2021, timp de opt ani, au fost cultivate soiuri de măr mai puțin solicitate de consumatori.

Materialul biologic a fost reprezentat de pomii din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoaiile M9, G11 și G41. Ca variantă martor a fost utilizat portaltoiul M9, recomandat pentru înființarea plantațiilor superintensive de măr.

Pomii de tip *Knip Boom* au fost produși în pepiniera Fleuren (Olanda) și conduși după sistemul de coroană cu ax vertical. Distanța de plantare a fost de $3,5 \times 0,8$ m.

Pe parcursul cercetărilor au fost determinați principalii parametri bioconstructivi ai coroanei, structura geometrică a plantației, circumferința trunchiului, macrostructura vegetativă, microstructura roditoare și productivitatea plantației.

Experimentul a fost organizat în patru repetiții, amplasate după metoda blocurilor randomizate. Fiecare repetiție a fost constituită din opt pomi de evidență. Investigațiile au fost realizate atât în condiții de câmp, cât și în laborator, utilizând metode consacrate pentru cercetările efectuate la cultura mărului.

Prelucrarea statistică a rezultatelor s-a realizat prin analiza dispersiei monofactoriale (ANOVA), utilizând pachetul de programe STATGRAPHICS 18.0.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În livezile durabile de măr, procesele de dezvoltare a pomilor se gestionează prin intermediul portaltoaielor de diferită vigoare de creștere, care până la final au influență directă asupra macrostructurii vegetative formate în coroană (Balan, 2009; Cimpoeș, 2012; Peșteanu, 2024).

Rezultatele prezentate în figura 1 arată că înălțimea pomilor de măr în vârstă de cinci ani din soiul Gala Nikangie, altoiți pe portaltoaiile luate în studiu, nu a fost influențată semnificativ de portaltoi în anul 2025, valorile înregistrate fiind cuprinse între 366 și 368 cm. De asemenea, nu s-au constatat diferențe semnificative în ceea ce privește circumferința trunchiului, aceasta variind între 12,8 și 13,0 cm. Valorile obținute sunt caracteristice plantațiilor superintensive de măr altoite pe portaltoi cu vigoare redusă de creștere.

Influența portaltoiului asupra lățimii coroanei a fost mai evidentă în cazul biotipului G41, la care valoarea acestui indice a constituit 126 cm, comparativ cu portaltoaiile M9 și G11, unde lățimea coroanei a fost de 110 și, respectiv, 112 cm.

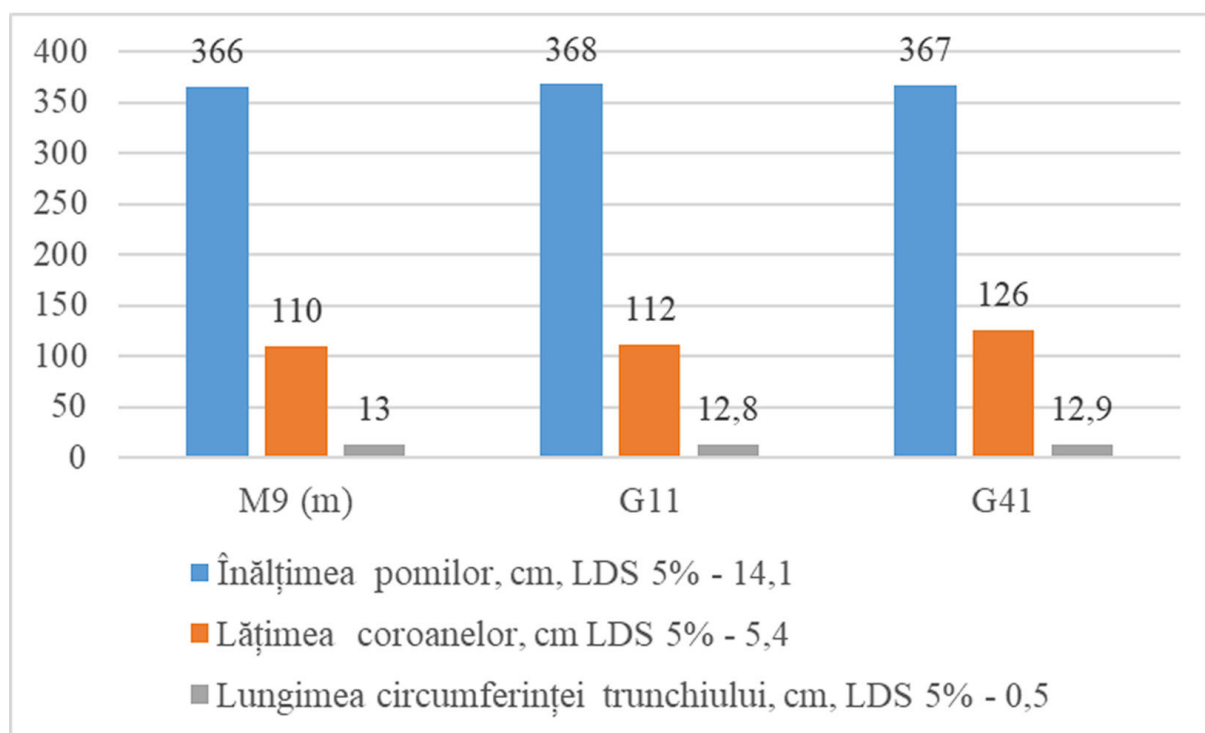


Figura 1. Dezvoltarea principalilor indicatori de creștere la pomii de măr din soiul Gala Nikangie în funcție de biotipul portaltoiului, a. 2025

Analizând în continuare influența portaltoiului asupra structurii tulpinii pomilor de măr din soiul Gala Nikangie (Tabelul 1), se constată că în anul 2025 cea mai mare înălțime a trunchiului a fost înregistrată la pomii altoiți pe portaltoiul M9, constituind 50 cm. La celelalte portaltoae studiate, G11 și G41, acest indice a avut valori mai reduse, de 44 și, respectiv, 45 cm. Înălțimea trunchiului în anul al patrulea după plantare a fost identică cu cea obținută în câmpul II al pepinierei, deoarece ramurile de la baza coroanei au fost păstrate intacte.

Înălțimea axului, determinată de lungimea lemnului de diferite vârste, a prezentat o evoluție corelată de la un an la altul, fără a înregistra diferențe semnificative sub influența portaltoiului.

Lungimea axului, corespunzătoare fiecărui an de creștere, a fost în concordanță cu producția de fructe obținută în anul de referință. Lungimea lemnului în vârstă de cinci ani nu a prezentat diferențe semnificative între portaltoaele studiate, valorile fiind cuprinse între 95 și 97 cm. Aceeași tendință s-a observat și în cazul creșterii lăstarului anual, unde valorile au variat între 40 și 42 cm.

Tabelul 1. Parametrii bioconstructivi a tulpinii pomilor de măr din soiul Gala Nikangie în funcție de biotipul portaltoiului, cm, a. 2025

Portaltoiul	Înălțimea trunchiului	Lungimea axului de,				Lungimea săgeții
		5 ani	4 ani	3 ani	2 ani	
M9 (m)	50	96	40	35	105	40
G11	44	95	35	45	107	42
G41	45	97	52	68	63	42
LDS 5%	2,11	4,84	2,14	2,36	4,89	1,85

În cazul lemnului de patru ani din ax, cea mai mică valoare a fost înregistrată la portaltoiul G11 (35 cm), urmat de M9 (40 cm), în timp ce portaltoiul G41 a înregistrat cea mai mare valoare, de 52 cm. Pentru lemnul de trei ani, cea mai redusă lungime a fost determinată la portaltoiul M9 (35 cm), urmat de G11 (45 cm), iar cea mai mare la G41 (68 cm). În cazul lemnului de doi ani, lungimea a fost apropiată la portaltoaiile M9 și G11, constituind 104 și, respectiv, 107 cm, în timp ce la pomii altoiți pe portaltoiul G41 aceasta a fost de 63 cm.

Garnisirea rațională a coroanei pomilor de măr cu macrostructură vegetativă are un rol important în formarea microstructurii roditoare, influențând în final nivelul producției de fructe.

Numărul ramurilor vegetative cu vârsta de cinci ani a fost identic la toate portaltoaiile studiate, constituind 9 buc./pom. În continuare, cele mai mari valori ale indicelui analizat au fost înregistrate la biotipul G41, unde numărul ramurilor vegetative cu vârsta de patru ani a constituit 10 buc./pom, al celor de trei ani – 19 buc./pom, al celor de doi ani – 36 buc./pom, iar al ramurilor anuale – 88 buc./pom (Tabelul 2).

În cazul portaltoaiilor M9 și G11, numărul ramurilor vegetative a fost mai redus comparativ cu portaltoiul G41, însă între aceste două biotipuri nu s-au înregistrat diferențe semnificative în ceea ce privește numărul ramurilor cu vârsta de doi, trei și patru ani.

Tabelul 2. Caracteristica macrostructurii vegetative de diferită vârstă în coroana pomilor de măr din soiul Gala Nikangie în funcție de biotipul portaltoiului, a. 2022-2025

Portaltoiul	anuale	2 ani	3 an	4 ani	5 ani
Numărul ramurilor vegetative, buc/pom					
M9 (m)	79	26	12	7	9
G11	83	27	11	7	9
G41	88	36	19	10	9
LDS 5%	3,82	1,23	0,65	0,32	0,37
Lungimea medie a ramurilor vegetative, cm					
M9 (m)	27,8	23,0	16,0	13,6	11,3
G11	29,7	22,8	17,6	14,3	13,2
G41	28,4	21,1	17,9	12,7	16,4
LDS 5%	1,23	1,06	0,77	0,63	0,59
Lungimea însumată a ramurilor vegetative, m/pom					
M9 (m)	21,96	5,98	1,92	0,95	1,02
G11	24,65	6,15	1,92	1,00	1,19
G41	24,99	7,60	3,40	1,27	1,48
LDS 5%	0,98	0,29	0,09	0,03	0,04

Diferențe mai evidente între portaltoaiile studiate s-au înregistrat începând cu anul 2025, când în coroana pomilor altoiți pe biotipul M9 numărul ramurilor anuale a constituit 79 buc./pom, pe G11 – 83 buc./pom, iar pe G41 – 88 buc./pom, aspect confirmat și prin analiza statistică a datelor obținute.

Lungimea medie a ramurilor vegetative la pomii altoiți pe diferite biotipuri a prezentat o tendință de creștere în funcție de vârsta lemnului. Cele mai mici valori au fost

înregistrate la lemnul în vârstă de cinci ani, cuprinse între 11,3 și 16,3 cm. Ulterior, acest indice a crescut, atingând valori de 12,7–14,3 cm la lemnul de patru ani, 16,0–17,9 cm la lemnul de trei ani, 21,1–22,8 cm la lemnul de doi ani și 27,8–29,7 cm la creșterile anuale. În cadrul biotipurilor studiate nu s-a evidențiat o legitate clară privind influența portaltoiului asupra lungimii medii a ramurilor vegetative de diferite vârste.

Lungimea însumată a ramurilor vegetative este în corelație directă cu numărul și lungimea medie a acestora. Cele mai mici valori ale lungimii însumate au fost înregistrate la lemnul în vârstă de cinci ani (1,02–1,48 m/pom) și patru ani (0,95–1,27 m/pom), comparativ cu lemnul mai tânăr. Astfel, lungimea însumată a ramurilor de trei ani a constituit 1,92–3,40 m/pom, a celor de doi ani – 5,98–6,15 m/pom, iar a ramurilor anuale – 21,96–24,99 m/pom.

Analizând influența biotipului asupra lungimii însumate a ramurilor vegetative, se constată o majorare a acestui indice la portaltoiul G41 comparativ cu biotipurile M9 și G11. Influență semnificativă statistic asupra indicelui analizat s-a înregistrat doar în cazul creșterilor anuale (anul 2025), unde valorile obținute au constituit 21,96 m/pom la M9 și 24,65 m/pom la G41.

Rezultatele cercetării demonstrează că lemnul cu vârsta de 4–5 ani din cadrul axului pomului reprezintă elementul structural al coroanei care se garnisește ulterior cu lemn în vârstă de 1, 2 și 3 ani, pe care se amplasează ponderea cea mai mare a recoltei.

Microstructura roditoare a soiului Gala Nikangie în anul 2025 a fost influențată de biotipul portaltoiului utilizat, valorile acestui indice variind de la 133 buc./pom la portaltoiul M9 până la 148 buc./pom la portaltoiul G11. Pomii altoiți pe portaltoiul G41 au înregistrat valori intermediare, de 138 buc./pom (Tabelul 3).

Tabelul 3. Numărul și ponderea formațiunilor de rod în coroana pomilor de măr din soiul Gala Nikangie în funcție de biotipul portaltoiului, a. 2025

Portaltoiul	Total, buc/pom	Pintenii inelați		Țepușe		Nuielușe		Burse de rod	
		buc/pom	%	buc/pom	%	buc/pom	%	buc/pom	%
M9 (m)	133	32	24,0	27	20,3	26	19,5	48	36,2
G11	148	36	24,3	33	22,3	29	19,6	50	33,8
G41	138	34	24,6	28	20,3	26	18,8	50	36,3

În funcție de tipul formațiunilor de rod, cele mai mari valori au fost înregistrate în cazul burselor de rod, ponderea acestora constituind 33,8–36,3%. Ulterior, în ordine descrescătoare, s-au evidențiat pintenii inelați (24,0–24,6%), țepușele (20,3%) și nuielușele (18,8–19,5%).

O amplasare mai rațională a microstructurii roditoare a fost observată la biotipul G11, unde ponderea pintenilor inelați a constituit 24,3%, a țepușelor – 22,3%, a nuielușelor – 19,6%, iar a burselor de rod – 33,8%.

Amplasarea formațiunilor de rod pe ramuri de diferite vârste, în anul 2025, a fost corelată cu particularitățile biologice ale portaltoiului utilizat în studiu (Figura 2).

Cea mai mare pondere a formațiunilor de rod la biotipurile cercetate a fost înregistrată pe ramurile în vârstă de doi ani, valorile variind între 64,6 și 70,8%. În ordine descrescătoare s-au situat ramurile de trei ani (18,0–20,7%), cele de cinci ani (5,2–8,1%), iar cele mai mici valori au fost consemnate pe lemnul în vârstă de patru ani (3,8–7,1%).

Această repartizare a microstructurii roditoare pe elementele macrostructurii vegetative ale pomilor din soiul Gala Nikangie demonstrează că în perioada de fructi-

ficare deplină cea mai mare parte a producției de mere se va forma pe ramurile cu vârsta de doi-trei ani, în timp ce contribuția elementelor mai în vârstă de trei ani va fi nesemnificativă.

Analizând în continuare influența portaltoiului asupra indicelui studiat, se constată o amplasare mai rațională a formațiunilor de rod la biotipurile G41 și G11, unde ponderea acestora pe lemnul în vârstă de 2–3 ani a constituit 69,6–70,8% și, respectiv, 18,0–20,2%, suma acestor valori fiind cuprinsă între 87,6 și 91,0%. La biotipul M9, ponderea formațiunilor de rod amplasate pe macrostructura vegetativă cu vârsta de doi ani a constituit 64,1%, iar pe cea de trei ani – 20,7%, fiind înregistrată o pondere mai mare pe lemnul cu vârsta de 4–5 ani (15,2%), comparativ cu celelalte portaltoai studiate.

În concluzie, se poate menționa că biotipurile G11 și G41 asigură o garnisire mai rațională a ramurilor în vârstă de 2–3 ani datorită unghiului mai mare de inserție a acestora, însă lemnul mai în vârstă (de 4–5 ani) se degarnisește într-un ritm mai accelerat.

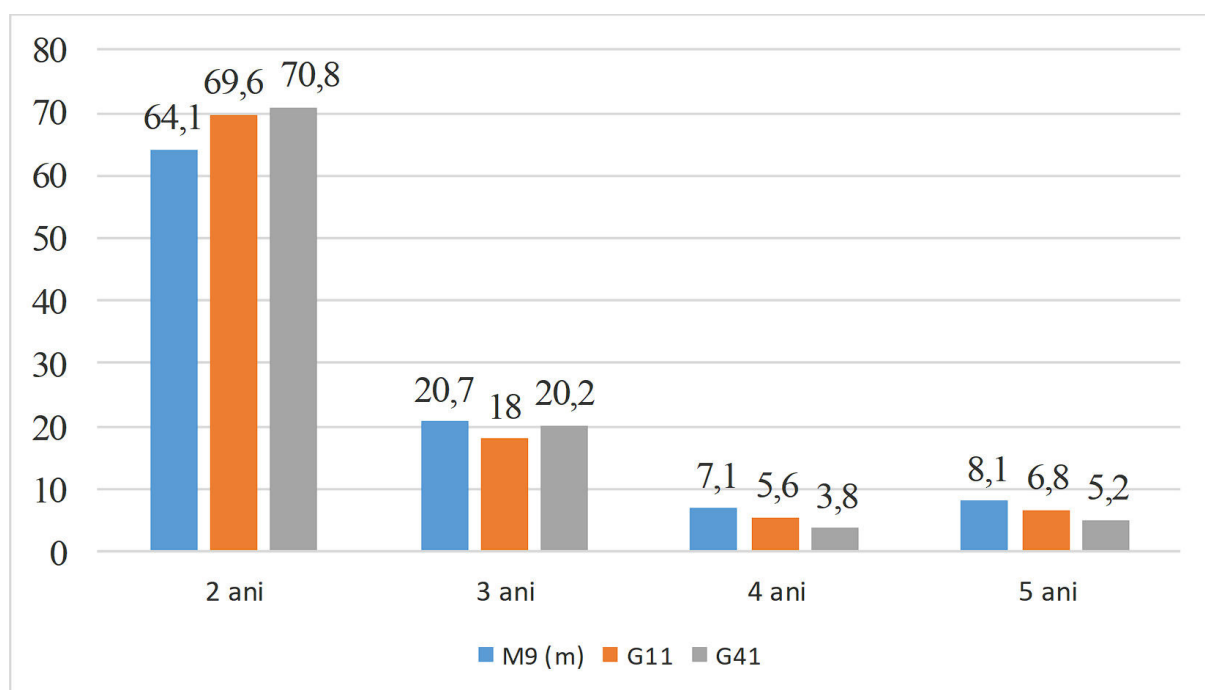


Figura 2. Ponderea formațiunilor de rod pe ramuri de diferită vârstă la pomii de măr din soiul Gala Nikangie în funcție de biotipul portaltoiului, a. 2025

Productivitatea plantației de măr din soiul Gala Nikangie este în corelație directă cu biotipul portaltoiului utilizat și cu anul de cercetare (Tabelul 4).

Producția de fructe, atât pe pom, cât și raportată la unitatea de suprafață, este determinată în mod direct de numărul fructelor formate în coroană și de greutatea medie a acestora.

Rezultatele cercetărilor demonstrează că, odată cu creșterea vârstei pomilor, numărul fructelor formate în coroană a crescut, variind de la 4–7 buc./pom în anul 2022 până la 81–91 buc./pom în anul 2025. În anii 2023 și 2024, numărul fructelor înregistrate în coroana pomilor la variantele studiate a avut valori intermediare, constituind 20–31 și, respectiv, 70–73 buc./pom.

Cel mai mare număr mediu de fructe pe parcursul celor patru ani de producere la pomii soiului Gala Nikangie a fost înregistrat la biotipul G11 (49,51 buc./pom), urmat de portaltoiul G41 (47,25 buc./pom), în timp ce cele mai mici valori au fost obținute la portaltoiul M9 (44,00 buc./pom).

Greutatea medie a fructelor este corelată atât cu numărul mediu de mere formate în coroană, cât și cu particularitățile biologice ale portaltoiului. Această legătură s-a manifestat încă din primul an de fructificare (2022), când la pomii altoiți pe biotipul G41, cu un număr de 4 fructe/pom, greutatea medie a fructului a constituit 194 g, iar la portaltoiul M9, utilizat ca variantă martor, cu 5 fructe/pom, aceasta a fost de 174 g.

În anul 2022, influența portaltoaielor investigate asupra greutății medii a fructelor a fost semnificativă pentru toate variantele experimentale. În anul 2023, biotipul G41 a manifestat o influență mai evidentă comparativ cu celelalte două variante (M9 și G11). În anii următori de cercetare, portaltoaiile studiate nu au exercitat o influență semnificativă asupra indicelui analizat.

Analiza greutății medii a fructelor pe parcursul celor patru ani de cercetare evidențiază valori superioare la biotipul G41 (173,00 g), urmat de portaltoiul G11 (166,25 g), iar cea mai mică valoare a fost înregistrată la portaltoiul M9 (156,00 g).

Producția obținută la pomii de măr din soiul Gala Nikangie în perioada de fructificare a prezentat o creștere continuă, iar influența biotipului portaltoiului asupra acestui indice a devenit tot mai evidentă.

Tabelul 4. Productivitatea plantației de măr din soiul Gala Nikangie după patru ani de la plantare în funcție de biotipul portaltoiului, a. 2022-2025

Portaltoiul	Anii				Media a. 2022-2025
	2022	2023	2024	2025	
Numărul de fructe, buc/pom					
M9 (m)	5	20	70	81	44,00
G11	7	31	73	87	49,50
G41	4	24	70	91	47,25
LDS 5%	0,17	1,32	2,68	3,75	-
Greutatea medie, g					
M9 (m)	174	168	160	158	156,00
G11	168	171	166	160	166,25
G41	194	180	161		173,00
LDS 5%	4,82	4,03	7,31	7,27	-
Producția, kg/pom					
M9 (m)	0,87	3,36	11,20	12,80	7,07
G11	1,18	5,30	12,12	13,92	8,13
G41	0,78	4,32	11,27	14,28	7,65
LDS 5%	0,02	0,16	0,47	055	-
Producția, t/ha					
M9 (m)	3,11	12,0	40,80	45,70	25,40
G11	4,21	18,92	43,28	49,70	29,03
G41	2,78	15,43	40,24	50,99	27,36

În primul an după plantare (2022), producția de mere a fost corelată cu suprafața secțiunii transversale a trunchiului, valorile indicelui analizat variind între 0,79 și 0,87 kg/pom, ceea ce a corespuns unei producții de 2,78 și, respectiv, 4,21 t/ha. Aceste valori sunt considerate optime pentru o plantație de măr înființată cu pomi de tip *Knip Boom* în primul an de exploatare.

În anul 2023, cea mai mare producție de fructe a fost înregistrată la varianta cu portaltoiul G11, constituind 5,30 kg/pom sau 18,97 t/ha, ceea ce reprezintă o majorare cu 57,6% comparativ cu varianta martor (M9) și cu 22,6% față de biotipul G41. Diferențele respective au fost confirmate și prin analiza statistică a rezultatelor.

Anul 2024 s-a caracterizat prin obținerea unor producții mai ridicate comparativ cu anii precedenți de cercetare. Pomii, aflați în perioada de fructificare și având o garnisire evidentă cu macrostructură vegetativă și microstructură roditoare, au realizat producții de mere cuprinse între 11,20 și 12,12 kg/pom, ceea ce corespunde la 40,00–43,28 t/ha.

Cea mai mare producție dintre variantele studiate a fost obținută la biotipul G11, constituind 12,12 kg/pom sau 43,28 t/ha, diferență confirmată și prin analiza statistică. În variantele cu portaltoiurile M9 (martor) și G41, diferențele dintre rezultatele obținute au fost nesemnificative, valorile constituind 11,20 și, respectiv, 11,27 kg/pom, echivalențul a 40,00 și 40,24 t/ha.

În anul al patrulea după plantare (2025), influența biotipurilor studiate asupra productivității pomilor a devenit mai evidentă, cele mai mari valori fiind înregistrate la portaltoaiile din grupa Geneva. O producție ușor superioară a fost obținută în varianta cu portaltoiul G41, unde s-au înregistrat 14,28 kg/pom sau 50,99 t/ha, comparativ cu varianta G11, cu 13,92 kg/pom sau 49,77 t/ha. Producția obținută în varianta martor (M9) a fost semnificativ mai redusă, constituind 12,80 kg/pom sau 45,70 t/ha, comparativ cu celelalte variante experimentale.

Diferențele dintre indicii analizați sub influența biotipurilor investigate se reflectă și în valorile medii multianuale obținute atât pe pom, cât și la unitatea de suprafață. Cea mai redusă producție medie pe perioada cercetărilor a fost înregistrată în varianta martor M9, constituind 7,07 kg/pom și 25,20 t/ha. În ordine crescătoare s-au situat biotipul G41, cu 7,65 kg/pom și 27,36 t/ha, și biotipul G11, cu 8,13 kg/pom și 29,03 t/ha.

La finalul perioadei de cercetare se constată că utilizarea portaltoaiilor studiate din grupa Geneva a contribuit la majorarea producției medii multianuale. Astfel, comparativ cu varianta martor M9, producția la biotipul G41 a crescut cu 8,6%, iar la biotipul G11 – cu 15,2%.

CONCLUZII

Înălțimea pomilor și circumferința trunchiului nu au înregistrat modificări semnificative sub influența biotipurilor de portaltoi luate în studiu. Diferențe mai evidente au fost constatate doar în cazul lățimii coroanei (peretelui fructifer), unde pomii altoiți pe portaltoiul G41 au înregistrat valori superioare, de 126 cm.

Macrostructura vegetativă a coroanei pomilor a prezentat o creștere continuă de la un an la altul după plantare, atingând valorile maxime în anul 2025, când numărul ramurilor vegetative anuale a constituit 79–83 buc./pom, lungimea medie a acestora a variat între 27,8 și 29,7 cm, iar lungimea însumată a ramurilor vegetative a fost de 21,96–24,99 m/pom. Cele mai mari valori ale acestui indice au fost înregistrate la portaltoaiile G11 (24,65 m/pom) și G41 (24,99 m/pom).

O amplasare mai rațională a microstructurii roditoare în coroana pomilor din soiul Gala Nikangie a fost observată la biotipul G11, iar în funcție de vârsta lemnului, cea mai favorabilă repartizare a formațiunilor de rod s-a evidențiat la portaltoaiile G11 și G41.

Producția de fructe la toate portaltoaiile studiate a manifestat o tendință de creștere, similar cu ceilalți indicatori analizați, atingând valori maxime în anii trei și patru după plantare, cu 40,24–43,28 t/ha și, respectiv, 45,70–50,99 t/ha. Cea mai mare producție medie pe parcursul celor patru ani de fructificare pe teren replantat a fost obținută la biotipul G11, constituind 29,03 t/ha, urmat de G41 – 27,36 t/ha, în timp ce varianta martor M9 a înregistrat 25,40 t/ha.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cercetarea a fost realizată cu suportul financiar al Proiectului instituțional, subprogramul 020407 „Dezvoltarea și implementarea bunelor practici în domeniul agriculturii durabile și al rezilienței climatice” GREEN, implementat la Universitatea Tehnică din Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AUVIL, T. D.; T. R. SCHMIDT; I. HANRAHAN; F. CASTILLO; J. R. MCFERSON et al. (2011). Evaluation of dwarfing rootstocks in Washington apple replant sites. *Acta Horticulturae*, no. 903, pp. 265-271. DOI 10.17660/ActaHortic.2011.903.33.
2. BALAN, V. (2009). Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producției de fructe. *Akademios*, nr. 4(15), pp. 82-90. ISSN 1857-0461.
3. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). *Cultura mărului*. Chișinău. 380 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
4. FAZIO, G.; T. L. ROBINSON and H. S. ALDWINCKLE (2015). The Geneva apple rootstock breeding program. *Plant Breeding Reviews*, vol. 39, pp. 379-424. DOI 10.1002/9781119107743.ch08.
5. FAZIO, G. and T. L. ROBINSON (2021). Designer rootstocks: The basis for precision management of apple orchards. *Acta Horticulturae*, no. 1314, pp. 275-286. Disponibil: https://www.actahort.org/books/1314/1314_35.htm
6. GONZALEZ, N.; L. REIG; G. LORDAN; M. M. SAZO; S. A. HOYING et al. (2023). Long-term effects of rootstock and tree type on the economic profitability of ‘Gala’, ‘Fuji’ and ‘Honeycrisp’ orchards performance. *Scientia Horticulturae*, vol. 318. DOI 10.1016/j.scienta.2023.112129.
7. HEWAVITHARANA, S.; T. DUPONT and M. MAZZOLA (2019). Apple replant disease. WSU tree fruit IPM strategies. *Washington State tree fruit extension fruit matters*. USA: Washington State University. Disponibil: <https://wpcdn.web.wsu.edu/wp-e-commerce/uploads/sites/2/product-3334-sku-FS323E.pdf>
8. KVIKLYS, D.; T. L. ROBINSON and G. FAZIO (2016). Apple rootstock evaluation for apple replant disease. *Acta Horticulturae*, no. 1130, pp. 425-430. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1130.63.
9. LORDAN, J.; G. FAZIO; P. FRANCESCATTO and T. L. ROBINSON (2019). Horticultural performance of ‘Honeycrisp’ grown on a genetically diverse set of rootstocks under Western New York climatic conditions. *Scientia Horticulturae*, vol. 257, pp. 108-686. DOI 10.1016/j.scienta.2019.108686.
10. MAZZOLA, M. and L. M. MANICI (2012). Apple replant disease: role of microbial ecology in cause and control. *Annual Review of Phytopathology*, vol. 50, pp. 45-65. DOI 10.1146/annurev-phyto-081211-173005.
11. PEȘTEANU, A. (2024). Dezvoltarea pomilor de măr în perioada de creștere pe portaltoaiile din grupa Geneva pe teren replantat în zona de nord a țării. *Știința agricolă*, nr. 1, pp. 16-28. ISSN 2587-3202. Disponibil: <https://press.utm.md/index.php/as/article/view/2024-1-02/02-pdf>
12. PEȘTEANU, A. and O. CALESTRU (2025). The action of products based on NAD, ANA and Ba on the fruit load control in Golden Reinders apple trees. In: *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. UASVM of Bucharest. Bucuresti, Vol. 69(1), pp. 121-128. Disponibil: https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2025/issue_1/Art14.pdf
13. REIG, G.; J. LORDAN; S. HOYING; M. FARGIONE; D. J. DONAHUE et al. (2020). Long-term performance of ‘Delicious’ apple trees grafted on Geneva rootstocks and trained to four high-density systems under New York State climatic conditions. *HortScience*, vol. 55(10), pp. 1538-1550. DOI 10.21273/HORTSCI14904-20.
14. ROBINSON, T.L. and G. FAZIO (2022). Rootstock evaluation should not only measure yield efficiency but also potential yield and crop value at the optimum projected spacing. *Acta Horticulturae*, no. 1346, pp. 775-782. DOI 10.17660/ActaHortic.2022.1346.99.
15. RUFATO, L.; P. SANTOS da SILVA; A. A., KRETZSCHMAR; A. BOGO; T. AFONSO de MACEDO et al. (2021). Geneva series rootstocks for apple trees under extreme replanting conditions in southern Brazil. *Frontiers in Plant Science*, vol. 12. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.712162>

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 12.05.2026; Accepted 01.06.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.03>

UDC: 634.11:631.543.1



ANALIZA COMPARATIVĂ A REGIMULUI LUMINOS ÎN PLANTAȚII DE MĂR PE TERENURI CU RELIEF DIFERIT

Valerian BALAN*, ORCID: 0000-0001-9875-8888,

Inna BÎLICI, ORCID: 0009-0000-8971-092X,

Sergiu VĂMĂȘESCU, ORCID: 0000-0001-5537-0306

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

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

Abstract. The study evaluated the interaction between variety, row orientation, and terrain topography on the degree of solar radiation interception within the tree crown at latitude 48°N. Three variants were analyzed: Gala Buckeye Simmons (North-South row orientation N-S, on flat terrain), Golden Delicious (East-West row orientation, E-W, on a 5° northern slope), and Renet Simirencu (North West-South East row orientation, NW-SE, NE on a 6° north-eastern slope). Measurements focused on the radiant flux in the tree axis and crown junction areas. The N-S orientation ensured the highest light homogeneity between the flanks, with a difference of only 3%. However, the small planting distance (0.8 m) increased the risk of shading in the central part of the tree axis (0.56 cal/cm²*min). The E-W orientation on the northern slope presented a deficient light regime on the northern flank (0.45), with an asymmetry of 40% compared to the southern flank. The height-to-row distance H/D ratio of 0.87 on this slope severely limited the light penetration under the canopy at noon (0.25). The NW-SE orientation demonstrated efficient interception (44%), but with a sharp decrease in intensity after 3:00 p.m.

Keywords: *Malus domestica; Orchards; Fruit crops; Light regime, Density; Row orientation.*

Rezumat. Studiul a evaluat interacțiunea dintre soi, orientarea rândurilor și topografia terenului asupra gradului de interceptare a radiației solare în coroana pomilor la latitudinea de 48°N. Au fost analizate trei variante: Gala Buckeye Simmons (orientarea rândurilor nord-sud N-S, teren plan), Golden Delicious (orientarea rândurilor est-vest E-V, pe o pantă nordică de 5°) și Renet Simirencu (orientarea rândurilor nord-vest-sud-est NV-SE, pe o pantă NE de 6°). Măsurătorile au vizat fluxul radiant în zonele axului și de întrepătrundere ale coroanelor. Orientarea N-S a asigurat cea mai ridicată omogenitate a luminii între flancuri, cu o diferență de doar 3%. Totuși, distanța mică de plantare (0,8 m) a generat un risc de umbră în centrul axului (0,56 cal/cm²*min). Orientarea E-V pe pantă nordică a prezentat un regim luminos deficitar pe flancul nordic (0,45), cu o asimetrie de 40% față de flancul sudic. Raportul: înălțime/distanță între rânduri (H/D de 0,87) pe această pantă a limitat drastic pătrunderea luminii sub coroană la amiază (0,25). Orientarea NV-SE a demonstrat o interceptare eficientă (44%), însă cu o scădere accentuată a intensității luminii după ora 15:00.

Cuvinte-cheie: *Malus domestica; Livezi; Culturi pomicole; Regim de lumină; Densitate; Orientarea rândurilor.*

INTRODUCERE

Stabilirea direcției rândurilor într-o livadă intensivă reprezintă o decizie strategică de care depind direct eficiența fotosintezei, calitatea fructelor și rentabilitatea investiției pe termen lung. Într-un sistem pomicol modern, geometria luminii trebuie să se armonizeze cu geometria terenului pentru a asigura un echilibru optim între productivitate și protecția resurselor naturale (Robinson, 2007; Balan et al., 2021).

În literatura de specialitate, orientarea rândurilor pe direcția nord-sud (N-S) este considerată soluția optimă pentru livezile intensive. Traectoria aparentă a soarelui de la est la vest permite iluminarea succesivă și relativ uniformă a ambelor fețe ale peretelui fructifer, latura estică beneficiind de radiația solară din prima parte a zilei, iar cea vestică de radiația din a doua parte a zilei (Bîlici, 2020a; Balan et al., 2021). Această distribuție echilibrată a luminii reduce fenomenul de auto-umbrire și optimizează procesele fiziologice, inclusiv la nivelul masei foliare din interiorul coroanei (Babuc, 2012; Lauri et al., 2009). În consecință, se obțin o maturare mai uniformă a fructelor, o colorare superioară și un conținut mai ridicat de zaharuri. Totodată, circulația mai eficientă a aerului favorizează evaporarea rapidă a umidității de pe frunziș, diminuând riscul apariției bolilor fungice, precum rapănul și făinarea (Balan, 2015).

Deși axa N-S reprezintă soluția optimă din punct de vedere teoretic, condițiile topografice impun adesea adaptarea acesteia. Pe terenurile cu o înclinație de peste 3-5%, prioritățile se schimbă: pe pantele pronunțate, rândurile trebuie trasate obligatoriu pe direcția curbelor de nivel. Această măsură este critică pentru a limita scurgerea rapidă a apei și eroziunea stratului fertil de sol (Cimpoieș, 2000; Balan et al., 2021). În zonele caracterizate prin curenți puternici, se recomandă orientarea rândurilor paralel cu direcția predominantă a vântului pentru a reduce rezistența mecanică și riscul de dezrădăcinare sau de degradare a sistemului de susținere (Babuc, 2012). Uneori, configurația terenului poate impune orientarea Est-Vest (E-V) pentru a maximiza densitatea plantării și a facilita procesele de mecanizare. În sistemele superintensive (peste 2500 de pomi/ha), cu coroane foarte înguste, o deviere de până la 15-20° de la axa N-S este considerată acceptabilă (Wertheim, 1981; Babuc et al., 2013).

Pentru o proiectare riguroasă, designul livezii trebuie să rezulte dintr-o modelare matematică ce corelează următorii parametri fundamentali:

- distanța dintre rânduri (L) în raport cu înălțimea pomilor (H), pentru a optimiza interceptarea luminii și a minimiza fenomenul de auto-umbrire;
- latitudinea geografică (φ) – un factor esențial pentru calculul insolației la 48° latitudine nordică, specifică Republicii Moldova;
- unghiul de înclinare a coroanei (α) (Balan, 1996).

Scopul prezentei lucrări constă în determinarea direcției optime de orientare a rândurilor prin integrarea acestor factori. Demersul vizează proiectarea unor sisteme pomicole durabile, capabile să maximizeze eficiența fotosintetică prin captarea optimă a energiei solare, asigurând totodată conservarea solului pe terenurile în pantă.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile experimentale s-au desfășurat în perioada 2013-2024 în zona pomicolă centrală a Republicii Moldova, în cadrul a trei exploatații agricole reprezentative. Studiul a vizat influența sistemelor de cultură, formelor de coroană și densității de plantare, analizate în corelație cu condițiile pedoclimatice și tehnologiile de întreținere implementate.

Cercetările au fost structurate pe trei combinații soi-portaltoi, amplasate pe terenuri cu configurații topografice distincte, pentru a evidenția influența orientării rândurilor și a configurației terenului asupra regimului de iluminare și a funcționării plantațiilor. Principalii parametri structurali ai plantațiilor analizate sunt prezentați în tabelul 1.

Optimizarea structurii plantațiilor s-a bazat pe algoritmi și modelele de calcul descrise în literatura de specialitate (Vămășescu, 2018; Bîlici, 2020b), care stabilesc relația funcțională dintre distanța dintre rânduri (L), înălțimea pomilor (H), latitudinea geografică (φ) și unghiul de înclinare a coroanei față de verticală (α).

În conformitate cu recomandările metodologice formulate de Cimpoieș (2000) și Babuc (2012), proiectarea și evaluarea variantelor experimentale au fost realizate după următoarele criterii:

- Pe terenuri plane (pantă $< 3^\circ$): s-a urmărit menținerea raportului $H/L \approx 0,75$, valoare considerată optimă pentru maximizarea eficienței fotosintetice și asigurarea uniformității maturării fructelor.
- Pe terenuri în pantă ($> 5^\circ$): S-a optat pentru reducerea înălțimii pomilor (H) și ajustarea distanțelor dintre rânduri pentru a compensa unghiul mai puțin favorabil de expunere la soare, asigurând totodată controlul asupra eroziunii solului și stabilitatea agregatelor agricole.

Tabelul 1. Caracteristicile structurale și topografice ale sectoarelor experimentale

Asociația soi-portaltoi	Distanța de plantare (m)	Înălțimea pomilor (H , m)	Expoziția și înclinarea pantei	Orientarea rândurilor	Forma de coroană
Gala Buckeye Simmons / M9	3,2 x 0,8	3,0	Teren plan ($< 3^\circ$)	N-S	Fus subțire ameliorat
Golden Delicious / M26	4,0 x 2,0	3,5	Nordică (N), $\sim 5^\circ$	E-V	Natural ameliorată cu volum redus
Renet Simirenco / M26	4,0 x 2,0	3,5	Nord-Estică (NE), $\sim 6^\circ$	NV-SE	Natural ameliorată cu volum redus

Dinamica regimului de iluminare a fost evaluată la sfârșitul lunii iulie, perioadă care corespunde dezvoltării maxime a suprafeței foliare și valorilor de vârf ale intensității radiației solare. Pentru efectuarea măsurărilor s-au utilizat piranometrul universal M-80 și galvanometrul GSA-1. Determinările s-au efectuat pe timp senin, în intervalul orar 09:00 – 17:00, la fiecare două ore. Măsurătorile au fost realizate conform metodologiei descrise de Lukyanov & Denisov (1968), vizând următoarele puncte de observație: în centrul coroanei, pe axul central; în zona de întrepătrundere a coroanelor adiacente; la înălțimi de 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m și 2,0 m față de sol; în planul de simetrie al coroanei și la o distanță laterală de 0,3 m spre intervalul dintre rânduri.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza datelor din tabelul 2 oferă o imagine clară asupra modului în care lumina este interceptată și distribuită în interiorul coroanei pomilor din soiul Gala Buckeye Simmons (Gala), la vârsta de 8 ani, într-o plantație intensivă (3,2 x 0,8 m), cu orientarea rândurilor pe axa nord-sud.

Valoarea maximă a radiației în câmp deschis se înregistrează la ora 15:00 (1,13 cal/cm²*min), aceasta reflectând intensitatea condițiilor climatice specifice perioadei de

vegetație. Se observă o diferență clară între nivelul radiației măsurat în câmp deschis și valorile înregistrate în interiorul coroanei. De exemplu, la ora 13:00, axul central al coroanei a interceptat un flux de $0,57 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$, comparativ cu $1,08 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$ în exterior, ceea ce indică faptul că structura coroanei absoarbe aproximativ 47% din lumină.

Valorile medii ale intensității luminii înregistrate în zona de întrepătrundere a coroanelor ($0,68 - 0,72 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) au fost constant mai ridicate decât cele din zona axului ($0,56 - 0,64 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$). Această diferență sugerează că, în condițiile unei distanțe reduse între pomi pe un rând ($0,8 \text{ m}$), densitatea foliară se evidențiază în zona axului central, generând o umbră internă mai pronunțată. În ambele zone analizate, cele mai mici valori ale intensității luminii s-au înregistrat în centrul coroanei (media $0,56$ la ax). Importanța fluxului de lumină în coroana pomilor a fost subliniată pe scară largă în literatura de specialitate (Cimpoieș, 2000; Balan, 2009; Babuc, 2012; Robinson et al., 2013). Autorii accentuează că umbră excesivă a zonei centrale a coroanei poate diminua diferențierea mugurilor de rod și afecta colorarea fructelor.

Influența orientării rândurilor pe direcția nord-sud asupra distribuției luminii în coroană este evidentă pe parcursul întregii zile. Dimineața (ora 09:00), partea de est este semnificativ mai luminată decât cea de vest (ex.: $0,32$ vs $0,25 \text{ cal/cm}^2$ în zona axului). După-amiază (între orele 15:00 – 17:00), situația se inversează: partea de vest primește mult mai multă lumină ($0,90$ - $0,70 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) față de cea de est ($0,70 - 0,58 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$). Valorile medii zilnice confirmă o distribuție relativ echilibrată a radiației între cele două flancuri ale coroanei.

Tabelul 2. Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Gala Buckeye Simmons, altoit pe portaltoiul M9, $\text{cal/cm}^2\cdot\text{min}$

(latitudinea 48° , înălțimea pomilor de $H=3,0 \text{ m}$, lățimea la baza coroanei de $B=1,4 \text{ m}$, înclinația coroanei $\alpha=12^\circ$, direcția rândurilor N-S, vârsta pomilor 8 ani, distanța de plantare $3,2 \times 0,8 \text{ m}$)

Timpul determinării, ora	Radiația solară în câmp deschis	Zona axului			Zona de împreunare a coroanelor		
		partea de est	centrul coroanei	partea de vest	partea de est	centrul coroanei	partea de vest
9 ⁰⁰	0,45	0,32	0,29	0,25	0,37	0,33	0,27
11 ⁰⁰	0,87	0,73	0,53	0,50	0,67	0,61	0,68
13 ⁰⁰	1,08	0,89	0,57	0,73	0,93	0,71	0,89
15 ⁰⁰	1,13	0,70	0,71	0,90	0,85	0,91	0,94
17 ⁰⁰	0,88	0,58	0,69	0,70	0,69	0,83	0,84
Media	0,88	0,64	0,56	0,62	0,70	0,68	0,72

La vârsta de 8 ani, valorile medii de $0,56$ - $0,72 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$ indică un regim de lumină satisfăcător pentru fotosinteză, dar aflat la limita inferioară în zona axului central. Având în vedere distanța mică de plantare ($0,8 \text{ m}$ între pomi), menținerea unei coroane suple, de tip fus subțire, este vitală. Orice creștere excesivă a vigoriei în centrul coroanei va reduce radiația sub pragul critic, afectând acumularea de zaharuri și pigmentarea roșie specifică soiului Gala (Jackson, 1980; Арафонов, 1974; Lauri et al., 2009).

Analizând datele prezentate, observăm că orientarea N-S la soiul Gala permite o distribuție echilibrată a luminii între cele două fețe ale rândului. Media pe partea de est este $0,64 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$, iar pe cea de vest $0,62 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$. Diferența este minimă (3%), ceea ce înseamnă că fructele se vor colora și se vor coace uniform pe ambele părți ale rândului. Orientarea nord-sud permite o penetrare a luminii în centrul coroanei (zona

axului) de $0,56 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$ (63,6% din câmpul deschis). În zona de împreunare, unde coroanele se ating pe rând, lumina medie la soiul Gala (N-S) este de $0,70 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$. Dovezi empirice substanțiale atestă faptul că orientarea nord-sud oferă o expunere egală a fructelor la soare, evitând situația în care jumătate din recoltă ar fi calitativ inferioară (Jackson, 1980; Агафонов, 1974; 1983).

Analiza regimului de lumină pentru soiul Renet Simirencu (pe portaltoiul M26), în condițiile latitudinii 48°N , pe o pantă cu expoziție NE de 6° și orientare NV-SE, evidențiază că vârful de intensitate s-a înregistrat la ora 13:00 ($1,22 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$). Media luminii sub coroană ($0,49 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$), raportată la lumina totală ($0,88 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$), indică faptul că pomul interceptează aproximativ 44% din radiația incidentă, restul trecând prin frunziș sau ajungând la sol. Acest lucru reflectă un grad ridicat de interceptare a radiației fotosintetic active (RFA) de către aparatul foliar, dar și o umbră densă la nivelul solului (Tabelul 3).

Orientarea rândurilor pe direcția NV-SE generează o distribuție asimetrică pe parcursul zilei. Dimineața (ora 09:00), partea de est a regiunii centrale este mai bine iluminată ($0,62 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) decât cea de vest ($0,48 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$), datorită unghiului de incidență al soarelui care lovește direct flancul estic. După-amiaza (15:00 – 17:00), se observă o scădere a iluminării pe ambele flancuri, dar mai pronunțată în centrul coroanei. Pe panta orientată spre nord-est, seara, partea vestică este iluminată, dar intensitatea scade pe măsură ce soarele apune spre SV, reducând durata de iluminare utilă în a doua parte a zilei. La amiază (ora 13:00), lumina pătrunde eficient, înregistrându-se valori de $0,97 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$ atât în est, cât și în centrul coroanei. Aceasta demonstrează că unghiul de înclinație al coroanei ($\alpha=12^\circ$) este bine ales pentru a minimiza auto-umbrirea la prânz. La ora 17:00, valorile în regiunea centrală ($0,51 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) și în est ($0,52 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) scad periculos de aproape de pragul de eficiență fotosintetică minimă pentru acest soi.

Tabelul 3. Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Renet Simirencu, altoit pe portaltoiul M26

(latitudinea 48°N , direcția pantei NE cu un unghi de aproape de 6° , înălțimea pomilor de $H=3,5 \text{ m}$, lățimea la bazei coroanei de $B=2,0 \text{ m}$, înclinația coroanei de $\alpha=12^\circ$, direcția rândurilor NV-SE, vârsta pomilor 12 ani, distanța de plantare $4 \times 2 \text{ m}$).

Timpul, ora	Lumina		Regiunea centrală a coroanei			Regiunea de împreunare a coroanelor		
	Totală	Sub coroană	Partea de est	Centrul coroanei	Partea de vest	Partea de est	Centrul coroanei	Partea de vest
9 ⁰⁰	0,64	0,42	0,62	0,45	0,48	0,63	0,49	0,48
11 ⁰⁰	0,92	0,52	0,87	0,69	0,76	0,89	0,71	0,74
13 ⁰⁰	1,22	0,58	0,97	0,97	0,89	0,94	0,99	0,95
15 ⁰⁰	0,89	0,45	0,71	0,69	0,53	0,69	0,79	0,65
17 ⁰⁰	0,73	0,49	0,52	0,51	0,66	0,49	0,52	0,65
Media	0,88	0,49	0,74	0,66	0,66	0,73	0,71	0,69

Distanța de plantare de 2 m între pomi pe rând conduce la o întrepătrundere a coroanelor la vârsta de 12 ani. Media luminii în zonele de împreunare ($0,69 - 0,73 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) este comparabilă sau chiar ușor superioară centrului coroanei. Acest lucru indică faptul că gardul fructifer este relativ omogen în ceea ce privește captarea luminii, fără a crea zone de umbră extremă între pomi, aspect ce favorizează o coacere uniformă a fructelor de-a lungul rândului.

S-a demonstrat că valorile medii de 0,66–0,74 cal/cm²*min în zonele active ale coroanei sunt suficiente pentru inducția florală la soiul Renet Simirenco, un soi pretențios din acest punct de vedere. La o înălțime a pomilor de 3,5 m și o distanță între rânduri de 4 m, raportul de umbră se află la limita critică. Orice creștere suplimentară a înălțimii va accentua umbrărea bazei rândurilor vecine, în special pe această pantă cu expoziție nord-estică (Арафонов, 1974).

Din cauza direcției NV-SE a rândurilor, pomii tind să crească asimetric, ceea ce complică tăierile mecanizate sau manuale. Se recomandă formarea unor „ferestre de lumină” prin tăieri de rărire în etajul superior, pentru a prelungi perioada de iluminare a centrului coroanei după ora 15:00 (Арафонов, 1983; Babuc, 2012).

Analiza datelor pentru soiul Golden Delicious evidențiază un regim de lumină marcat de o asimetrie severă, cauzată de combinația dintre orientarea rândurilor est-vest (E-V) și amplasarea pe o pantă cu expoziție nordică (N) (Tabelul 4). Spre deosebire de soiul Renet Simirenco (direcția NV-SE), în acest caz apare o confruntare directă între fața însorită (sud) și cea umbră (nord) a rândului.

Orientarea E-V pe pantă nordică reprezintă una dintre cele mai dificile configurații din punct de vedere fotometric. Partea de sud a coroanei este constant privilegiată, având o medie de 0,73 cal/cm²*min, în timp ce partea de nord primește doar 0,45 cal/cm²*min (o reducere de aproape 40%). Întrucât rândurile sunt orientate E-V, rândul dinspre sud acționează ca un paravan solar pentru rândul următor, efect potențat de panta de 5° spre nord, unde terenul este înclinat în direcția opusă incidenței razelor solare.

În timpul amiezii (13:00), deși lumina totală înregistrează valoarea maximă (1,11 cal/cm²*min), lumina sub coroană scade la un minim de 0,25 cal/cm²*min. Aceasta indică faptul că, la prânz, din cauza înălțimii pomilor de 3,5 m, coroana este extrem de densă și netransparentă, blocând aproape total penetrarea luminii către baza sa sau către sol. După-amiază (ora 15:00), se observă o creștere ușoară a luminii sub coroană (0,37 cal/cm²*min), deoarece unghiul de incidență al soarelui devine mai lateral, facilitând pătrunderea în masa foliară.

Tabelul 4. Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Golden Delicious, altoit pe portaltoiul M26, cal/cm²*min

(latitudinea 48°N, direcția pantei N la un unghi de aproape de 5°, înălțimea pomilor de H=3,5 m, lățimea la baza coroanei de B=2,0 m, înclinația coroanei de α=12°, direcția rândurilor E-V, vârsta pomilor 10 ani, distanța de plantare 4 x 2 m)

Timpul, ora	Lumina		Regiunea centrală a coroanei			Regiunea de împănare a coroanelor		
	Totală	Sub coroană	Partea de sud	Centrul coroanei	Partea de nord	Partea de sud	Centrul coroanei	Partea de nord
9 ⁰⁰	0,50	0,22	0,50	0,35	0,25	0,48	0,34	0,28
11 ⁰⁰	0,82	0,35	0,80	0,58	0,44	0,78	0,56	0,43
13 ⁰⁰	1,11	0,25	0,97	0,75	0,64	0,96	0,77	0,48
15 ⁰⁰	0,89	0,37	0,85	0,66	0,59	0,82	0,65	0,56
17 ⁰⁰	0,57	0,33	0,55	0,43	0,33	0,54	0,50	0,34
Media	0,78	0,31	0,73	0,55	0,45	0,72	0,56	0,42

În regiunea centrală a coroanei, pe partea nordică (media 0,45 cal/cm²*min), insolația se situează sub pragul optim pentru soiul Golden Delicious, care necesită lumină intensă pentru a evita deprecierea calitativă a fructelor (dimensiuni reduse și aromă

slabă) (Cimpoieș, 2012). La orele 09:00 și 17:00, valorile în zona de nord ($0,25 - 0,33 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) sunt aproape de punctul de compensație fotosintetică. Centrul coroanei reușește să mențină o medie de $0,55 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$, ceea ce sugerează că înclinația coroanei ($\alpha = 12^\circ$) ajută la captarea luminii în interior, însă aportul nu este suficient pentru a compensa deficitul de radieră indus de panta nordică.

În regiunea centrală a coroanei, pe partea nordică (media $0,45 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$), insolația se situează sub pragul optim pentru soiul Golden Delicious, care necesită o intensitate luminoasă ridicată pentru a evita obținerea unor fructe de dimensiuni reduse și cu proprietăți organoleptice modeste (Cimpoieș, 2012). La orele 09:00 și 17:00, valorile în zona de nord ($0,25 - 0,33 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$) sunt aproape de punctul de compensație fotosintetică. Centrul coroanei reușește să mențină o medie de $0,55 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$, ceea ce sugerează că înclinația coroanei ($\alpha=12^\circ$) ajută la captarea luminii în interior, însă aportul nu este suficient pentru a compensa umbrirea indusă de panta nordică.

Regiunea de împănare (între pomi pe rând) prezintă valori similare cu regiunea centrală. Acest lucru indică faptul că la distanța de 2 m pe rând, coroanele au format un gard fructifer continuu. Această densitate a vegetației pe direcția E-V explică motivul pentru care partea de nord este atât de defavorizată: absența spațiilor libere împiedică pătrunderea luminii către flancul nordic.

Se atestă că, la orientarea E-V pe pantă nordică, există un risc major ca fructele situate pe partea nordică a rândului să prezinte o colorare deficitară, un conținut mai scăzut de zaharuri și dimensiuni mai mici comparativ cu cele de pe partea de sud. Ramurile de rod pe partea nordică vor îmbătrâni prematur din cauza deficitului de lumină (sub $0,50 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$ în cea mai mare parte a zilei). Deși înclinarea coroanei la unghiul de 12° este utilă, la o înălțime de 3,5 m, raportul H/D (înălțime/distanță între rânduri) ajunge la 0,87. Pe o pantă nordică, acest raport ar trebui să fie mai redus (maximum $0,6 - 0,7$) pentru a permite luminii să ajungă la baza rândului dinspre nord. Rezultatele prezente justifică necesitatea unor tăieri de rărire sau a reducerii înălțimii pomilor la 2,8–3,0 m, pentru a diminua umbra proiectată asupra flancului nordic.

Pentru îmbunătățirea regimului heliotermic în plantațiile pomicele intensive, este imperativă optimizarea geometriei coroanei și un management riguros al vigorii pomilor. Analiza datelor experimentale relevă faptul că, pentru soiurile Golden Delicious și Renet Simirenco, înălțimea de 3,5 m este excesivă la o distanță de 4 m între rânduri, în special pe pantele cu expoziție nordică. Reducerea plafonului superior la 2,8 – 3,0 m ar diminua semnificativ fenomenul de auto-umbră între rânduri. S-a constatat că, după ora 17:00, umbra purtată scade radiația sub pragul critic de $0,50 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$.

Importanța amplasării plantațiilor pe versanți a fost validată de numeroase studii (Арафонов, 1983; Cimpoieș, 2000; Balan, 2021; Babuc, 2012). Pe terenurile cu o înclinație de peste 6° , factorul edafic (conservarea solului prin prevenirea eroziunii) trebuie să prevaleze asupra factorului energetic. Este preferabilă acceptarea unei reduceri minore a intensității luminoase, prin orientarea rândurilor pe direcția curbă de nivel (adesea E-V), pentru a preveni degradarea cernoziomului. În acest scenariu, deficitul de lumină poate fi compensat prin: mărirea distanței dintre rânduri (L); reducerea înălțimii gardului fructifer (H); utilizarea sistemelor de conducere cu volum redus (ex. fus subțire ameliorat).

Indiferent de orientarea rândurilor, menținerea indicelui suprafeței foliare (LAI) la un nivel optim este crucială. Conform studiilor (Balan, 2021), un LAI care depășește $3,5 \text{ m}^2 \text{ frunziș/m}^2 \text{ sol}$ anulează beneficiile unei orientări corecte. Se recomandă tăierea mecanică de contur pentru a menține grosimea gardului fructifer la valori de 1,5 m la bază și 0,6 m la vârf, precum și crearea unor „ferestre de lumină” prin suprimarea la cep

(15-20 cm) a ramurilor viguroase din etajul mediu și superior care umbresc axul. Aceste intervenții pot ridica media fluxului luminos de la 0,56 la 0,70 cal/cm²*min, optimizând sinteza antocianilor și transparența structurală a gardului fructifer.

Orientarea est-vest (E-V) este considerată suboptimă în emisfera nordică din cauza distribuției asimetrice a radiației. Latura nordică se află în umbră cvasi-permanentă, primind preponderent lumină difuză, ceea ce conduce la obținerea unor fructe de dimensiuni reduse, slab colorate, cu acumulări scăzute de zaharuri. Latura sudică, dimpotrivă, este expusă suprailuminării, în special la amiază, ceea ce crește riscul de arsuri solare și generează un dezechilibru vegetativ în coroană.

Orientarea nord-est – sud-vest (NE-SV) asigură un echilibru fiziologic superior. Diminuează, latura estică beneficiază de radiația solară timpurie, facilitând uscarea rapidă a frunzișului și reducând presiunea bolilor fungice. După-amiază, latura nord-vestică primește radiație intensă, însă unghiul de incidență permite penetrarea luminii în profunzimea coroanei.

Pe o pantă cu expoziție nordică de 5°, chiar și o orientare teoretic optimă a rândurilor este influențată de relief (fenomenul de „pantă care fuge de soare”). În acest caz, rândul situat în aval este puternic umbrit de cel din amonte, fiind necesară o recalculare a distanței între rânduri pentru a compensa unghiul de înclinație al terenului. Optimizarea iluminării se bazează pe principii de geometrie solară; pentru determinarea distanței optime între rânduri (L), se aplică formula elaborată de Balan (1996):

$$L = H \operatorname{tg} \varphi - H \operatorname{tg} \alpha + B \quad (1)$$

Cerința firească a formulei constă în prevenirea auto-umbririi între rânduri și stabilirea relației între parametrii coroanei care determină structura geometrică a rândurilor de pomi, în funcție de zona geografică, unde:

- $H \operatorname{tg} \varphi$: Determină lungimea umbrei proiectate în funcție de latitudinea locului (φ). Cu cât latitudinea este mai mare, cu atât umbra este mai lungă.
- $H \operatorname{tg} \alpha$: Reprezintă corecția pentru forma coroanei (unghiul α). O formă conică permite apropierea rândurilor fără a umbri baza rândului vecin.
- B: Lățimea bazei coroanei asigură spațiul fizic necesar pentru dezvoltarea aparatului foliar și trecerea agregatelor.

CONCLUZII

Studiul a evidențiat interacțiunea critică dintre orientarea rândurilor, topografia terenului și arhitectura coroanei pomilor. Din analiza efectuată, se desprind următoarele concluzii fundamentale:

- Panta nordică (N și NE) accentuează fenomenul de umbră. Chiar și la o înclinație mică (5-6°), panta reduce perioada de insolație directă, forțând o regândire a raportului dintre înălțimea pomului (H) și distanța între rânduri (D).
- Orientarea E-V pe pantă N (Golden Delicious) generează cea mai mare asimetrie a fluxului luminos între cele două flancuri (o diferență de aproximativ 40% între sud și nord). În schimb, orientarea N-S pe teren plan (Gala) oferă cea mai mare omogenitate zilnică (diferență de doar 3%).
- Structura coroanei la vârsta de 8-12 ani interceptează între 44% și 47% din radiația incidentă. Valorile de sub coroană (0,25 – 0,49 cal/cm²*min) sugerează că masa foliară limitează pătrunderea luminii către etajele inferioare ale coroanei dacă nu este gestionată riguros.

- Pentru livezile pe pante nordice, raportul H/D trebuie să fie mai mic decât pe teren plan. La Golden Delicious (H=3,5 m, D=4 m), raportul de 0,87 este excesiv; se recomandă limitarea înălțimii la 2,8 – 3,0 m pentru a reduce umbra purtată pe flancul nordic al rândului vecin.
- Tăierile de rărire sunt obligatorii pentru soiurile Renet Simirenco și Golden Delicious în etajul superior. Acestea permit pătrunderea luminii către axul coroanei după ora 15:00, când unghiul soarelui devine critic.
- În zonele cu radiație sub 0,50 cal/cm²*min (partea de nord la Golden Delicious sau centrul axului la Gala), există un risc fiziologic major de avortare a mugurilor de rod și de obținere a unor fructe mici, slab colorate și cu aromă redusă.
- Deși orientarea N-S pe teren plan este optimă, distanța mică pe rând (0,8 m) impune menținerea unui fus subțire. Orice lărgire a bazei coroanei peste 1,4 m va prăbuși regimul de lumină sub pragul de fotosinteză utilă.
- Cercetarea a demonstrat că orientarea N-S este superioară pe teren plan, însă pe pantele cu expoziție nordică, orientarea rândurilor trebuie să compenseze deficitul de lumină prin reducerea înălțimii pomilor și deschiderea coroanei. Pentru soiurile sensibile la culoare (Gala), managementul riguros al vigorii reprezintă o condiție esențială pentru menținerea radiației peste pragul de 0,56 cal/cm²*min în zona axului.

ACKNOWLEDGEMENTS

Acest studiu a fost susținut de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova, proiectul 44-PS „Adaptarea tehnologiilor durabile și ecologice de producere a fructelor sub aspect cantitativ și calitativ în funcție de integritatea sistemii de cultură și schimbărilor climaterice”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2012). *Pomicultura*. Chișinău. 664 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
2. BABUC, V.; A. PEȘTEANU; E. GUDUMAC și A. CUMPANICI (2013). *Producerea merelor. Manual tehnologic*. Chișinău: Bons Offices, 240 p. ISBN 978-9975-80-590-2.
3. BALAN, V. (1996). Metodă de stabilire a distanței dintre rândurile de pomi fructiferi. Brevet de invenție nr. 361 F1. A 01 G 1/00,17/00, nr. depozit 95-0116, data depozit 06.01.1995. Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Publicat 31.01.1996. In: *Buletinul Oficial de Proprietate Intelectuală*, nr. 1, p. 32.
4. BALAN, V. (2021). Structura plantației pomicole ca factor determinativ al productivității. In: *Lucrări științifice*, USAMV „Ion Ionescu de la Brad”, vol. 44(1): Horticultură, pp. 163-168.
5. BALAN, V. (2009). Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producției de fructe. *Akadememos*, nr. 4(15), pp. 82-89. ISSN 1857-0461.
6. BALAN, V. (2015). Tehnologii pentru intensificarea culturii mărului și cireșului. *Akadememos*, nr. 3(38), pp. 82-87. ISSN 1857-0461.
7. BALAN, V.; A. PEȘTEANU și Gh. NICOLAESCU (2021). *Bunele practici de creștere a fructelor, strugurilor și pomuşoarelor în contextul schimbărilor climatice. Ghid practic pentru producătorii agricoli*. Chișinău: Bons Offices, 150 p. ISBN 978-9975-87-781-7.
8. BÎLICI, I. (2020a). *Evaluarea unor soiuri noi de măr în sistemul de cultură superintensiv în condițiile Republicii Moldova*. Teză de doctor în științe agricole. Chișinău. 37 p.
9. BÎLICI, I. (2020b). Formarea suprafeței foliare la soiurile noi de măr în condițiile Republicii Moldova. *Știința agricolă*, nr. 1, pp. 55-62. ISSN 1857-0003. DOI 10.5281/zenodo.3884006.
10. CIMPOIEȘ, Gh. (2000). *Conducerea și tăierea pomilor*. Chișinău, 274 p. ISBN 9975-67-148-9.
11. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). *Cultura mărului*. Chișinău: Editura Bonus Offices. 382 p. ISBN 978-9975-80-547-6.

12. JACKSON, J. E. (1980). Theory of light interception by orchard and a modeling approach to optimizing orchard design. *Acta Horticulturae*, vol. 114, pp. 69-79. ISSN 0567-7572.
13. LAURI, P. E.; E. COSTES; J. L. REGNARD; L. BRUN; S. SIMON et al. (2009). Does knowledge on fruit tree architecture and its implications for orchard management improve horticultural sustainability? An overview of recent advances in the apple. *Acta Horticulture*, vol. 817. DOI 10.13140/2.1.3307.6486.
14. ROBINSON, T. L. (2007). Effect of tree density and tree shape on light interception, tree growth, yield and economic performance of apples. *Acta Horticulturae*, vol. 732, pp. 405-414. ISSN 0567-7572.
15. ROBINSON, T. L.; S. HOYING, M. M. SAZO; A. DEMARREE and L. DOMINGUEZ (2013). A Vision for Apple Orchard Systems of the Future. *NY Fruit Quarterly*, vol. 21, no. 3, pp. 11-16.
16. VĂMĂȘESCU, S. (2018). *Sporirea cantității și calității producției de mere prin aplicarea fertilizării și normării încărcăturii cu rod*. Autoreferatul tezei de doctor în agricultură. Chișinău, 30 p.
17. WERTHEIM, S. J. (1981). High-density planting: development and current achievements in the Netherlands, Belgium, and West Germany. *Acta Horticulturae*, vol. 114, pp. 318-330. DOI 10.17660/Acta-Hortic.1981.114.44.
18. АГАФОНОВ, Н. В. (1974). Теоретическое обоснование оптимальных параметров кроны яблони. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, вып. 2, с. 98-107.
19. АГАФОНОВ, Н. В. (1983). *Научные основы размещения и формирования плодовых деревьев*. Москва: Колос, 174 с.
20. ЛУКЪЯНОВ, В. М. и А. М. ДЕНИСОВ (1968). Методика определения светового режима в кронах плодовых деревьев. *Сельскохозяйственная биология*, том 3, № 4, с. 582-584. ISSN 0131-6397.

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 23.04.2026; Accepted 10.06.2026.

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0)

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.04>

UDC: 635.64:631.524.824



НЕКОТОРЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА НА СКОРОСПЕЛОСТЬ

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 study on the expression pattern, variability, and inheritance of the major quantitative traits determining earliness in tomato F₁ hybrids. More than 100 collection and breeding tomato accessions, as well as 53 F₁ hybrid combinations derived from them, were evaluated. The variability of earliness-related traits was assessed, including the duration of the growing season and its interphase periods („emergence–flowering”, „flowering–ripening”, and „ripening–first fruit harvest”), together with the traits „height of the first inflorescence” and „internode length”. A complex pattern of inheritance of these traits was revealed in the first-generation hybrids, depending on both the genotypic characteristics of the parental forms and environmental factors. The proportion of stable F₁ hybrid combinations exhibiting a low coefficient of variation (Cv, %) for the degree of dominance (hp) under uncontrolled growing conditions over three years (2022–2024) was high for the traits „emergence–flowering” (77.4%), „ripening–first fruit harvest” (68.8%), and „height of the first inflorescence” (74.2%). In contrast, the traits „flowering–ripening” and „internode length” displayed a wide range of variation in the degree of dominance. Several hybrid combinations with stable dominance effects across all studied traits under different growing conditions were identified, representing valuable genetic material for tomato breeding programs.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Quantitative traits; Early maturity; Genetic inheritance; Variability.

Реферат. В статье представлены результаты исследования характера проявления, степени изменчивости и особенностей наследования гибридами F₁ основных количественных признаков, определяющих скороспелость томата. В исследование было включено более 100 коллекционных и селекционных образцов томата, а также 53 гибридные комбинации F₁, полученные на их основе. Оценена изменчивость признаков скороспелости, включая продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов («всходы–цветение», «цветение–созревание», «созревание–первый сбор плодов»), а также признаков «высота закладки первого соцветия» и «длина междоузлий». Установлен сложный характер наследования указанных признаков гибридами первого поколения, обусловленный как генетическими особенностями родительских форм, так и влиянием условий среды. Показано, что доля стабильных гибридных комбинаций F₁ с низким коэффициентом вариабельности (Cv, %) признака при различных степенях доминирования (hp) при выращивании растений в неконтролируемых условиях в течение трех лет (2022–2024 гг.) была высокой для признаков «всходы–цветение» (77,4%), «созревание–

первый сбор плодов» (68,8%) и «высота закладки первого соцветия» (74,2%). В то же время по признакам «цветение–созревание» и «длина междоузлий» отмечен широкий диапазон изменчивости показателя степени доминирования. Выделены гибридные комбинации, характеризующиеся стабильным проявлением степени доминирования по всем изученным признакам в различных условиях выращивания, что представляет значительный интерес для селекционной практики.

Ключевые слова: *Solanum lycopersicum*; Количественные признаки; Скороспелость; Генетическое наследование; Изменчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Основным способом получения высокопродуктивных форм томата с заданным комплексом хозяйственно-ценных признаков является селекция. Эффективность селекционного процесса, прежде всего, определяется наличием хорошо изученного исходного материала по требуемым хозяйственно-ценным признакам и знанием особенностей их наследования (Гусева, 1989; Rasheed et al., 2022).

Одним из таких признаков является скороспелость. Это сложный признак, который управляется большим числом генов, и одновременно зависит как от биологических особенностей генетических источников, используемых в качестве исходного материала, так и условий внешней (Жученко, 1973; Гусева, 1989; Кильчевский и др., 2008; Meena et al., 2018; Javed et al., 2022). Являясь одним из наиболее значимых признаков, скороспелость представляет особую ценность только при сочетании с другими морфо-биологическими и хозяйственно-ценными, в том числе и урожайность (Нурматов, 2018; Rawat et al., 2020; Lui et al., 2021; Soresa et al., 2021).

Определяющим при этом является продолжительность вегетационного периода. От длины вегетационного периода зависят показатели многих селекционно-ценных признаков. К примеру, устойчивость растений к действию низких положительных температур при возделывании томатов в ранней культуре. В летний период засухоустойчивость, химический состав плодов, и в целом, качество продукции, устойчивость к наиболее опасным болезням и вредителям (Авдеев, 2004).

Сложность селекции на скороспелость главным образом заключается в необходимости преодоления отрицательной корреляции между скороспелостью, продолжительностью периода плодоношения и потенциальной продуктивностью (Гусева, 1989; Жученко, 2009). Мнения авторов относительно независимого характера наследования этих признаков, контролируемых различными генами, существенно расходятся, поэтому данный вопрос остается открытым для дальнейшего обсуждения.

Скороспелость и урожайность в онтогенезе растений формируются в процессе трех фаз развития, в ходе которых закладываются качественно различные элементы структуры организма: вегетативная фаза — формирование и рост ранее заложенных междоузлий, листьев и побегов; генеративная фаза — процессы макро- и микрогаметогенеза, развитие и рост цветков; фаза плодообразования, которая одновременно является эмбриональным этапом развития нового организма (Мюнцинг, 1967). Переход от вегетативной фазы к генеративной означает готовность растения к цветению и плодоношению. Следовательно, продолжительность периода от появления всходов до цветения определяется числом листьев на стебле до первого соцветия, и чем их меньше, тем быстрее наступают цветение, плодообразование и, соответственно, созревание. Из этого следует, что прямыми

показателями скороспелости томата являются сокращенные периоды «всходы–цветение» и «цветение–начало созревания», а также такие признаки, как «число листьев на стебле до первого соцветия», «длина междоузлий» и «число листьев (узлов) между последующими соцветиями». Поэтому для правильного понимания потенциальных возможностей линий, сортов и других генотипов, различающихся по скороспелости, необходимо определить желаемый тип растения как цель селекции и обосновать метод селекции.

Исходя из этого, целью исследований являлось всестороннее изучение проявления ключевых селекционно-ценных признаков, влияющих на скороспелость у коллекционных форм томата, а также особенностей их наследования в гибридах F₁.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основными методами создания скороспелых и высокоурожайных форм томата являются гибридизация и отбор. Ключевое значение при этом имеет подбор пар для скрещивания, который требует наличия всесторонне изученного исходного материала. В связи с этим нами было изучено более 100 генотипов различного генетического и географического происхождения, включая селекционные формы, по комплексу признаков, влияющих на скороспелость. Оценивались продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов — «всходы–цветение», «цветение–начало созревания», «созревание–первый сбор плодов»; а также такие признаки, как «высота закладки первого соцветия», «длина междоузлий» и «число междоузлий между 1 и 4 соцветиями».

Согласно характеру проявления указанных признаков, изученные генотипы были распределены на пять групп. С использованием генотипов из разных групп (ультраскороспелые, ранне- и среднеранние, среднеспелые и позднеспелые) проводили межсортовые, линейно-сортовые, межлинейные, мутантно-сортовые, линейно-мутантные и межмутантные скрещивания. Продолжительность вегетационного периода использованных в схемах скрещивания генотипов варьировала от 81 до 126 дней.

Кастрацию и искусственное опыление цветков проводили по общепринятым методикам и разработанным нами для томата подходам (Маковей, 2018). Всего получено 53 гибридные комбинации F₁ томата. Растения исходных форм и гибридов F₁ выращивали из рассады в нерегулируемых условиях экспериментальной базы Института генетики, физиологии и защиты растений ГУМ.

Посев семян на рассаду осуществляли в третьей декаде марта, высадку рассады на постоянное место проводили во второй–третьей декадах мая. Схема посадки в полевых условиях для детерминантных форм составляла 70×30 см, а в теплице для индетерминантных форм — 3,5–4,0 растения/м² (Маковей, 2021).

Фенотипическое проявление указанных и других морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков изучали согласно международному дескриптору для томата (UPOV, 2025). Характер наследования признаков, влияющих на скороспелость, в гибридах F₁ определяли с использованием показателя степени доминирования (h_p) (Жученко, 1973). Критерием изменчивости признаков в зависимости от генотипа и условий выращивания служил коэффициент вариации (V, %) (Доспехов, 1985). Статистическую обработку первичных данных проводили с использованием программ Excel и Statistica 7.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Высокая скороспелость предполагает более раннее формирование цветочных зачатков на нижних узлах стебля, наличие растений с короткими междоузлиями и меньшим числом междоузлий между соцветиями. В этой связи данные признаки могут использоваться в качестве критериев оценки и отбора раннеспелых форм томата.

С учетом особенностей проявления указанных признаков нами было изучено более 100 коллекционных образцов томата в течение трех лет с различными климатическими условиями (2017–2020 гг.). Установлены существенные различия между генотипами как по продолжительности межфазных периодов, так и по высоте закладки первого соцветия (Таблицы 1 и 2).

Доля раннеспелых генотипов оказалась достаточно высокой и составила 32%, из которых 12% относились к группе ультраскороспелых форм (81–90 дней), а 20% характеризовались как раннеспелые с продолжительностью вегетационного периода «всходы–первый сбор плодов» 91–100 дней. Среднеранние формы (101–110 дней) составили 24,4% изученных образцов. В группу среднеспелых вошли 33,5% генотипов, а 10,1% были отнесены к позднеспелым формам с продолжительностью периода от массовых всходов до первого сбора плодов более 120 дней (Таблица 1).

Использование коэффициента вариации (V , %) для определения степени изменчивости продолжительности вегетационного периода и его межфазных подпериодов у опытных образцов показало стабильный характер проявления признаков, показатели которых остаются в пределах нормы соответствующей группе спелости генотипа (Таблица 1).

Выявлено, что у ультраскороспелых генотипов продолжительность межфазных периодов «всходы–цветение» и «цветение–созревание» практически равнозначна. Аналогичная закономерность наблюдалась и у раннеспелых, а также среднеранних форм.

В то же время у среднеспелых генотипов межфазный период «всходы–цветение» был значительно короче, чем «цветение–созревание». Напротив, у позднеспелых форм наблюдалось удлинение периода «всходы–цветение» по сравнению со вторым межфазным периодом «цветение–созревание». Для данных генотипов также отмечалась средняя степень изменчивости по обоим признакам в различных условиях выращивания растений (Таблица 1).

Таблица 1. Характер и стабильность проявления признака «продолжительность вегетации и межфазных подпериодов» у коллекционных образцов томата в разные годы исследований (2017–2020 гг.)

Группы спелости генотипов	Доля генотипов из общего числа изученных, %	Продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов, дни				
		Коэффициент вариальности признаков (V , %)				
		всходы–цветение		цветение–созревание		всходы–сбор
		min-max	$V_{ср}$, %	min-max	$V_{ср}$, %	$X_{ср}$, дни
Ультраскороспелые	12,0	40–44	1,5 - 9,4	41–45	1,6 - 5,3	85
Раннеспелые	20,0	44–51	2,6 - 7,2	45–53	1,8 - 8,4	98
Среднеранние	24,4	46–60	0,9 - 9,6	46–59	3,3–10,4	106
Среднеспелые	33,5	51–60	4,1 - 8,0	54–64	2,9 - 7,5	115
Позднеспелые	10,1	62–64	2,3 -11,6	58–62	5,7–11,8	123

Значимые различия были выявлены между изученными генотипами как в зависимости от типа роста растений, так и от группы спелости по одному из наиболее сложных и недостаточно изученных количественных признаков — «высота закладки первого соцветия».

Так, в группу ультраскороспелых генотипов томата вошли исключительно формы с детерминантным (*sp*) и супердетерминантным (*ssp*) типом роста. У данных растений первое соцветие закладывалось над 4–5 листом и практически не изменялось по годам исследований. Вероятной причиной стабильности данного признака является то, что формирование первого и второго соцветий, как правило, происходит уже в рассадный период, в условиях контролируемого температурного и светового режима.

Более выраженные различия (в пределах 1–1,5 узла) наблюдались между генотипами с детерминантным (*sp*) и индетерминантным (*Sp*+) типами роста в группе раннеспелых форм. У детерминантных (*sp*) растений первое соцветие формировалось над 6–7 листом, тогда как у индетерминантных (*Sp*+) — над 7–9 листом. Подобная закономерность сохранялась и у генотипов детерминантного (*sp*) типа роста из среднеранней группы спелости, тогда как у индетерминантных (*Sp*+) форм данный показатель смещался вверх на 1–2 узла и составлял 9–11.

У среднеспелых генотипов (110–120 дней) высота закладки первого соцветия у детерминантных (*sp*) форм фиксировалась на уровне 7–9 узла, а у индетерминантных (*Sp*+) — еще выше, в пределах 9–13 узлов. Наиболее высокое положение первого соцветия характерно для позднеспелых генотипов (11–15 узлов) независимо от типа роста растений (Таблица 2).

Изменчивость признака «высота закладки первого соцветия» по годам исследований была невысокой: коэффициент вариации, как правило, не превышал 10% у большинства генотипов различных групп (Таблица 2). Вместе с тем у 19,6% позднеспелых форм с детерминантным (*sp*) типом роста отмечалась средняя степень вариабельности признака (13,7%). Аналогичные тенденции установлены и у ряда генотипов с индетерминантным (*Sp*+) типом роста из среднеспелой (11,7%) и позднеспелой (16,4%) групп (Таблица 2).

Таблица 2. Высота закладки первого соцветия у генотипов с разным типом роста растений и разными сроками созревания плодов

Группы спелости генотипов	Высота закладки первого соцветия (число листьев-узлов), шт			
	Степень фенотипической изменчивости признака (V, %)			
	Среднее число листьев до 1-го соцветия, шт		Коэффициент вариабельности, % (min – max)	
	<i>sp</i>	<i>Sp</i> +	<i>sp</i>	<i>Sp</i> +
Ультраскороспелые	4,0 - 5,0	–	1,2 - 4,6	–
Раннеспелые	6,0 - 7,0	7,0 - 9,0	2,7 - 9,1	1,8 - 10,3
Среднеранние	7,0 - 8,0	8,0 - 11,0	2,0 - 8,7	3,1 - 9,2
Среднеспелые	7,0 - 9,0	9,0 - 13,0	4,4 - 9,6	1,4 - 11,7
Позднеспелые	9,0 - 11,0	11,0 - 15,0	1,9 - 13,7	7,5 - 16,4

Примечание: *sp* (*self-pruning*), ген контролирующий детерминантный тип роста и *Sp*⁺ отвечает за индетерминантный тип роста растений

Незначительная изменчивость данного признака указывает на его генетическую детерминированность и подтверждает возможность использования высоты закладки первого соцветия в качестве критерия отбора скороспелых форм томата на ранних этапах онтогенеза.

Систематизация экспериментальных образцов по соответствующим группам (Таблицы 1 и 2), в зависимости от характера проявления и степени фенотипической изменчивости признаков скороспелости, позволила целенаправленно использовать их в гибридизации. В результате было получено 53 гибридные комбинации F_1 томата.

Анализ характера наследования гибридами F_1 томата продолжительности межфазных подпериодов вегетации выявил, что показатель степени доминирования признаков варьировал от -1,0 до +1,0 (от отрицательного до положительного сверхдоминирования). Для большего числа гибридов F_1 характерным было отрицательное сверхдоминирование и доминирование (гетерозис по скороспелости) для всех межфазных подпериодов (Таблица 3).

Выделены также гибридные комбинации, у которых степень доминирования признаков была как положительной ($> +0,5$), так и отрицательной ($< -0,5$). Однако гибридов F_1 с выраженным положительным сверхдоминированием было единичное число (Таблица 3).

Из общего числа изученных комбинаций гибридов F_1 томата, промежуточное наследование и незначительное положительное доминирование межфазного периода «всходы-цветение» имели – 22,6%, «цветение-созревание» – 32,0% и «созревание-первый сбор плодов» – 37,7% (Таблица 3). В этих случаях наследование чаще всего промежуточное или ближе к худшему родителю (0 -0,5 до +0,5), что затрудняет отбор на скороспелость.

В целом 72,3% гибридов F_1 характеризовались меньшей изменчивостью межфазных подпериодов по сравнению с исходными родительскими формами. Вероятной причиной этого явления является проявление гетерозиса, однако он наблюдается не во всех гибридных комбинациях F_1 (Таблица 3).

Таблица 3. Характер наследования (h_r) гибридами F_1 томата признака «продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов»

Признаки	Изучено гибридных комбинаций F_1 томата	Из них с соответствующей степенью доминантности, %				
		$< -1,0$	от -1,0 до -0,5	от -0,51 до +0,5	от +0,51 до +1,0	$> 1,0$
Всходы-цветение	53	21	20	10	2	–
Цветение-начало созревания	53	22	14	10	7	–
Созревание-первый сбор	53	16	17	14	4	2

Характер наследования признака «продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов» в значительной степени определяется генотипическими особенностями родительских форм. Аналогичный вывод ранее был получен и другими авторами (Узун, 2016). Полученные нами результаты свидетельствуют, что во всех комбинациях F_1 , в которых в скрещиваниях участвовали ультраскороспелые, раннеспелые и среднеранние формы, наблюдается отрица-

тельное сверхдоминирование либо доминирование коротких межфазных периодов «всходы–цветение» и «цветение–созревание», что проявляется как гетерозис по скороспелости.

В то же время у гибридов F₁, полученных при скрещивании генотипов с резко различающимися сроками созревания (раннеспелые × среднеранние × среднеспелые × позднеспелые), наблюдалось значительное смещение показателя степени доминирования в сторону родительских форм с более длинным вегетационным периодом.

Изменчивость признаков была ниже в комбинациях F₁, где материнская форма характеризовалась более короткими межфазными периодами, и, наоборот, выше — при использовании в качестве материнской формы генотипов с более поздними сроками созревания.

Анализ характера наследования у гибридов F₁ признака «высота закладки первого соцветия» (число листьев-узлов на стебле до первого соцветия) показал высокую вариабельность показателя степени доминирования, который в зависимости от комбинации изменялся от отрицательных значений (< -1,0) до положительного сверхдоминирования (> +1,0). Одновременно выявлены гибридные комбинации F₁ с промежуточным типом наследования, а также с положительным доминированием родителя, характеризующегося большим числом узлов до закладки первого соцветия (Таблица 4).

Наиболее высокая степень изменчивости данного признака отмечена у гибридов F₁, полученных с участием полумутантных и мутантных форм томата с различным сочетанием маркерных генов.

Таблица 4. Характер наследования гибридами F₁ томата признаков скороспелости по степени доминирования (hr)

Признаки	Изучено гибридных комбинаций F ₁ томата	Из них с соответствующей степенью доминантности, %				
		< - 1,0	от -1,0 до -0,5	от -0,51 до +0,5	от +0,51 до +1,0	> 1,0
Число листьев-узлов на стебле до первого соцветия	53	6	10	21	7	9
Длина междоузлий	53	5	5	31	9	3
Число листьев-узлов между 1 и 4 соцветиями	53	4	9	17	13	10

Параллельно установлено, что для признака «длина междоузлий» у 58,5% гибридных комбинаций F₁ характерно промежуточное наследование (Таблица 4). В основном это гибриды F₁, в которых один из родителей характеризуется короткими междоузлиями, а второй — средними или длинными. В тех комбинациях F₁, где в качестве материнской формы использовались генотипы с короткими междоузлиями, признак чаще наследовался по доминантному типу (+0,56–0,77). Иная картина наблюдалась при использовании в качестве материнского компонента генотипов с длинными междоузлиями: в большинстве случаев отмечалось положительное доминирование (+0,5 ≤ hr ≤ +1,0) и положительное сверхдоминирование (> 1,0), что проявлялось сохранением длинных междоузлий (30,2% комбинаций).

По признаку «число листьев-узлов между 1 и 4 соцветиями» выявлен широкий диапазон значений степени доминирования (Таблица 4). Особую ценность представляют гибридные комбинации F₁ с положительным доминированием и по-

ложительным сверхдоминированием родителя, обладающего меньшим числом узлов и более короткими междоузлиями между соцветиями. Это открывает возможности для отбора селекционно-ценных форм томата с компактным размещением соцветий на главном стебле и потенциально более высокой продуктивностью.

Выявленный широкий спектр различий между гибридами F_1 по характеру наследования признаков, представленных в таблице 4, обусловлен как типом роста исходных родительских форм, используемых в скрещиваниях, так и их принадлежностью к различным группам спелости, а также условиями проведения исследований по годам.

Показано, что доля стабильных гибридных комбинаций F_1 с низким уровнем вариабельности (до 10%) коэффициента вариации (C_v , %) по степени доминирования (h_p) признаков, влияющих на скороспелость томата при выращивании в неконтролируемых условиях в течение трех лет (2022–2024 гг.), была достаточно высокой (Таблица 5).

Стабильный характер проявления признаков отмечен у большинства гибридных комбинаций по параметрам «всходы-цветение», «созревание-первый сбор плодов» и «высота закладки первого соцветия», что составило соответственно 77,4%, 68,8% и 74,2% (Таблица 5).

Средняя и высокая степень изменчивости показателя доминирования, выраженная средним коэффициентом вариации по годам исследований, была установлена для признаков «цветение-созревание» и «длина междоузлий». По признаку «цветение-созревание» средняя изменчивость (10-20%) отмечена у 44,1% гибридных комбинаций F_1 , тогда как высокая изменчивость (23,6-44,7%) выявлена у 10,6% комбинаций (Таблица 5).

Анализ взаимосвязи между степенью доминирования и стабильностью его проявления по годам исследований для признака «длина междоузлий» показал, что значительная доля гибридов F_1 (21,1%) характеризовалась высокой изменчивостью, которая в зависимости от комбинации варьировала от 22,7% до 71,2%. Средняя изменчивость (11,3–20,4%) отмечена у 36,3% гибридных комбинаций (Таблица 5).

Таким образом, нестабильный характер наследования у гибридов F_1 признака «длина междоузлий», в том числе под влиянием условий выращивания, существенно осложняет отбор селекционно-ценных генотипов из таких комбинаций.

Таблица 5. Доля гибридных комбинаций F_1 с определенным значением коэффициента вариации по степени доминирования признаков, влияющих на скороспелость томатов при выращивании растений в неконтролируемых условиях в разные годы (2022-2024)

Признаки	Изучено гибридных комбинаций F_1	Средний коэффициент вариабельности (C_v , %) признаков по показателю степени доминирования (h_p) в разные годы исследований		
		$C_v < 10$	$C_v = 10 - 20$	$C_v > 20$
Всходы-цветение	53	77,4	16,2	6,4
Цветение-созревание	53	45,3	44,1	10,6
Созревание-первый сбор плодов	53	68,8	24,3	6,9
Высота закладки первого соцветия	53	74,2	20,6	5,2
Длина междоузлий	53	42,6	36,3	21,1

Особенно интересными представляются результаты, которые показали, что коэффициент вариабельности по степени доминирования признаков, влияющих на скороспелость томатов при разных условиях выращивания растений, может быть стабильным как для комбинаций с промежуточным типом наследования, так и с положительным и отрицательным сверхдоминированием. К такому же выводу пришли и другие авторы при изучении общей, ранней и товарной урожайности томатов (Кильчевский и др., 2008).

Знание особенностей наследования гибридами F₁ томата признаков, влияющих на скороспелость с учетом влияния условий внешней среды, может способствовать правильному выбору схемы селекционной работы для эффективного подбора родительских пар и проведения скрещиваний с целью создания новых линий, сортов и гетерозисных гибридов F₁ с полезным сочетанием ценных признаков.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований являются обобщением данных по основным количественным признакам, влияющим на скороспелость томата: «продолжительность вегетационного периода и его межфазных подпериодов – всходы–цветение, цветение–созревание, созревание–первый сбор плодов», а также «высота закладки первого соцветия» и «длина междоузлий» в отношении характера их проявления у коллекционных и селекционных образцов и особенностей их наследования гибридами F₁ как в зависимости от генотипа родительских форм, так и других факторов.

Установлено, что доля стабильных гибридных комбинаций F₁ с низким показателем коэффициента вариации (Cv, %) по степени доминирования (h_p) признаков, влияющих на скороспелость томатов, при выращивании растений в неконтролируемых условиях в течение трех лет исследований (2022–2024 гг.) была высокой по признакам «всходы–цветение» – 77,4%, «созревание–первый сбор плодов» – 68,8% и «высота закладки первого соцветия» – 74,2%. В то же время по признакам «цветение–созревание» и «длина междоузлий» отмечается широкая гамма изменчивости показателя степени доминирования.

Показано, что коэффициент вариации степени доминирования признаков, влияющих на скороспелость томатов, при различных условиях выращивания растений может быть стабильным как у комбинаций гибридов F₁ с промежуточным типом наследования, так и при положительном и отрицательном сверхдоминировании.

Характер наследования всех изученных признаков скороспелости может изменяться в зависимости от экологических условий года исследований, однако при этом сохраняется его направленность, характерная для конкретной гибридной комбинации.

В рамках одной статьи невозможно полноценно рассмотреть весь комплекс вопросов, связанных с проблемой скороспелости томатов. Их решение требует более глубоких исследований взаимосвязи генетических и физиологических процессов, протекающих в растительном организме на различных этапах онтогенеза.

ACKNOWLEDGEMENTS

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS (UPOV) (2025). *Tomato: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability*. Geneva. 82 p. Disponibil: <https://doi.org/10.34667/tind.49656>
2. JAVED, A.; N. N. NAWAB; S. GOHAR; A. AKRAM; K. JAVED et al. (2022). Genetic analysis and heterotic studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrids for fruit yield and its related traits. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, vol. 54 (3), pp. 492-501. Disponibil: <http://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.3.3>
3. LIU, Z.; J. JIANG; A. REN, X. XU; H. ZHANG et al. (2021). Heterosis and combining ability analysis of fruit yield early maturity, and quality in tomato. *Agronomy*, vol. 11(4). Disponibil: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040807>
4. MEENA, R. K.; S. KUMAR; M. L. MEENA and S. VERMA (2018). Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and quality attributes in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 7(1), pp. 1937-1939. ISSN 2278-4136. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/396266420_Genetic_variability_heritability_and_genetic_advance_for_yield_and_quality_attributes_in_tomato_Solanum_lycopersicum_L
5. RASHEED, Adnan; Muhammad ILYAS; Taj Naseeb KHAN; Athar MAHMOOD; Usama RIAZ et al. (2022). Study of genetic variability, heritability, and genetic advance for yield-related traits in tomato (*Solanum lycopersicon* L.). *Frontiers in Genetics*, vol. 13. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.1030309>
6. RAWAT, M.; D. SINGH; K. KATHAYAT (2020). Studies on genetic parameters for yield and yield attributing traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 9 (3), pp. 1439-1442. Disponibil: <https://www.phytojournal.com/archives/view-pdf/11511/9-3-153>
7. SORESA, D. N.; G. NAYAGAM; N. BACHA and Z. JALETA (2021). Estimation of general and specific combining ability effect for yield and quality characters in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *African Journal of Agricultural Research (AJAR)*, vol. 17(2), pp. 321-328. Disponibil: <https://doi.org/10.5897/AJAR2020.15006>
8. АВДЕЕВ, Ю. И. (2004). *Теоретические и прикладные исследования по овощным культурам*. Астрахань, 489 с. ISBN 5-902742-02-1.
9. ГУСЕВА, Л. И. (1989). *Методы селекции томата для интенсивных технологий*. Кишинев, 224 с. ISBN 5-376-00180-6.
10. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. 5-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Колос, 351 с.
11. ЖУЧЕНКО, А. А. (1973). *Генетика томатов*. Кишинев: Штиинца, 664 с.
12. ЖУЧЕНКО, А. А. (2009). *Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика*. Том 2. Москва: Агрорус, 1098 с.
13. КИЛЬЧЕВСКИЙ, А. В.; М. М. ДОБРОВЬКИН; В. В. СКОРИНА; О. Г. БАБАК; Л. Г. Коготко и др. (2008). Генетические основы селекции томата на гетерозис. В: *Молекулярная и прикладная Генетика: сборник научных трудов*. Издание посвящено 80-летию НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, том 8, с. 25-39. ISBN 978-985-442-581-8.
14. 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.
15. МАКОВЕЙ, М. Д. (2021). *Морфобиологические основы выращивания томата*. Кишинев, 155 с. ISBN 978-9975-56-841-8.
16. МЮНЦИНГ, А. (1967). *Генетика: Общая и Прикладная*. Москва: Издательство Мир, 610 с.
17. НУРМАТОВ, Н. Ж. (2018). Биологическая скороспелость сортообразцов обыкновенной разновидности томата. *Молодой ученый*. №29 (215), с. 103-106. Disponibil: <https://moluch.ru/archive/215/52119>
18. УЗУН, И. В. (2016). Фенотипическая изменчивость и наследование скороспелости у гибридов F₁ томата. *Овощи России*, № 3(32), с. 46-51. Disponibil: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-46-51>

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 14.04.2026; Accepted 04.06.2026

Copyright: © 2026 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.05>

UDC: 634.8:632.4:632.952



EFICIENTIZAREA SISTEMULUI INTEGRAT DE PROTECȚIE A VIȚEI-DE-VIE PRIN INCLUDEREA UNOR NOI PRODUSE DE UZ FITOSANITAR PENTRU COMBATAREA CIUPERCILOR *PLASMOPARA VITICOLA* ȘI *OIDIDIUM TUCKERI*

Alexei BIVOL^{1*}, ORCID: 0009-0003-5709-7173,
Sergiu BĂDĂRĂU¹, ORCID: 0009-0009-5542-4373,
Mariana GODOROJA¹, ORCID: 0009-0004-8803-3196,
Elena IURCU-STRĂISTARU², ORCID: 0000-0003-3499-0084,
Nadejda MOCREAC¹, ORCID: 0000-0001-8323-3042

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

²Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

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

Abstract. The paper includes the results of state testing in the Republic of Moldova of several new plant protection products with fungicidal action (CYAGRAND 200 SC, FLINTER 500 WG, KVADRIX 250 SC, BANDIGRAND 500 SC, Bioxid WP, CAPTAGRAND 500 WG, and Novaxanil WG) against the fungi *Plasmopara viticola* and *Oidium tuckeri*, causing cause downy mildew and powdery mildew of grapevine, the two key diseases affecting vineyards planted with noble European grape varieties. The products tested under state trials demonstrated sufficiently high biological efficacy to be approved and included in the integrated grapevine protection system and in the State Register of Plant Protection Products and Fertilizers, making them eligible for use in the Republic of Moldova.

Keywords: Grapevines; Powdery mildew; Downy mildew; Fungicides; Biological efficiency.

Rezumat. În prezenta lucrare sunt reflectate rezultatele privind testarea de stat în Republica Moldova a unor noi produse de uz fitosanitar cu acțiune fungică (CYAGRAND 200 SC, FLINTER 500 WG, KVADRIX 250 SC și BANDIGRAND 500 SC, Bioxid, WP, CAPTAGRAND 500 WG și Novaxanil, WG), împotriva ciupercilor *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*, care provoacă mana și făinarea viței-de-vie, două dintre principalele boli în plantațiile viticole cu soiuri nobile europene. Produsele supuse încercărilor de stat au arătat o eficiență biologică suficient de ridicată pentru a fi omologate și incluse în calitate de fungicide în sistemul de protecție integrată a viței-de-vie, precum și în Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, în vederea utilizării în Republica Moldova.

Cuvinte-cheie: Viță-de-vie; Făinare; Mană; Fungicide; Eficiență biologică.

INTRODUCERE

În Republica Moldova, viticultura reprezintă una dintre ocupațiile tradiționale, cu o istorie multiseculară și o contribuție semnificativă la patrimoniul economic, cultural și agricol al țării. În perioada prefloxerică, vița-de-vie europeană și soiurile autohto-

ne cultivate pe teritoriul Moldovei nu erau afectate de probleme fitosanitare majore, principalul agent fitopatogen fiind ciuperca *Gloeosporium ampelophagum* (D. By) Sacc., responsabilă de apariția antracnozei. Această boală este cunoscută din cele mai vechi timpuri, fiind menționată încă de Theophrast, considerat părintele botanicii.

O etapă deosebit de dificilă pentru soiurile nobile europene de viță-de-vie a fost cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea, când, odată cu introducerea din America de Nord a materialului săditor viticol infestat, în Europa au pătruns trei dintre cei mai periculoși agenți patogeni și dăunători ai viței-de-vie: ciuperca *Oidium tuckeri* Berk., păduchele rădăcinilor *Phylloxera vastatrix* Planch. și ciuperca *Plasmopara viticola*. Răspândirea acestora a generat una dintre cele mai grave crize din istoria viticulturii europene, amenințând existența soiurilor nobile de viță-de-vie (Вердеревский & Войтович, 1987).

Pe continentul european, problema filoxerei radiculare a fost soluționată prin alitoarea soiurilor nobile europene pe portaltoi americani, rezistenți la atacul *Phylloxera vastatrix*. În schimb, mana și făinarea au continuat să reprezinte un pericol major pentru producătorii de struguri. În condițiile actuale, pentru combaterea ciupercilor *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* se aplică anual numeroase tratamente chimice costisitoare, iar valorificarea potențialului productiv al plantațiilor viticole depinde de numărul și eficacitatea acestora. În lipsa tratamentelor cu zeamă bordeleză și alte produse pe bază de cupru, se constată intensificarea atacului provocat de ciupercile *Pseudopeziza tracheiphila* Mull, Thurg. și *Phomopsis viticola* Sacc. De asemenea, în plantațiile cultivate cu soiuri noi, rezistente la atacul patogenului *Plasmopara viticola*, lipsa tratamentelor antimană favorizează, în anii cu primăveri ploioase și călduroase (mai-iunie), dezvoltarea puternică a antracnozei, provocată de *Gloeosporium ampelophagum* (Bădărău & Bivol, 2007).

Având caracter multianual, plantațiile viticole constituie o agrobiocenoză specifică, în care efectul monoculturii favorizează intensificarea atacului microorganismelor fitopatogene (Moșoi et al., 2016), inclusiv al ciupercilor *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*. Aceste organisme, care se dezvoltă pe seama țesuturilor vii ale plantelor, determină modificări structurale și funcționale care reduc considerabil vitalitatea butucilor. În consecință, creșterea vegetativă este afectată, productivitatea plantațiilor se diminuează, iar calitatea recoltei nu mai corespunde nivelului scontat. În acest context, pe lângă selecția și introducerea în cultură a unor soiuri cu potențial productiv ridicat și rezistență sporită la atacul agenților patogeni, este necesară perfecționarea sistemelor de protecție integrată a plantațiilor viticole, inclusiv prin aplicarea unui complex de tratamente chimice destinate combaterii microorganismelor fitopatogene (Bădărău & Gaibu, 2014).

Combaterea chimică eficientă a bolilor viței-de-vie este posibilă numai prin stabilirea corectă a momentelor optime de aplicare a tratamentelor, utilizarea fungicidelor cu eficacitate biologică ridicată și extinderea sortimentului de produse de uz fitosanitar omologate, prin testarea și evaluarea, în condiții de câmp, a unor noi fungicide destinate combaterii agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*. Din această perspectivă, cercetările privind testarea în vederea omologării unor noi produse de uz fitosanitar pentru combaterea manei și făinării viței-de-vie prezintă o importanță deosebită și o actualitate incontestabilă (Peng et al., 2023).

În conformitate cu cele expuse, cercetarea a avut drept obiective analiza dinamicii dezvoltării manei și făinării viței-de-vie prin observații și evaluări fitosanitare, determinarea frecvenței și intensității atacului în condiții experimentale, precum și evalu-

area eficacității biologice a unor fungicide noi – CYAGRAND 200 SC, FLINTER 500 WG, KVADRIX 250 SC, BANDIGRAND 500 SC, Bioxid WP, CAPTAGRAND 500 WG și Novaxanil WG – în combaterea agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*. Eficacitatea preparatelor a fost apreciată prin compararea rezultatelor obținute cu varianta martor netratată și cu varianta etalon. Rezultatele experimentale au fost prelucrate statistic, în vederea fundamentării propunerilor de omologare a fungicidelor testate și a includerii acestora în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților destinați utilizării în Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările privind determinarea eficacității biologice a preparatelor CYAGRAND 200 SC, FLINTER 500 WG, KVADRIX 250 SC și BANDIGRAND 500 SC („Grinaî & Co.” SRL, Republica Moldova; „Grando Chemical Industries – FZCO”, Emiratele Arabe Unite), Bioxid WP („Diolsem”, Republica Moldova), CAPTAGRAND 500 WG („Grinaî & Co.” SRL, Republica Moldova; „Grando Chemical Industries – FZCO”, Emiratele Arabe Unite) și Novaxanil WG (Novachem LLC, SUA), testate în anii 2024–2025 ca fungicide pentru combaterea bolilor viței-de-vie, au fost efectuate în zona centrală a Republicii Moldova, în gospodăriile țărănești „Robu Rodica Mihail” și „Ciobanu Mihail Dumitru” din raionul Nisporeni, pe soiurile de viță-de-vie Chardonnay și Aligoté (Figura 1).

Schema experiențelor este prezentată în Tabelul 1. Experiențele au fost organizate după metoda blocurilor randomizate, în patru variante experimentale, fiecare cu câte patru repetiții. O repetiție a cuprins cinci butuci, dintre care trei au fost incluși în observațiile și determinările experimentale.

Tabelul 1. Schema experiențelor pentru testarea de stat a eficacității biologice a unor noi produse de uz fitosanitar în vederea combaterii agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* la vița-de-vie.
Zona centrală a Republicii Moldova, anii 2024-2025

Nr.	Denumirea fungicidului/variantele experimentale		Ingredientul activ	Doza/ha
anul 2024				
1.	CYAGRAND 200 SC	Martor netratat	–	–
		Etalon Zahist, WP	cimoxanil, 250 g/kg metalaxil, 100 g/kg	1,0 kg/ha
		CYAGRAND 200 SC	ciazofamid, 100g/l + metalaxil, 100 g/kg	0,8 l/ha
		CYAGRAND 200 SC		1,0 l/ha
2.	FLINTER 500 WG	Martor netratat	–	–
		Etalon Netrix 500 SC	trifloxistrobin, 500 g/l	0,15 l/ha
		Flinter 500 WG		0,15 kg/ha
		Flinter 500 WG		0,20 kg/ha
3.	KVADRIX 250 SC	Martor netratat	–	–
		Etalon Azoxin 25 SC	azoxistrobin, 250 g/l	0,8 l/ha
		KVADRIX 250 SC		0,6 l/ha
		KVADRIX 250 SC		0,8 l/ha

4.	BANDIGRAND 500 SC	Martor netratat	–	–
		Etalon Nando, SC	fluazinam, 500 SC	0,75 l/ha
		BANDIGRAND 500 SC		0,5 l/ha
		BANDIGRAND 500 SC		0,75 l/ha
anul 2025				
1.	Bioxid, WG	Martor netratat	–	–
		Etalon Champ, WP	hidroxid de cupru, 770 g/kg	2,5 kg/ha
		Bioxid, WP		2,5 kg/ha
		Bioxid, WP		3,0 kg/ha
2.	CAPTAGRAND 500 WG	Martor netratat	–	–
		Etalon CAPTAIN	captan, 800 g/kg	2,5 kg/ha
		CAPTAGRAND 500 WG		2,0 kg/ha
		CAPTAGRAND 500 WG		2,5 kg/ha
3.	Novaxanil, WG	Martor netratat	-	-
		Etalon Akkord, WP	cimoxanil, 500 g/kg	0,5 kg/ha
		Novaxanil, WG		0,3 kg/ha
		Novaxanil, WG		0,5 kg/ha

La extremitățile parcelor experimentale au fost amenajate câte un rând de protecție, care a asigurat separarea acestora de restul plantației și pe care nu s-au aplicat tratamente chimice împotriva manei și făinării. Între repetiții au fost lăsați câte doi butuci netratați, pentru a preveni suprapunerea soluțiilor de tratament provenite din variantele și repetițiile învecinate (Figura 3).

În perioada de vegetație, pe sectoarele experimentale au fost efectuate tratamente fitosanitare pentru combaterea agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*. În anul 2024 s-au aplicat șapte tratamente, la datele de 17 aprilie, 12 mai, 28 mai, 15 iunie, 30 iunie, 15 iulie și 31 iulie, iar în anul 2025 au fost efectuate șase tratamente, la 4 mai, 24 mai, 12 iunie, 26 iunie, 10 iulie și 28 iulie.

Evidențele privind gradul de atac al bolilor investigate au fost efectuate pe parcursul întregii perioade de vegetație, cu o periodicitate lunară, inclusiv o evaluare finală realizată în a doua jumătate a lunii august. Observațiile și evaluările fitosanitare au fost efectuate în conformitate cu prevederile metodologice cuprinse în „Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova” și „Îndrumări metodice privind executarea lucrărilor de încercare de stat a produselor chimice și biologice pentru protecția plantelor și stimularea creșterii acestora în Republica Moldova” (Lazari, 2002).

Eficacitatea biologică a noilor produse de uz fitosanitar cu acțiune fungică, destinate combaterii manei și făinării viței-de-vie, a fost determinată prin formula:

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

unde:

E. b. – eficacitatea biologică a produsului, % ;

I. m. – intensitatea dezvoltării agentului patogen în varianta martor;

I. e. – intensitatea dezvoltării agentului patogen în variantele experimentale.



Figura 1. Lot experimental pentru testarea de stat a unor noi produse fitosanitare împotriva bolilor viței-de-vie. GT „Ciobanu Mihail Dumitru”, raionul Nisporeni, anul 2025.

În plantațiile cu soiuri europene, ciupercile *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* pot provoca pierderea integrală a recoltei de struguri, constituind astfel un factor limitativ pentru productivitatea și eficiența economică a cultivării viței-de-vie. Este cunoscut faptul că, prin aplicarea unor măsuri agrofitehnice și culturale bine fundamentate și organizate corespunzător, rezerva biologică a agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* poate fi redusă până la nivelul pragului economic de dăunare. Cu toate acestea, în perioadele caracterizate prin condiții deosebit de favorabile dezvoltării manei și făinării, pierderile de recoltă pot fi semnificative.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În zona centrală a Republicii Moldova, pe parcursul realizării investigațiilor prevăzute în cadrul contractelor tehnico-științifice dintre I.P. „Centrul Național Sănătatea Animalelor, Plantelor și Siguranța Alimentelor” și I.P. Universitatea Tehnică a Moldovei, în sezoanele de vegetație ale anilor 2024 – 2025, condițiile climaterice au fost suficient de favorabile dezvoltării viței-de-vie, însă mai puțin prielnice pentru evoluția bolilor infecțioase cheie ale soiurilor europene – mana și făinarea.

În sectoarele experimentale amplasate în Gospodăria Țărănească (GT) „Robu Rodica Mihail” și GT „Ciobanu Mihail Dumitru” din raionul Nisporeni, mai frecvent în varianta martor netratat, pe lângă simptomele cauzate de *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* (Figura 2), au fost identificate și simptome asociate altor agenți patogeni: *Pseudopeziza tracheiphila*, *Phomopsis viticola* (Figura 3), *Stereum hirsutum*, bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, fitoplasma *Flavescence dorée* și virusul *Vitis virus 1*.

În anii caracterizați prin condiții favorabile dezvoltării bolilor infecțioase ale viței-de-vie, combaterea eficientă a acestora în plantațiile cultivate cu soiuri europene depinde de stabilirea unui diagnostic fitosanitar corect, identificarea precisă a agenților patogeni, selectarea adecvată a produselor de uz fitosanitar pentru tratamentele aplicate în perioada de vegetație, precum și de stabilirea momentelor optime de efectuare a acestora.



Figura 2. Simptome cauzate la struguri de agenții patogeni *Plasmopara viticola* la soiul Leana (1), *Oidium tuckeri* la soiul Moldova (2), *Gloeosporium ampelophagum* la soiul Leana (3)

În acest context, executarea la timp a lucrărilor agrotehnice specifice prezintă o importanță deosebită, deoarece acestea contribuie la asigurarea unei bune aerisiri a butucilor și la crearea unor condiții mai puțin favorabile dezvoltării și răspândirii bolilor.



Figura 3. Simptome cauzate de agenții patogeni *Pseudopeziza tracheiphila* (1, 2, 3) și *Phomopsis viticola* (4)

În vederea obținerii unor producții performante și competitive de struguri, în condiții favorabile dezvoltării bolilor cheie (mana și făinarea), este indispensabilă utilizarea produselor fungicide, cu respectarea concomitentă a tuturor metodelor alternative de protecție a plantelor. În această situație, metoda principală de combatere a agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri* rămâne chimioterapia, care presupune aplicarea unui număr adecvat de tratamente cu fungicide omologate. Astfel, este necesară diversificarea sortimentului de produse de uz fitosanitar supuse testării de stat (Kunova et al., 2021).

Rezultatele experimentale privind determinarea eficacității biologice a noilor preparate fungicide pentru combaterea manei viței-de-vie sunt reflectate în tabelul 2.

Datele experimentale privind eficacitatea biologică a preparatului BANDIGRAND 500 SC, utilizat ca fungicid la cultura de viță-de-vie, împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola*, demonstrează că aplicarea tratamentelor a determinat reducerea gradului de atac al manei la butucii de viță-de-vie din soiul Chardonnay.

Astfel, în varianta martor netratat, frecvența atacului de mană a constituit 27,5% la frunze și 21,8% la struguri, iar intensitatea dezvoltării bolii a atins valori de 17,1% și, respectiv, 13,9%.

Tabelul 2. Rezultatele eficacității biologice a unor noi produse fungicide în combaterea agentului patogen *Plasmopara viticola* în zona centrală a Republicii Moldova, în anii 2024-2025

Denumirea produsului	Variantele experienței	Frecvența atacului, %		Intensitatea dezvoltării bolii, %		Eficiența biologică, %	
		frunze	struguri	frunze	struguri	frunze	struguri
anul 2024, soiul Chardonnay							
BANDIGRAND 500 SC	Martor netratat	27,5	21,8	17,1	13,9	0,0	0,0
	Etalon Nando, SC-0,75 l/ha	3,2	2,8	1,50	1,25	91,2	91,0
	BANDIGRAND 500 SC - 0,5 l/ha	5,2	4,5	2,25	1,80	86,8	87,1
	BANDIGRAND 500 SC – 0,75 l/ha	2,8	2,4	1,45	1,20	91,5	91,4
	DL 0,95					2,71	2,67
CYAGRAND 200 SC	Martor netratat	27,5	21,8	17,1	13,9	0,0	0,0
	Etalon	4,2	3,5	1,45	1,25	91,5	91,0
	CYAGRAND 200 SC – 0,8 l/ha	6,5	4,1	2,15	1,65	87,4	88,1
	CYAGRAND 200 SC – 1,0 l/ha	3,8	3,2	1,40	1,15	91,8	91,7
	DL 0,95					2,31	2,07
KVADRIX 250 SC	Martor netratat	27,5	21,8	17,1	13,9	0,0	0,0
	Etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha	4,0	3,7	1,25	1,20	92,7	91,4
	KVADRIX 250 SC – 0,6 l/ha	4,9	4,6	2,05	1,75	88,0	87,4
	KVADRIX 250 SC – 0,8 l/ha	3,4	3,1	1,35	1,20	92,1	91,4
	DL 0,95					2,54	2,46
anul 2025, soiul Aligote							
Bioxid, WP	Martor netratat	12,70	10,50	7,35	6,05	0,0	0,0
	Etalon Champ, WP – 2,5 kg/ha	2,05	1,70	1,15	0,95	84,4	84,3
	Bioxid, WP - 2,5 kg/ha	2,15	1,75	1,25	1,00	83,0	83,5
	Bioxid, WP – 3,0 kg/ha	1,60	1,15	0,95	0,80	87,1	86,8
	DL 0,95					2,33	2,17
CAPTAGRAND 800 WG	Martor netratat	12,70	10,50	7,35	6,05	0,0	0,0
	Etalon CAPTAIN – 2,5 kg/ha	2,65	1,60	0,65	0,50	91,2	91,7
	CAPTAGRAND 500 WG – 2,0 kg/ha	3,15	2,25	0,95	0,85	87,1	86,0
	CAPTAGRAND 500 WG – 2,5 kg/ha	2,75	1,70	0,70	0,55	90,5	90,9
	DL 0,95					2,87	3,04
Novaxanil, WG	Martor netratat	12,70	10,50	7,35	6,05	0,0	0,0
	Etalon Akkord, WP - 0,5 kg/ha	2,15	1,90	0,65	0,55	91,2	90,9
	Novaxanil, WG – 0,3 kg/ha	3,05	2,45	1,05	0,90	85,7	85,1
	Novaxanil, WG - 0,5 kg/ha	2,05	1,75	0,60	0,45	91,8	92,5
	DL 0,95					3,09	3,21

În variantele experimentale tratate cu produsul testat, frecvența atacului agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost de 5,2% la frunze și 4,5% la struguri pentru

varianta BANDIGRAND 500 SC – 0,5 l/ha și de 2,8% la frunze și 2,4% la struguri pentru doza BANDIGRAND 500 SC – 0,75 l/ha, comparativ cu 3,2% la frunze și 2,8% la struguri în varianta etalon (Nando, SC-0,75 l/ha).

Intensitatea dezvoltării manei a constituit 2,25% la frunze și 1,80% la struguri în varianta BANDIGRAND 500 SC – 0,5 l/ha și 1,45% la frunze și 2,20% la struguri în varianta BANDIGRAND 500 SC – 0,75 l/ha, comparativ cu 1,50% la frunze și 1,25% la struguri în varianta etalon (Nando, SC-0,75 l/ha).

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul BANDIGRAND 500 SC împotriva manei viței-de-vie a constituit 86,8% la frunze și 87,1% la struguri pentru prima doză testată, respectiv 91,5% la frunze și 91,4% la struguri pentru cea de-a doua variantă, comparativ cu 91,2% la frunze și 91,0% la struguri în varianta standard.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor cu preparatul BANDIGRAND 500 SC împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost comparabilă cu cea a variantei etalon la doza de 0,75 l/ha, însă inferioară acesteia la doza de 0,5 l/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

În perioada de vegetație a anului 2024, la soiul Chardonnay, a fost supus testării de stat și preparatul CYAGRAND 200 SC, utilizându-se ca variantă etalon fungicidul Zahist, WP.

Rezultatele experimentale obținute demonstrează că, în variantele cu produse fungicide, frecvența atacului agentului patogen *Plasmopara viticola* a constituit 6,5% la frunze și 4,5% la struguri pentru varianta CYAGRAND 200 SC – 0,8 l/ha și 3,8% la frunze și 3,2% la struguri pentru doza CYAGRAND 200 SC – 1,0 l/ha, comparativ cu 4,2% la frunze și 3,5% la struguri în varianta etalon Zahist, WP – 1,0 kg/ha.

Intensitatea dezvoltării manei a fost de 2,15% la frunze și 1,65% la struguri în varianta CYAGRAND 200 SC – 0,8 l/ha și 1,40% la frunze și 1,15% la struguri în varianta CYAGRAND 200 SC – 1,0 l/ha, comparativ cu 1,45% la frunze și 1,25% la struguri în varianta etalon (Zahist, WP – 1,0 kg/ha).

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu fungicidul CYAGRAND 200 SC pentru combaterea manei a constituit 87,4% la frunze și 88,1% la struguri în prima doză testată și 91,8% la frunze și 91,7% la struguri în cea de-a doua variantă experimentată, comparativ cu 91,5% la frunze și 91,0% la struguri în varianta etalon.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor cu preparatul CYAGRAND 200 SC împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost comparabilă cu cea a variantei etalon la doza de 0,8 l/ha, însă inferioară variantei etalon la doza de 1,0 l/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

Împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola*, pe parcursul sezonului de vegetație al anului 2024, a fost supus testării de stat produsul de uz fitosanitar pe bază de azoxistrobin KVADRIX 250 SC.

În variantele tratate, frecvența atacului de mană a constituit 4,9% la frunze și 4,6% la struguri pentru doza KVADRIS 250 SC – 0,6 l/ha și 3,4% la frunze și 3,1% la struguri în doza KVADRIS 250 SC – 0,8 l/ha, comparativ cu 4,0% la frunze și 3,7% la struguri în varianta etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha.

Intensitatea dezvoltării bolii a fost de 2,05% la frunze și 1,75% la struguri în varianta KVADRIS 250 SC – 0,6 l/ha și de 1,35% la frunze și 1,20% la struguri în varianta KVADRIS 250 SC – 0,8 l/ha, comparativ cu 1,25% la frunze și 1,20% la struguri în varianta etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul KVADRIX 250 SC împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola* a constituit 88,0% la frunze și 87,4% la

struguri pentru prima doză testată și 92,1% la frunze și 91,4% la struguri pentru cea de-a doua doză, comparativ cu 92,7% la frunze și 91,4% la struguri în varianta etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha.

Rezultatele analizei statistico-matematice demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul KVADRIX 250 SC împotriva manei viței-de-vie a fost comparabilă cu cea a variantei etalon la doza de 0,8 l/ha și inferioară acesteia la doza de 0,6 l/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

În sezonul de vegetație al anului 2025, în condiții mai puțin favorabile dezvoltării și extinderii agentului patogen *Plasmopara viticola*, în GT „Ciobanu Mihail Dumitru”, raionul Nisporeni, la soiul Aligoté, a fost efectuată testarea de stat a preparatelor Bioxid WP, CAPTAGRAND 800 WG și Novaxanil WG, utilizate ca fungicide pentru cultura viței-de-vie. Rezultatele experimentale obținute sunt prezentate în tabelul 2.

Conform datelor prezentate în tabelul 2, în varianta martor netratat, frecvența atacului de mană a constituit 12,7% la frunze și 10,5% la struguri, iar intensitatea dezvoltării bolii a fost de 7,35% și, respectiv, 6,05%.

În variantele tratate cu preparatul Bioxid WP, frecvența atacului agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost de 2,15% la frunze și 1,75% la struguri pentru varianta Bioxid WP – 2,5 kg/ha și de 1,60% la frunze și 1,15% la struguri pentru doza Bioxid WP – 3,0 kg/ha, comparativ cu 2,05% la frunze și 1,70% la struguri în varianta etalon Champ WP – 2,5 kg/ha.

Intensitatea dezvoltării manei a constituit 1,25% la frunze și 1,00% la struguri în varianta Bioxid WP – 2,5 kg/ha și 0,95% la frunze și 0,80% la struguri în varianta Bioxid WP – 3,0 kg/ha, comparativ cu 1,15% la frunze și 0,95% la struguri în varianta etalon Champ WP – 2,5 kg/ha.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu fungicidul Bioxid WP pentru combaterea manei la cultura viței-de-vie a constituit 83,0% la frunze și 83,5% la struguri pentru prima doză testată și 87,1% la frunze și 86,8% la struguri pentru cea de-a doua doză, comparativ cu 84,4% la frunze și 84,3% la struguri în varianta etalon.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute demonstrează că, eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul Bioxid WP împotriva manei a fost comparabilă cu cea a variantei etalon la doza de 2,5 kg/ha și superioară acesteia la doza de 3,0 kg/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

În aceleași condiții pedoclimatice, în anul 2025 a fost supus testării de stat și preparatul pe bază de captan CAPTAGRAND 800 WG.

Rezultatele experimentale obținute demonstrează că, în variantele tratate cu preparatul CAPTAGRAND 800 WG, frecvența atacului de mană a constituit 3,15% la frunze și 2,25% la struguri pentru varianta CAPTAGRAND 800 WG – 2,0 kg/ha și 2,75% la frunze și 1,70% la struguri pentru varianta experimentală CAPTAGRAND 800 WG – 2,5 kg/ha, comparativ cu 2,65% la frunze și 1,60% la struguri în varianta etalon CAPTAIN – 2,5 kg/ha.

Intensitatea dezvoltării atacului produs de agentul patogen *Plasmopara viticola* a fost de 0,95% la frunze și 0,85% la struguri în varianta CAPTAGRAND 800 WG – 2,0 kg/ha și 0,70% la frunze și 0,55% la struguri în varianta CAPTAGRAND 800 WG – 2,5 kg/ha, comparativ cu 0,65% la frunze și 0,50% la struguri în varianta etalon (CAPTAIN – 2,5 kg/ha).

Eficacitatea biologică a tratamentelor efectuate cu fungicidul CAPTAGRAND 800 WG pentru combaterea manei viței-de-vie a constituit 87,1% la frunze și 86,0% la struguri pentru prima doză testată și 90,5% la frunze și 90,9% la struguri pentru cea de-a doua doză experimentală, comparativ cu 92,1% la frunze și 91,7% la struguri în varianta etalon.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor experimentale obținute demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu fungicidul CAPTAGRAND 800 WG îm-

potriva agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost inferioară variantei etalon la doza de 2,0 kg/ha și comparabilă cu aceasta la doza de 2,5 kg/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

Rezultatele experimentale privind testarea de stat a fungicidului Novaxanil WG la cultura viței-de-vie, prezentate în Tabelul 2, demonstrează că, în variantele tratate, frecvența atacului agentului patogen *Plasmopara viticola* a constituit 3,05% la frunze și 2,45% la struguri pentru varianta Novaxanil WG – 0,3 kg/ha și 2,05% la frunze și 1,75% la struguri pentru doza Novaxanil WG – 0,5 kg/ha, comparativ cu 2,15% la frunze și 1,90% la struguri în varianta etalon (Akkord, WP – 0,5 kg/ha).

Intensitatea dezvoltării manei a fost de 1,05% la frunze și 0,90% la struguri în varianta Novaxanil WG – 0,3 kg/ha și de 0,60% la frunze și 0,45% la struguri în varianta Novaxanil WG – 0,5 kg/ha, comparativ cu 0,65% la frunze și 0,55% la struguri în varianta etalon Akkord WP – 0,5 kg/ha.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu fungicidul Novaxanil, WG pentru combaterea manei viței-de-vie a constituit 85,5% la frunze și 85,1% la struguri pentru prima doză testată și 91,8% la frunze și 92,5% la struguri pentru cea de-a doua variantă experimentală, comparativ cu 91,2% la frunze și 90,9% la struguri în varianta etalon.

În baza analizei statistico-matematice a rezultatelor obținute, eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul Novaxanil, WG împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola* a fost la nivelul variantei etalon la doza de 0,5 kg/ha, însă inferioară acestuia la doza de 0,3 kg/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

În concluzie, se poate menționa că toate cele șase produse de uz fitosanitar supuse testării de stat în vederea omologării ca fungicide împotriva agentului patogen *Plasmopara viticola* au demonstrat o eficacitate biologică ridicată, ceea ce permite recomandarea acestora pentru includerea în sistemul integrat de protecție a culturii viței-de-vie, în dozele testate.

În sezonul de vegetație al anului 2024, în zona centrală a Republicii Moldova, în GT „Robu Rodica Mihail”, din raionul Nisporeni, a fost realizată testarea de stat a trei produse fungicide pentru combaterea agentului patogen *Oidium tuckeri*. Rezultatele experimentale privind determinarea și analiza eficacității biologice a noilor produse fungicide pentru combaterea făinării viței-de-vie sunt prezentate în tabelul 3.

Conform rezultatelor experimentale obținute, în varianta martor netratat, frecvența atacului produs cu patogenul *Oidium tuckeri* a constituit 38,7% la frunze și 34,2% la struguri, iar intensitatea dezvoltării făinării a fost de 20,5% la frunze și 15,3% la struguri.

Tratamentele cu preparatul KVADRIX 250 SC au redus considerabil dezvoltarea făinării. Astfel, în varianta KVADRIX 250 SC – 0,6 l/ha, frecvența atacului a constituit 5,8% la frunze și 5,5% la struguri, iar intensitatea dezvoltării bolii a fost de 3,05% la frunze și 2,35% la struguri.

În varianta KVADRIX 250 SC – 0,8 l/ha, frecvența atacului de făinare a fost de 4,6% la frunze și 4,1% la struguri, iar intensitatea dezvoltării bolii – 2,15% la frunze și respectiv 1,50% la struguri.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul KVADRIX 250 SC împotriva făinării viței-de-vie a constituit 85,1% la frunze și 84,6% la struguri pentru prima doză testată și 89,5% la frunze și 90,2% la struguri pentru cea de-a doua doză investigată, comparativ cu 89,3% la frunze și 89,8% la struguri în varianta etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor efectuate cu fungicidul KVADRIX 250 SC împotriva agentului patogen *Oidium tuckeri* a fost inferioară variantei etalon în doza de 0,6 l/ha și comparabilă cu aceasta la doza de 0,8 l/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

Rezultatele experimentale privind testarea de stat a fungicidului FLINTER 500 WG destinat combaterii agentului patogen *Oidium tuckeri* la cultura viței-de-vie demon-

strează că, în variantele tratate, frecvența atacului a constituit 4,9% la frunze și 4,0% la struguri pentru doza FLINTER 500 WG – 0,15 kg/ha și 3,0% la frunze și 3,2% la struguri pentru doza FLINTER 500 WG – 0,2 kg/ha, comparativ cu 4,5% la frunze și 3,5% la struguri în varianta etalon Netrix 500 SC-0,15 kg/ha.

Tabelul 3. Eficacitatea biologică a noilor preparate fungicide în combaterea ciupercii *Oidium tuckeri*, în zona centrală a Republicii Moldova, soiul Chardonnay, anul 2024

Denumirea produsului	Variantele experienței	Frecvența atacului, %		Intensitatea dezvoltării bolii, %		Eficiența biologică, %	
		frunze	struguri	frunze	struguri	frunze	struguri
KVADRIX 250 SC	Martor netratat	38,7	34,2	20,5	15,3	0,0	0,0
	Etalon Azoxin 25 SC – 0,8 l/ha	4,8	4,6	2,20	1,55	89,3	89,8
	KVADRIX 250 SC – 0,6 l/ha	5,8	5,5	3,05	2,35	85,1	84,6
	KVADRIX 250 SC – 0,8 l/ha	4,6	4,1	2,15	1,50	89,5	90,2
	DL 0,95					2,68	2,76
FLINTER 500 WG	Martor netratat	38,7	34,2	20,5	15,3	0,0	0,0
	Etalon Netrix 500 SC- 0,15 kg/ha	4,5	3,5	1,90	1,55	90,7	89,7
	FLINTER 500 WG - 0,15 kg/ha	4,9	4,0	2,15	1,80	89,5	88,2
	FLINTER 500 WG - 0,2 kg/ha	3,0	3,2	1,55	1,25	92,4	91,8
	DL 0,95					2,54	2,75
Ampir, SC	Martor netratat	38,7	34,2	20,5	15,3	0,0	0,0
	Rotengo 20 SC – 0,5 l/ha	4,8	4,6	2,2	1,5	89,3	90,2
	Ampir, SC – 0,4 l/ha	5,8	5,3	3,0	2,3	85,4	84,9
	Ampir, SC – 0,6 l/ha	4,6	4,1	2,0	1,4	90,2	90,8
	Ampir, SC – 0,8 l/ha	3,7	3,2	1,6	1,2	92,2	92,2
	DL 0,95					2,68	2,76

Intensitatea dezvoltării făinării a fost de 2,15% la frunze și 1,80% la struguri pentru varianta FLINTER 500 WG – 0,15 kg/ha și de 1,55% la frunze și 1,25% la struguri în varianta FLINTER 500 WG – 0,2 kg/ha, comparativ cu 1,90% la frunze și 1,55% la struguri în varianta etalon Netrix 500 SC – 0,15 kg/ha.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul FLINTER 500 WG împotriva făinării viței-de-vie a constituit 89,5% la frunze și 88,2% la struguri pentru prima doză testată și 92,4% la frunze și 91,8% la struguri pentru cea de-a doua doză, comparativ cu 90,7% la frunze și 89,7% la struguri în varianta etalon.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute arată că eficacitatea biologică a tratamentelor cu preparatul FLINTER 500 WG împotriva agentului patogen *Oidium tuckeri* a fost comparabilă cu cea a variantei etalon, atât la doza de 0,15 kg/ha, cât și la doza de 0,2 kg/ha, la frunze și la struguri.

În aceleași condiții pedoclimatice, la soiul Chardonnay a fost realizată și testarea de stat a preparatului pe bază de piraclostrobin – Ampir SC, având ca etalon produsul Rotengo 20 SC. Rezultatele experimentale obținute demonstrează că, în variantele tra-

tate, frecvența atacului de făinare a constituit 5,8% la frunze și 5,3% la struguri pentru doza de 0,4 l/ha de Ampir SC, 4,6% la frunze și 4,1% la struguri pentru doza de 0,6 l/ha și 3,7% la frunze și 3,2% la struguri pentru doza de 0,8 l/ha, comparativ cu 4,8% la frunze și 4,6% la struguri în varianta etalon Rotengo 20 SC – 0,5 l/ha.

Intensitatea dezvoltării făinării a fost de 3,0% la frunze și 2,3% la struguri în varianta Ampir SC – 0,4 l/ha, de 2,0% la frunze și 1,4% la struguri în varianta Ampir SC – 0,6 l/ha și de 1,6% la frunze și 1,2% la struguri în varianta Ampir SC – 0,8 l/ha, comparativ cu 2,2% la frunze și 1,5% la struguri în varianta etalon Rotengo 20 SC – 0,5 l/ha.

Eficacitatea biologică a tratamentelor aplicate cu preparatul Ampir SC împotriva făinării viței-de-vie a constituit 85,4% la frunze și 84,9% la struguri pentru prima doză testată, 90,2% la frunze și 90,8% la struguri pentru cea de-a doua doză și 92,2% la frunze și 92,2% la struguri pentru cea de-a treia doză, comparativ cu 89,3% la frunze și 90,2% la struguri în varianta etalon.

Analiza statistico-matematică a rezultatelor obținute demonstrează că eficacitatea biologică a tratamentelor cu preparatul Ampir SC împotriva agentului patogen *Oidium tuckeri* a fost comparabilă cu cea a variantei etalon la dozele de 0,6–0,8 l/ha și inferioară acesteia la doza de 0,4 l/ha, atât la frunze, cât și la struguri.

În concluzie, se poate menționa că, produsele de uz fitosanitar KVADRIX 250 SC, FLINTER 500 WG și Ampir SC, supuse testării de stat în vederea omologării ca fungicide împotriva agentului patogen *Oidium tuckeri*, au demonstrat o eficacitate biologică ridicată, ceea ce permite recomandarea lor acestora pentru includerea în sistemul integrat de protecție a viței-de-vie împotriva făinării, în dozele testate.

CONCLUZII

În baza rezultatelor experimentale obținute se poate concluziona că preparatele cercetate, supuse testării de stat în vederea omologării în Republica Moldova, care au în compoziție substanțe active organice de sinteză, precum cimoxanil, metalaxil, ciazofamid, strobilurine, captan, precum și substanțe minerale (hidroxid de cupru), au demonstrat datorită mecanismelor specifice de acțiune asupra agenților patogeni *Plasmopara viticola* și *Oidium tuckeri*, o eficacitate biologică ridicată. Acest fapt ceea ce permite recomandarea lor pentru includerea în sistemul integrat de protecție a viței-de-vie împotriva manei și făinării.

În baza rezultatelor obținute în cadrul procedurii de testare de stat, preparatele BANDIGRAND 500 SC, CYAGRAND 200 SC, FLINTER 500 WG, KVADRIS 250 SC, Ampir SC, Bioxid WP, CAPTAGRAND 800 WG și Novaxanil WG au fost propuse Comisiei Interdepartamentale pentru omologare în vederea includerii în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, recomandate pentru utilizare în Republica Moldova, în dozele testate și validate experimental.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BĂDĂRĂU, S. și Z. GAIBU (2014). *Bolile plantelor cultivate în Republica Moldova*. Partea 1: Micoze. Chișinău: Print-Caro, 370 p. ISBN 978-9975-64-258-3.
2. BĂDĂRĂU, S. și A. BIVOL (2007). *Fitopatologia agricolă*. Chișinău: UASM, 438 p. ISBN 978-9975-64-086-2.
3. KUNOVA, A.; C. PIZZATTI; M. SARACCHI; M. PASQUALI și P. CORTESI (2021). Grapevine powdery mildew: fungicides for its management and advances in molecular detection of markers associated with resistance. *Microorganisms*, vol. 9 (7), pp. 11-15. ISSN 1664-302X. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071541>

4. LAZARI, Ion (red.) (2002). *Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova*. Chișinău: Tipografia-Centrală, 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
5. MOȘOI, V.; N. DANILOV; G. GOMOJA; AL. FURNIC; și Z. GAIBU (2016). *Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizanților, permise pentru utilizare în Republica Moldova*. Chișinău, 424 p. ISBN 978-9975-56-306-2.
6. PENG, J.; X. WANG; H. WANG; X. LI; Q. ZHANG et al. (2023). Advances in understanding grapevine downy mildew: From pathogen infection to disease management. *Molecular Plant Pathology*, vol. 25 (1), pp. 1-21. ISSN 1364-3703. Disponibil: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/mpp.13401>
7. ВЕРДЕРЕВСКИЙ, Д. Д. и К. А. ВОЙТОВИЧ (1970). *Милдью винограда*. Кишинев: Картеа Молдовеняскэ, 160 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 02.03.2026; Accepted 12.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.06>

UDC: 634.22:632.782



MONITORIZAREA POPULAȚIILOR DE *CYDIA FUNEBRANA* (TREITSCHKE, 1835) CU CAPCANE FEROMONALE ÎN LIVADA ECOLOGICĂ DE PRUN

Ion ZUBCU, ORCID: 0009-0003-1283-1717

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor, Republica Moldova

Correspondență: Ion ZUBCU - e-mail: zubcuiongrigore@gmail.com

Abstract. Among the integrated pest management methods, the use of pheromone traps represents an effective alternative for reducing insecticide applications in fruit orchards. The pheromone trap technique does not interfere with fruit development, is easy to implement, does not promote the development of pest resistance, and is based on synthetic pheromones that mimic the natural sex signals released by female insects. This method is environmentally safe, requires minimal financial investment, does not adversely affect beneficial entomofauna, and contributes to maintaining the natural biocenotic balance. This paper presents the results of monitoring the plum fruit moth, *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) (Lepidoptera: Tortricidae), using pheromone traps in an organic plum orchard of the 'Stanley' cultivar located in Nisporeni District, Republic of Moldova. The study monitored the flight dynamics of the first (G1) and second (G2) generations using conventional pheromone traps and an experimental trap combining a pheromone lure with an ultraviolet (UV/LED) light source, tested comparatively for the first time. The obtained results highlight the potential of both trap types for monitoring *C. funebrana* populations and demonstrate their usefulness in supporting pest management decisions in organic plum production systems.

Keywords: *Cydia funebrana*; Pheromone traps; Sexual pheromone; Seasonal dynamics.

Rezumat. Printre metodele integrate de combatere a dăunătorilor se numără și utilizarea capcanelor feromonale, care reprezintă o alternativă eficientă pentru reducerea aplicării insecticidelor în plantațiile pomicole. Tehnica utilizării capcanelor cu feromoni nu afectează procesul de fructificare, este ușor de aplicat, nu favorizează apariția rezistenței la dăunători și se bazează pe utilizarea feromonilor sintetici, care imită semnalele sexuale naturale emise de femelele insectelor. Această metodă este sigură pentru mediu, necesită investiții financiare reduse, nu afectează entomofauna utilă și contribuie la menținerea echilibrului biocenotic. În lucrare sunt prezentate rezultatele monitorizării speciei *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) – viermele fructelor de prun (Lepidoptera: Tortricidae), prin utilizarea capcanelor feromonale în livada ecologică de prun, soiul Stanley, din raionul Nisporeni. Cercetările au urmărit dinamica zborului generațiilor G1 și G2, utilizând capcane feromonale clasice și o capcană experimentală, bazată pe asocierea feromonului cu o sursă de lumină ultravioletă (UV/LED), testată comparativ în premieră. Rezultatele obținute evidențiază potențialul celor două tipuri de capcane în monitorizarea populațiilor de *C. funebrana* și demonstrează utilitatea acestora pentru fundamentarea măsurilor de protecție în sistemele ecologice de cultivare a prunului.

Cuvinte-cheie: *Cydia funebrana*; Capcane feromonale; Feromon sexual; Dinamică sezonieră.

INTRODUCERE

În practica menținerii și îngrijirii livezii de prun cu statut ecologic sunt desfășurate, de regulă, lucrări etapizate de monitorizare și combatere a dăunătorilor și bolilor specifice, cu scopul de a diminua pierderile de recoltă și de a obține fructe de calitate. Activitatea în livada de prun pe perioada sezonului include nu doar lucrările de întreținere, ci și aplicarea tehnicilor de protecție, care fac parte din categoria lucrărilor permise în sistemul de agricultură ecologică.

Un subiect de interes abordat în această lucrare îl constituie viermele fructelor de prun, *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) (Tortricidae, Lepidoptera), un fluture care ani la rând se menține în rândul principalilor dăunători ai culturilor pomicole. Luând în considerare particularitățile biologice ale acestui tortricid, în cadrul cercetărilor de câmp a fost aplicată metoda capcanelor cu feromoni în scopul urmăririi dinamicii sezoniere a populațiilor. În ultimii ani au apărut numeroase publicații privind posibilitatea utilizării capcanelor pentru capturarea în masă a dăunătorilor, însă este necesară îmbunătățirea și sporirea eficacității capcanelor utilizate.

Cydia funebrana este unul dintre principalii dăunători ai prunului, iar monitorizarea populațiilor prin capcane feromonale reprezintă o metodă importantă pentru stabilirea dinamicii zborului și fundamentarea măsurilor de protecție durabilă (Li et al., 2023). Cercetări recente efectuate în livezi de prun au demonstrat eficiența acestei metode pentru determinarea perioadelor de activitate ale adulților și evaluarea riscului de infestare (Roșu-Mareș et al., 2021). În sistemele ecologice, aceste informații sunt esențiale pentru reducerea tratamentelor inutile și aplicarea principiilor managementului integrat al dăunătorilor (Lo Verde et al., 2020; Saleem, 2024).

Specia analizată este un reprezentant larg răspândit în plantațiile pomicole din Europa, America de Nord, nordul Africii, Asia, Extremul Orient și Australia (Зейналов, 2018; Frăsin & Cosac, 2007; GBIF, 2025). În Republica Moldova își continuă expansiunea în toate arealele pomicole cultivate cu prun, piersic și cais. După regimul nutritiv, este un polifag care atacă miezul fructelor, provocând pagube estimate la 80–90%, recolta fiind adesea în prag de compromitere.

Fluturile, de talie mică, cu anvergura aripilor de 10–15 mm, atacă în stadiul de larvă pulpa fructelor. Morfologic, acest dăunător posedă aripi fine, cele anterioare fiind de o nuanță brun-închisă, iar pe apex prezentând o pată ovoidă, lucioasă, de culoare brun-cenușie sau plumburie.

Aripile posterioare, de nuanță cenușie, prezintă pe margine franjuri scurte, albicioase. Oul, de formă eliptică și cu aspect lucios, capătă treptat o nuanță gălbuie. Larva, stadiul dăunător al insectei, este de culoare roșie-cărmizie pe partea dorsală și roz-pal pe partea ventrală. La maturitate atinge o lungime de 10–14 mm.

Marginea aripilor posterioare, de nuanță cenușie, are franjuri scurte, albicioase. Oul, de formă eliptică și cu aspect lucios, capătă treptat o nuanță gălbuie. Larva, stadiul dăunător al insectei, este de culoare roșie-cărmizie pe partea dorsală și roz-pal pe partea ventrală. La maturitate atinge o lungime de 10–14 mm.

În condițiile țării noastre, viermele fructelor de prun dezvoltă sezonier două generații pe an, fiind semnalate și cazuri de apariție a celei de-a treia generații în zonele de câmpie. Larva iernează într-un cocon mătăsos, amplasat în fisurile scoarței tulpinilor, sub scoarță, în litiera din livadă sau pe terenurile adiacente. Primăvara, în lunile martie–aprilie, larvele se împușează, iar fluturii timpurii pot fi observați la începutul lunii mai în zonele de stepă și silvostepă sau spre sfârșitul lunii mai în zonele forestiere de stejar și fag. Adulții sunt foarte activi la temperaturi medii de peste 10°C."

Cuplarea adulților are loc imediat după apariție, fiind urmată de depunerea pontei, care durează aproximativ o lună. Se pot depune între 40 și 80 de ouă. Femelele depun ouăle pe partea inferioară a frunzelor și pe fructele tinere. Perioada de incubare este de 6–8 zile.

Daunele directe sunt produse de larve, care rod galerii în fructele tinere și se hrănesc cu pulpa și sâmburii acestora. Astfel, fructele își încetinesc creșterea, își modifică colorația și cad pe sol. Larvele se hrănesc continuu până la dezvoltarea completă, după care se retrag sub scoarța exfoliată a trunchiurilor, unde își confecționează un cocon mătăsos pentru transformarea în pupă.

Conform literaturii de specialitate, insecta analizată face parte din grupa dăunătorilor care afectează fructele culturilor pomicole. Pornind de la investigarea entomologică și consultarea materialelor științifice cu caracter internațional, se poate realiza o paralelă privind zborul fluturului în diferite puncte de referință utilizate în cercetare și sinteză analitică. Baza comparativă este constituită din date colectate în ani diferiți, din locații diferite și utilizând diverse tipuri de capcane, în contextul monitorizării zborului generațiilor.

A: Sinteza cercetărilor în aria externă privind tortricidul *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835)

I. Federația Rusă. Conform cercetărilor realizate de A. S. Zeinalov (2018) în regiunea Moscova, zona Нечерноземье, în diverse plantații multianuale, zborul în masă al fluturului fructelor de prun a fost urmărit la un interval de peste 10–12 zile de la începutul zborului. În anul 2014, pe parcursul perioadei de vară, autorul a înregistrat un total de 59 de fluturi. În perioada 09–10.06.2015 au fost capturate în medie câte 3 exemplare per capcană, iar la 19.06.2015 – 5,5 exemplare. În intervalul zilelor 23 - 24.06.2015, au fost înregistrați 40 de masculi per capcană. Comparând zborul din ambii ani de studiu, s-a constatat că intensitatea dinamicii populației a înregistrat cele mai ridicate valori în decada a II-a a lunii iulie, când, de exemplu, într-o singură săptămână au fost capturați 94 de fluturi per capcană. Reducerea intensității zborului a continuat până la sfârșitul primei decade a lunii august, când au fost depistați numeric 11 fluturi pe parcursul unei săptămâni (Зейналов, 2016).

În anul 2018, în aceeași arie de cercetare au fost efectuate selectări în diagonală din patru puncte ale coroanei pomului, fiind analizate 400 de frunze și fructe legate, cu scopul urmăririi începutului eclozării larvelor începând cu a patra zi după observarea primelor ponte și în baza acumulării sumei temperaturilor efective ce depășesc 10°C (Зейналов, 2018).

II. România. În cadrul cercetărilor desfășurate în anul 2006 la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Băneasa, a fost urmărită funcționalitatea metodologiei de monitorizare a dinamicii populațiilor de microlepidoptere dăunătoare. Printre speciile analizate a fost inclusă și *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835). În urma testării mai multor tipuri de capcane feromonale, specia a fost înregistrată în capcanele de tip AtraNub pe parcursul lunilor iunie, iulie și august (Istrate & Roșca, 2014).

În perioada 2005–2006, în județul Dâmbovița, într-o plantație de prun aflată în aria Unității Fitosanitare, cercetările au fost orientate spre stabilirea momentelor optime de aplicare a tratamentelor pe baza capturilor realizate cu capcane feromonale de tip AtrAFun.

Cercetătorii au stabilit, pentru anii menționați, perioadele optime de aplicare a măsurilor tehnice de reducere a densității populației dăunătorului. Pentru anul 2005, s-a constatat că, în combaterea generației I, cele mai favorabile perioade au fost 17–22.05.2005 și 27.05–01.06.2005 pentru regiunea cercetată. În cazul generației a II-a, măsurile de combatere au fost aplicate în intervalele 16–21.07.2005 și 26–31.07.2005. Pentru

anul 2006, au fost stabilite ca perioade optime intervalele 18–23.05.2006 și 28.05–03.06.2006, eficiente pentru reducerea generației I, iar pentru generația a II-a intervalele 22–27.06.2006 și 01–06.07.2006 (Frăsin L.B., Cosac A.C., accesat: 23.12.2025).

B. Sinteza cercetărilor pentru *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) și alte tortricide și tefritide, cu aplicarea anumitor tehnici în Republica Moldova

III. Republica Moldova. În anul 2013, o echipă de cercetători de la Universitatea Agrară de Stat din Moldova, în colaborare cu savanți din România, a prezentat date referitoare la viermele fructelor de prun, evidențiind vârfurile dinamicii sezoniere în vederea stabilirii momentelor optime de aplicare a tratamentelor cu preparate clasice. În cadrul cercetărilor, autorii au prezentat valorile medii ale capturilor per capcană și au estimat perioadele de creștere și descreștere a densității populaționale pe parcursul sezonului (Panuța et al., 2014).

În paralel cu studiul asupra viermelui fructelor de prun, în contextul utilizării tehnicii capcanelor feromonale, în țara noastră sunt desfășurate cercetări și asupra altor dăunători carpofagi, cum ar fi musca cireșelor (fam. Tephritidae) și viermele merelor (fam. Tortricidae), cu scopul urmăririi comportamentului acestora față de diferite tipuri de capcane. În procesul de monitorizare sunt testate diverse tipuri de capcane de culoare galbenă (din hârtie, peliculă de culoare galbenă, hârtie acoperită cu peliculă sau din plastic), care reflectă lungimi de undă cuprinse între 540 și 572 nm din spectrul vizibil. De asemenea, sunt utilizate capcane cu momeli atrăcănțe, precum acetatul de amoniu (AM) și carbonatul de amoniu (CA). Sunt practicate diferite combinații de atrăcănți și modalități de amplasare a acestora în capcane, inclusiv atrăcănți în săculețe din hârtie sau polietilenă, atrăcănți amestecați cu clei ori clei presărat cu atrăcănți.

Astfel, au fost aplicate trei variante experimentale pentru a determina tipul de capcană care asigură acumularea cea mai mare a organismelor țintă. Prima variantă a inclus capcana colorată adezivă fără atrăcănți, a doua – capcana colorată adezivă cu o singură substanță atrăcănță, iar a treia – capcana colorată adezivă cu amestec din două substanțe atrăcănțe. Pentru fiecare variantă au fost testate diferite raporturi de amestec. Aceste cercetări au permis obținerea unor rezultate relevante. Grupul de cercetători (Todiraș V., Trețiacov T., accesat: 29.12.2025) a demonstrat că capcanele colorate adezive sunt eficiente atât pentru monitorizarea, cât și pentru reducerea densității numerice a dăunătorilor; că capcanele cu atrăcănți prezintă o eficacitate mai mare comparativ cu cele fără atrăcănți; că amestecul de momeli este mai atrăcănțiv decât utilizarea unui singur atrăcănț și că raportul optim dintre cele două substanțe de atrăcănț este de 1:4.

Pentru unele specii de tortricide, cercetătorul Trețiacov T. (2010) a stabilit că zborul adulților începe la atingerea sumei temperaturilor efective de 380–405 grade/zi. Acest indicator poate fi utilizat pentru determinarea termenelor optime de aplicare a tratamentelor de combatere.

În contextul activităților de prognoză și avertizare, cercetătorii Trețiacov T., Gușan A. și Todiraș V. (2023) evidențiază importanța sistemelor informaționale expert bazate pe modele și algoritmi ai ciclurilor biologice pentru dăunătorii carpofagi, luând în considerare temperaturile efective, fenologia plantei gazdă și intensitatea zilnică a luminii. Prin utilizarea acestor tehnici pot fi obținute date mai precise privind apariția și dezvoltarea organismelor cercetate.

În urma cercetărilor efectuate de două echipe de autori: 1) Șleahțici V., Răileanu N., Odorescu V., Jalbă S. (2023) și 2) Рэялянy Н., Шляхтич В., Одобескy В., Жалбэ С., Гушан А. (2020), au fost obținute date referitoare la influența componentelor minori asupra eficienței feromonilor sexuali pentru unele tortricide, inclusiv *Cydia pomonella*. Cercetările le s-au bazat pe monitorizarea interacțiunilor dintre componente prin metode specifice

aplicate atât în condiții de laborator, cât și în teren deschis. Autorii au realizat testări în diferite variante de concentrații și au evaluat influența amestecurilor multicomponente asupra atractivității masculilor.

MATERIALE ȘI METODE

În laborator: Plăcile extrase din capcanele feromonale au fost prelucrate în laborator, fiind detașați fluturii de pe stratul adeziv. Exemplarele extrase au fost etichetate, etalate și plasate în cutii cu capac, pentru a evita expunerea la lumină solară și praf. Datele obținute au fost înregistrate în registrul de lucru, constituind baza primară pentru analiza materialului cercetat.

Materiale utilizate: foarfecă, ață, pungi de polietilenă, recipiente din plastic, foarfecă de tăiere (secator), mănuși, ochelari de protecție din plastic, lupă, ace entomologice, baterie solară, placă de carton, feromon sintetic de femelă pentru viermele fructelor de prun, bandă cu substanță adezivă.

Metode aplicate: a fost utilizată tehnica capcanelor feromonale instalate de-a lungul rândului. Pe o suprafață de 0,12 ha au fost amplasate 4 capcane (Figura 1). Dintre cele patru capcane instalate, una a fost constituită din componente mixte (o baterie solară și recipientul cu feromon), iar celelalte trei capcane au conținut doar recipientul cu feromon.



Figura 1. Capturile pentru *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) la capcanele feromonale instalate în livada ecologică de prun (baza de date: Zubcu Ion)

Caracteristica feromonului: feromonul sexual al viermelui prunului *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835) are ca componentă principală (Z)-8-dodecen-1-il acetat, cu formula chimică $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_8\text{OOCCH}_3$, și (E)-8-dodecen-1-il acetat, cu formula $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_8\text{OOCCH}_3$. Compoziția include, de asemenea, și izomerul secundar (E)-8-dodecen-1-il acetat.

Această structură chimică aparține clasei acetatelor de alchenil, fiind esențială pentru atragerea masculilor în scopul monitorizării și combaterii dăunătorului. Structura chimică a dodecen-1-il acetatului reprezintă o catenă de 12 atomi de carbon, cu o legătură dublă (izomeri Z/E) la poziția 8 și o grupă acetat la capătul lanțului.

Caracteristica capcanei mixte, cu aplicabilitate generală pentru diverse insecte dăunătoare, este constituită din: 1) suport metalic; 2) baterie solară; 3) sursă de lumină ultravioletă; 4) grilă cu spectru de distrugere a insectelor prin șoc electric; 5) orificii de pătrundere a insectelor; 6) capsulă cu feromon.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Astfel, în cadrul cercetărilor a fost elaborată o capcană nouă pentru capturarea dăunătorilor, bazată pe acțiunea combinată a feromonilor și a surselor de lumină solară sau artificială (lumina ultravioletă/LED). Acest aspect a implicat identificarea eficienței acestui tip de capcană cu sursă luminoasă pentru capturarea dăunătorului. Suplimentar acestei tehnici, au fost utilizate în testare trei capcane tip Delta cu feromon, care au avut rol de capcane etalon (martor).

Aplicabilitatea tipurilor de capcane menționate mai sus poate fi extinsă și în procesul de monitorizare, acestea fiind considerate un element de îmbunătățire față de capcanele clasice, utilizate anterior.

Terenul testat: *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835), tematica de studiu în cadrul cercetărilor multianuale de doctorat, a fost investigată într-o plantație de prun cu statut ecologic din raionul Nisporeni, extinsă pe o suprafață de 2 ha, cu soiul cultivat Stanley. Datele acumulate și înregistrate caracterizează sezonul anului 2025, respectiv perioada aprilie-mai pentru monitorizarea generației I (G1) de fluturi și luna iulie pentru generația a II-a (G2).

În acest context, capcanele feromonale au fost amplasate de-a lungul rândurilor, la distanțe determinate, o capcană acoperind 3–4 rânduri de pomi. Amplasarea capcanelor a fost realizată în interiorul coroanelor pomilor, cu scopul de a evita expunerea directă la soare și temperaturile ridicate.

Monitorizarea aplicată s-a desfășurat cu scopul de a determina perioada optimă pentru aplicarea tratamentelor cu produse bioecologice, în conformitate cu normele agriculturii ecologice, de a întrerupe procesul de împerechere și de a reduce densitatea populațională a dăunătorului. Dozatoarele cu feromon au fost montate la începutul lunii aprilie, anterior perioadei de zbor a dăunătorului urmărit.

Din literatura de specialitate se cunoaște că fluturile fructelor de prun dezvoltă, de regulă, două generații, însă în funcție de zonă și condițiile climatice poate apărea și o a treia generație, cazuri mai rare. În cazul livezii ecologice de prun din raionul Nisporeni, pentru a urmări numărul de generații și nivelul de expansiune în timp, capcanele au fost instalate la data de 24.04.2025, pentru monitorizarea generației I.

Urmărirea s-a realizat din 4 în 4 zile, utilizând trei tipuri de capcane cu feromon și o capcană cu baterie solară, în combinație cu substanță feromonală specifică tortricidelor. Ca rezultat final, datele obținute sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1. Evidența zborului viermelui fructelor de prun G1

Data urmăririlor	Numărul masculilor adulți expuși în urmărire			
	Capcană cu feromon			IV Capcană cu baterie solară + substanță feromonală
	I	II	III	
22.05.2025	7	3	5	12
26.05.2025	12	5	10	14
30.05.2025	12	10	11	19
03.06.2025	17	14	18	22
Total	48	28	44	67

La capcana I, numărul maxim de fluturi capturați a fost de 17 exemplare la data de 03.06.2025, iar numărul minim de 7 exemplare la data de 22.05.2025. Pentru capcana II, valoarea minimă a fost înregistrată la data de 22.05.2025, cu 3 fluturi, iar valoarea maximă de 14 fluturi la data de 03.06.2025.

În cazul capcanei III, totalul capturilor a fost de 44 de exemplare, valoare superioară comparativ cu primele două capcane. Minimul de 5 fluturi a fost înregistrat la data de 22.05.2025, iar maximul de 18 fluturi la data de 03.06.2025.

Rezultatele obținute pentru combinația testată, respectiv capcana cu baterie solară în conexiune cu substanță feromonală, demonstrează o creștere accentuată a capturilor și o eficiență sporită în determinarea perioadei optime de aplicare a tratamentelor, în vederea protecției recoltei. Numărul total de capturi la capcana IV a fost de 67 de fluturi. Maximul de adulți capturați a fost înregistrat la data de 30.05.2025, cu 19 exemplare, și la data de 03.06.2025, cu 22 de exemplare.

Pe baza datelor din tabelul 1 a fost realizată diagrama (Figura 2) pentru generația I (G1) a fluturilor, care permite observarea dinamicii sezoniere prin liniile de zbor în perioadele monitorizate. Cele patru linii, reprezentate prin culori diferite, reflectă densitatea populațională în cele patru tipuri de capcane testate.

Între liniile de zbor se observă o uniformitate relativă în prima decadă a lunii mai, fără întreruperi și cu o continuitate stabilă. Acest aspect reflectă faptul că fluturii au manifestat o prezență activă și au inițiat procesul de cuplare, menținându-se în ciclul biologic specific, corelat cu temperaturile caracteristice perioadei.

Linia corespunzătoare capcanei cu numărul 4, conform valorilor din tabel, se evidențiază prima pe scara densității populaționale, aspect explicat prin reacția pozitivă la combinația dintre lumina crepusculară și acțiunea feromonului. Această asocieră a determinat un impact accentuat în procesul de captură a adulților din generația I (G1).

Astfel, monitorizarea generației I prin capcane feromonale a permis intervenția la timp prin aplicarea produselor biologice corespunzătoare, contribuind la reducerea și minimizarea atacului asupra fructelor de prun.

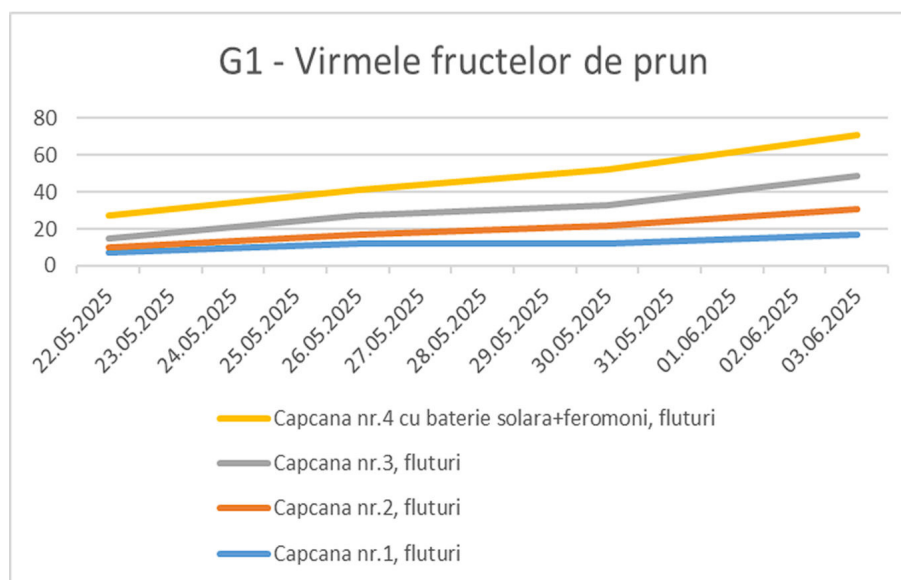


Figura 2. *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835),
dinamica sezonieră pentru G1 (anul 2025)

Cu referință la generația a II-a, termenele de urmărire au fost stabilite pentru zilele din luna iulie: 07.07.2025, 11.07.2025, 15.07.2025 și 19.07.2025. Supravegherea zborului

în capcane a permis determinarea expansiunii numerice a populației, realizarea comparației cu generația I (G1), precum și continuarea aplicării tratamentelor corespunzătoare pentru generația a II-a (G2).

Tabelul 2. Evidența zborului viermelui fructelor de prune G2

Data urmăririlor	Numărul masculilor adulți expuși în urmărire			
	Capcană cu feromon			IV Capcană cu baterie solară + substanță feromonală
	I	II	III	
07.07.2025	10	12	9	17
11.07.2025	12	14	11	15
15.07.2025	17	12	8	22
19.07.2025	21	16	16	27
Total	60	54	44	81

La capcana I, capturile de fluturi din generația a II-a au depășit generația I cu 12 exemplare, totalul înregistrat fiind de 60 de fluturi în evidențele de monitorizare. Maximul de zbor a fost înregistrat la data de 19.07.2025.

Pentru capcana II, totalul capturilor a atins valoarea de 54 de exemplare, cu 26 de fluturi mai mulți comparativ cu G1. La capcana III se observă, de asemenea, o creștere, numărul total atingând 44 de exemplare, iar vârful de zbor fiind înregistrat, similar capcanei I, la data de 19.07.2025.

La capcana IV au fost acumulate peste 80 de exemplare. În acest caz se evidențiază două vârfuri numerice, la 15.07.2025 și 19.07.2025, cu valori de 22 și, respectiv, 27 de exemplare.

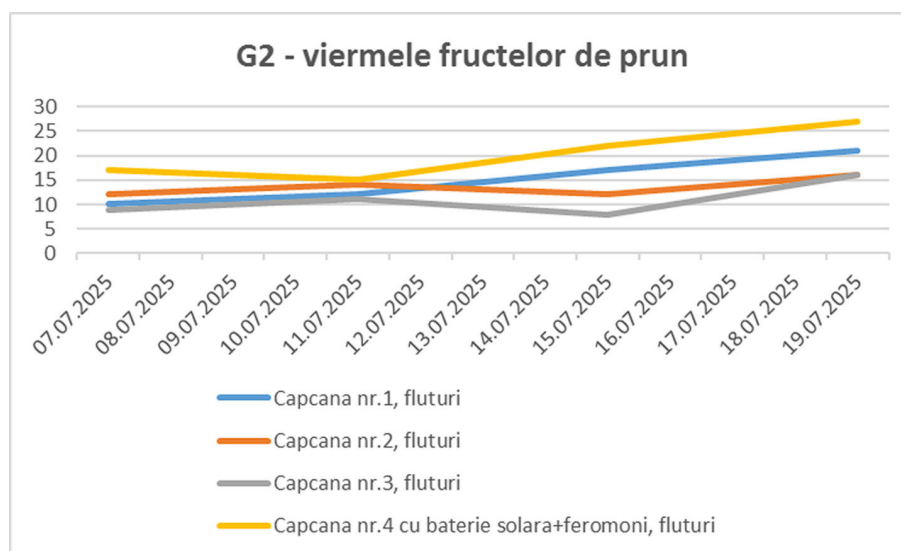


Figura 3. *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835), dinamica sezonieră pentru G2 (anul 2025)

Continuitatea zborului, conform figurii 3, se manifestă la sfârșitul decadei a II-a a lunii iulie. Liniile de zbor, conform datelor primare, indică și pentru generația a II-a (G2) o anumită uniformitate numerică, evidențiindu-se în special linia corespunzătoare capcanei IV, urmată de linia capcanei I.

CONCLUZII

În premieră, a fost elaborată o capcană nouă pentru capturarea dăunătorilor, bazată pe acțiunea combinată a feromonilor și a surselor de lumină solară sau ultravioletă. Avantajul acestui tip de capcană constă în faptul că, pe parcursul cercetărilor, nivelul populației dăunătorului a fost ridicat, demonstrând o eficacitate sporită față de capcanele martor (Delta sio), utilizate în număr de trei. Capcana de tip universal poate fi aplicată cu succes în procesul de monitorizare, precum și în capturarea în masă a dăunătorilor.

În susținerea cercetărilor expuse în lucrare, viermele fructelor de prun, justificat ecologic și economic, a fost menținut sub control prin tehnica aplicării feromonilor, fiind evidențiate următoarele aspecte de importanță:

- stabilirea perioadei optime de apariție și de cuplare a adulților, utilizarea tehnicii feromonale în combaterea viermelui fructelor de prun, cu reducerea impactului asupra mediului și optimizarea costurilor de producție, precum și avertizarea aplicării tratamentelor fitosanitare la momentul oportun;
- constituirea dinamicii sezoniere pentru generațiile G1 și G2, evidențiindu-se evoluția sezonieră a celor două generații; generația a doua necesită o monitorizare mai strictă în a doua perioadă de vegetație;
- orientarea aplicării tratamentelor corespunzătoare, capcanele feromonale servind drept punct de reper pentru efectuarea la timp a tratamentelor, evitându-se aplicările suplimentare și nejustificate de pesticide;
- înregistrarea observațiilor pentru generația G2, caracterizată printr-o expansiune numerică mai uniformă și o menținere în timp a populației dăunătorului.

Capcanele feromonale sunt inofensive pentru cultură și mediu și servesc drept punct de reper în stabilirea efectivelor numerice, precum și a valorilor maxime și minime pentru ambele generații studiate.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835). Website. 2024. Disponibil: <https://www.gbif.org/ru/species/8013143>
2. FRĂȘIN, L. B. și A. C. COSAC (2007). Stabilirea momentelor optime de aplicare a tratamentelor împotriva dăunătorului *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835), (Tortricidae, Lepidoptera) în condițiile climatice ale județului Dâmbovița în perioada 2005-2006. In: *Lucrări științifice. USAMV Iași, Seria Horticultură*, vol. 50, pp. 903-906.
3. ISTRATE, R. și I. ROȘCA (2007). Studii privind dinamica microlepidopterelor din livezile de măr, cu ajutorul capcanelor feromonale din zona București. In: *Lucrări științifice. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași. Seria Agronomie*, vol. 50, pp. 348-354.
4. LI, L. L.; XU, B. Q.; LI, C. Q.; LI, B. L.; LUO, K.; LI, G. W., & CHEN, X. L. (2023). Functional disparity of four pheromone-binding proteins from the plum fruit moth *Grapholita funebrana* Treitschke in detection of sex pheromone components. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 225, pp. 1267-1279. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.186>
5. PANUȚA, S.; N. CROITORU; D. TROPOȚEL, O. LĂCĂTUȘU (BODESCU) și M. M. BODESCU (2014). *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835): bioecological particularities and combat. In: *Lucrări științifice. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași. Seria Agronomie*, vol. 57(2), p. 221-224.
6. ROȘU-MARES, S.; M. FENESAN; I. CIOTLAUS; A. BALEA & A. ANDREICA. (2021). Pheromone monitoring of harmful Lepidoptera present in Bistrita area in apple and plum orchards. *Romanian Journal of Horticulture*. vol. 2, pp. 99-106. 10.51258/RJH.2021.13.
7. SALEEM, S. (2024). Studying the Most Appropriate Control Method for Controlling the Plum Fruit Moth (*Grapholita funebrana*). *ESRJ*, vol. 61(2), pp. 63-72. Disponibil: <https://esrj.edu.af/esrj/article/view/10>

8. ȘLEAHTICI, V.; N. RĂILEANU; V. ODOBESCU și S. JALBĂ (2023). Rolul componentelor minori asupra eficienței feromonului sexual al viermelui mărului. In: *Protecția plantelor - realizări și perspective: simpozion științific internațional, ediția 57. Secția nr. 58, Chișinău, Republica Moldova, 2-3 octombrie, 2023*, pp. 496-502. Disponibil: <https://doi.org/10.53040/ppap2023.74>
9. TODIRAȘ, V. și T. TRETIACOV (2011). Aplicarea capcanelor colorate adezive pentru monitorizarea și prognozarea dezvoltării muștei cireșelor (*Rhagoletis cerasi* L.). In: *Genetica și fiziologia rezistenței plantelor: conferință științifică, In memoriam academicianului Anatolie Jacotă, Chișinău, Moldova, 21 iunie 2011. Teze*. Chișinău, p. 163. ISBN 978-9975-78-994-3. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/163-163_11.pdf
10. TRETIACOV, T.; A. GUȘAN și V. TODIRAȘ (2023). Optimizarea termenelor de efectuare a tratamentelor în combaterea viermelui merelor. In: *Protecția plantelor - realizări și perspective: conferință științifică, Ediția 57. Secția nr. 58, Chișinău, Republica Moldova, 2-3 octombrie, 2023*, pp. 518-525. ISBN 978-9975-62-563-0. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/518-525.pdf
11. TRETIACOV, T. (2010). Aprecierea comparativă a metodelor de calculare a sumei temperaturilor efective pentru prognoza fenologică a viermelui merelor (*Cydia pomonella* L.). *Mediul Ambiant*, nr. 2 (50), pp. 34-37. ISSN 1810-9551. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Apre%20cierea%20com%20parativ%20a%20metodelor%20de%20cal%20culare.pdf
12. LO VERDE, G.; S. GUARINO; S. BARONE; R. RIZZO (2020). Can Mating Disruption Be a Possible Route to Control Plum Fruit Moth in Mediterranean Environments? *Insects*, vol. 11(9), p. 589. DOI: 10.3390/insects11090589
13. РЭЙЛЯНУ, Н.; В. ШЛЯХТИЧ; В. ОДОБЕСКУ; С. ЖАЛБЭ и А. ГУШАН. (2020). Роль минорного компонента в аттрактивности феромона яблонной плодовой моли. В: *Защита Растений - Достижения и Перспективы: Международный Симпозиум*, nr. 57, Кишинев, 27-28 октября, 2020. Информационный бюллетень ВПРС МОББ, с. 231-233.
14. ЗЕЙНАЛОВ, А. С. (2016). Мониторинг северных популяций сливовой плодовой моли. В: *Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Всероссийская международная конференция*, Москва, 18-22 апреля, 2016. Красноярск, с. 85-86.
15. ЗЕЙНАЛОВ, А. С. (2018). Биоэкология северной популяции сливовой плодовой моли *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortricidae) в условиях центрально-нечерноземной зоны России. *Сельскохозяйственная биология*, том 53, № 5, с. 1080-1088. Disponibil: <https://www.agrobiology.ru/articles/5-2018zeynalov-eng.pdf>

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 23.03.2026; Accepted 12.06.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.07>

UDC: 633.854.78:631.5 (478)



OPTIMIZAREA METODELOR DE CONTROL AL PUTREGAIULUI CENUȘIU ȘI MANEI FLORII-SOARELUI

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

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

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

Abstract. Phytosanitary status is one of the main factors limiting sunflower production, while disease occurrence is largely determined by non-compliance with recommended cultivation practices and environmental conditions favorable to pathogen development. The aim of this study was to optimize crop protection systems and reduce phytopathological risk by evaluating the efficacy of Trichodermin-SC, Rizoplan-SC, and Unical, SC. The research was conducted in 2025 under conditions of low natural infection pressure using an experimental design with three treatments and three replications. The organic protection system included Trichodermin-SC and Rizoplan-SC, whereas the conventional system was based on the fungicide Unical, SC. The results demonstrated the high biological efficacy of the tested products in controlling downy mildew and rot diseases, confirming the effectiveness of the proposed protection systems. The biological products proved suitable for sunflower cultivation, exhibiting not only pathogen control activity but also a biostimulatory effect, reflected in improved plant growth parameters and increased productivity.

Keywords: *Sunflower; Plant diseases; Plant protection; Fungicides; Biological control; Plant pathogens.*

Rezumat. Starea fitosanitară reprezintă unul dintre principalii factori care limitează producția culturii de floarea-soarelui, iar apariția bolilor este determinată în mare măsură de nerespectarea tehnologiei de cultivare și de condițiile climatice favorabile dezvoltării agenților patogeni. Scopul cercetărilor a constat în optimizarea sistemelor de protecție și reducerea riscului fitopatologic prin evaluarea eficacității preparatelor Trichodermin-SC, Rizoplan-SC și Unical, SC. Cercetările au fost realizate în anul 2025, în condițiile unui fond natural de infecție redus, utilizând o experiență cu trei variante și trei repetiții. În sistemul ecologic au fost aplicate preparatele Trichodermin-SC și Rizoplan-SC, iar în sistemul convențional – fungicidul Unical, SC. Rezultatele obținute au evidențiat o eficacitate biologică ridicată a preparatelor testate în combaterea manei și putregaiului, precum și eficiența sistemelor de protecție propuse. Preparatele biologice s-au dovedit adecvate pentru utilizarea în cultura florii-soarelui, manifestând, pe lângă efectul de combatere a agenților patogeni, și un efect biostimulator, reflectat prin îmbunătățirea parametrilor de creștere și a indicilor de productivitate.

Cuvinte-cheie: *Floarea-soarelui; Boli ale plantelor; Protecția plantelor; Fungicide; Control biologic; Agenți patogeni.*

INTRODUCERE

Putregaiul cenușiu al florii-soarelui este o boală cauzată de ciuperca *Botrytis cinerea*. Aceasta se manifestă pe toate organele plantei pe parcursul întregii perioade de vegetație. În cazul instalării în fazele timpurii, atacul se evidențiază prin decolorări și ofiliri ale aparatului foliar sau ale plantulelor (Pîrvu, 2007; Jităreanu & Ailincăi, 2015). Miceliul pătrunde și invadează țesuturile plantei, dezagregând parenchimul medular, ceea ce determină debilizarea plantelor, precum și frângerea și căderea acestora (Bădăraș, 2012).

Boala prezintă un pericol deosebit în preajma recoltării, în special în condițiile unui sezon ploios, când răspândirea ciupercii pe calatidii este rapidă și intensă (Muntean et al., 1995; Pîrvu, 2007). Conform cercetărilor I. Paraschivu și M. Aurelian, în zona pedoclimatică a Câmpiei Române de Sud, pagube semnificative sunt produse de agentul patogen după încheierea procesului de înflorire. De asemenea, căderile de grindină din această perioadă pot determina o „explozie” a bolii, iar asocierea unei umidități relative a aerului de 90-100% cu temperaturi de 15-20°C creează condiții optime pentru dezvoltarea ciupercii (Baciu & Șeșan, 1996; Bîlteanu, 1979).

Cercetătorii V. Starodub, P. Pîrvan și N. Moraru menționează că, în condițiile câmpului deschis, conidiile germinează la temperaturi de peste 16°C, fiind suficient ca umiditatea relativă a aerului să depășească 50%. Un alt factor important care favorizează răspândirea bolii este aprovizionarea excesivă a solului cu azot, fie prin fertilizare, fie ca urmare a unui conținut ridicat de humus (Paraschivu, 2011; Bîlteanu, 1979; Вронских, 2024). Unii autori (Starodub et al., 2013; Вронских, 2024) explică acest fenomen prin faptul că nu azotul în sine stimulează dezvoltarea ciupercii, ci masa vegetativă luxuriantă a plantelor, care determină reducerea luminii și a circulației aerului în agrocenoză. În astfel de condiții, boala se poate instala chiar și atunci când factorii de mediu nu sunt aparent favorabili dezvoltării patogenului. De asemenea, desimea excesivă a culturii și umbrirea favorizează apariția bolii. Amplasarea culturilor de floarea-soarelui în apropierea plantațiilor de viță-de-vie poate contribui la infectarea reciprocă a acestora (Vronschih, 2019).

Mana florii-soarelui este o boală cauzată de ciuperca *Plasmopara halstedii*. Aceasta este cea mai răspândită boală a culturii de floarea-soarelui atât pe întregul areal de cultivare al acestei plante, cât și pe teritoriul țării noastre, fiind semnalată încă din anul 1948 (Popescu, 2005). În anii ploioși, răspândirea bolii capătă un caracter exploziv și epidemic (Iacob, 2008).

Până în anii '80 ai secolului trecut, mana reprezenta principalul factor de restricție în asolament și rotația culturilor. Revenirea florii-soarelui pe același teren după un interval de peste 7 ani permite menținerea frecvenței atacului sub pragul de 5%, cu condiția tratării obligatorii a semințelor și a aplicării a două tratamente în perioada de vegetație (Starodub et al., 2013; Вронских, 2024). În schimb, revenirea culturii după numai un an, în condițiile unei rotații scurte, determină o frecvență a atacului de până la 38%, ceea ce poate provoca pierderi de producție de până la 1,2 t/ha.

Sunt cunoscute cinci forme de manifestare a manei la floarea-soarelui, dintre care cele mai periculoase sunt considerate forma a II-a și forma a V-a. În cazul formei a II-a, plantele rămân pitice, prezintă noduri îngroșate și internoduri scurte, iar aparatul foliar apare excesiv dezvoltat în raport cu talia plantei. Calatidiile formate sunt de dimensiuni reduse, cu semințe dispuse rar. Forma a V-a se caracterizează prin necrozarea parțială a calatidiilor sau prin necrozarea completă a butonului floral (Starodub et al., 2013; Iacob, 2008; 2002).

Primăverile reci favorizează în mod deosebit evoluția bolii, patogenul putând provoca căderea plantulelor începând din faza de 6-8 frunze și până la faza de butonizare

(Iacob, 2002). De asemenea, dezvoltarea agentului patogen este stimulată de precipitațiile abundente asociate cu temperaturi scăzute (Bîlteanu, 1979; Iacob, 2002). Infecția primară se produce după ce temperatura solului atinge aproximativ 12°C, moment în care are loc germinarea oosporilor. Ulterior, răspândirea infecției secundare este favorizată de umiditatea ridicată și de temperaturile cuprinse între 15 și 18°C (Floarea & Ulea, 2025).

În schimb, atacul este mai puțin frecvent în culturile semănate timpuriu, când temperatura solului este de 7–10°C, în timp ce întârzierea semănatului creează condiții favorabile dezvoltării bolii (Floarea & Ulea, 2025). În funcție de condițiile climatice ale anului, mana poate produce pierderi de până la 60%, plantele afectate dezvoltând un sistem radicular superficial și puternic ramificat (Bîlteanu, 1979; Iacob, 2002).

Rezultatele cercetărilor recente arată că majorarea temperaturii medii anuale cu 1°C poate reduce frecvența atacului de la 56,8% la 32,3%, iar intensitatea acestuia de la 5,4% la 4,3% (Вронских, 2024; Vronschih, 2019). Aceste date confirmă influența semnificativă a factorilor climatici asupra dezvoltării și răspândirii patogenului. Totodată, utilizarea semințelor infectate constituie unul dintre principalii factori ai contaminării culturilor de floarea-soarelui (Popescu, 2005).

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost desfășurate în extravilanul satului Iujnoe, raionul Cahul. Lotul experimental a avut formă dreptunghiulară, cu un raport al laturilor de 1:2, această configurație fiind aleasă datorită avantajelor metodologice pe care le oferă. Astfel, se reduce variabilitatea producției, se facilitează executarea lucrărilor de întreținere și efectuarea observațiilor, se utilizează mai eficient suprafața de teren și se diminuează influența neuniformităților solului. Potrivit lui G. Jitoreanu (1995), utilizarea parcelelor dreptunghiulare poate reduce erorile experimentale cu până la 25%.

Lotul experimental a fost înființat în anul 2025, conform unei scheme experimentale amplificate, în scopul optimizării eficienței preparatelor incluse în studiu. Experiența a fost realizată pe un fond patogen redus, datorită respectării riguroase a măsurilor agrotehnice. Lotul experimental a fost amplasat pe parcelele cu numerele cadastrale 9421104080, 9421104094, 9421104093, 9421104097, 9421104096 și 9421104095, ocupând o suprafață efectivă de 5 ha.

Terenul pe care a fost amplasată experiența este reprezentativ din punct de vedere geomorfologic pentru zona de cercetare (Gulii & Pamujac, 1992). Astfel, experimentul a fost instalat pe același tip și subtip de sol, cel mai răspândit în regiune. În perimetrul lotului experimental predomină cernoziomul carbonatic luto-argilos, cu nota de bonitate 71.

Baza cercetărilor a constituit-o studiul a trei preparate fungicide: Unical, SC, Trichodermin-SC și Rizoplan-SC. Criteriul principal de selectare a acestora a fost avantajul costurilor reduse, care, la rândul său, contribuie la creșterea competitivității economice. Preparatele au fost administrate în aceleași termene și în condiții similare de aplicare.

Administrarea preparatelor s-a realizat în trei etape tehnologice: la tratarea semințelor (BBCH 00), în faza de 6 frunze (BBCH 18) și în faza apariției butonului floral (BBCH 29). La tratarea semințelor, toate preparatele au fost aplicate în doză de 2 l/t de semințe. În fazele BBCH 18 și BBCH 29, fungicidul Unical, SC a fost administrat în două variante de dozare, de 0,5 și 1,0 l/ha, iar preparatele biologice Rizoplan-SC și Trichodermin-SC au fost aplicate în concentrații de 1% și, respectiv, 2%.

La efectuarea tratamentelor fitosanitare s-a utilizat un volum de apă de 200 l/ha, asigurând astfel o umectare uniformă și eficientă a suprafeței foliare.

Pe lângă variantele de protecție fitosanitară, în cercetare au fost incluși și trei

hibridi de floarea-soarelui, selectați din portofoliul a două companii producătoare de semințe. Din gama companiei Corteva au fost aleși hibridii P64LP130 și P64LE25, iar din portofoliul companiei Limagrain – hibridul LG5377.

Hibridul P64LE25 se numără printre primii hibridi omologați de producător în Republica Moldova, fiind unul dintre cei mai apreciați și mai cultivați de către fermieri. Acesta reprezintă un etalon genetic pentru tehnologia ExpressSun, dezvoltată și promovată de compania Pioneer. Hibridul P64LP130 este un hibrid de generație mai nouă, introdus pentru promovarea unui fond genetic adaptat tehnologiei Clearfield Plus. Hibridul LG5377 este considerat unul dintre cei mai productivi hibridi convenționali pentru condițiile pedoclimatice din sudul Republicii Moldova, făcând parte din portofoliul genetic al companiei Limagrain.

Pe parcursul perioadei de vegetație au fost efectuate observații privind ritmul de dezvoltare a plantelor, precum și apariția, răspândirea și evoluția bolilor. Determinările principale au fost realizate la sfârșitul perioadei de înflorire. Conform cercetărilor efectuate de G. Jităreanu (1995), V. Gulii și N. Pamujac (1992), această fază reprezintă momentul optim pentru evaluarea stării fitosanitare a culturii, deoarece procesele de creștere sunt încheiate, iar masa vegetativă atinge nivelul maxim.

Pentru determinarea gradului de răspândire a bolilor, caracterizat prin proporția plantelor atacate și nota de atac, în fiecare variantă au fost selectate câte 100 de plante pe diagonală, conform metodologiei descrise de V. Gulii și N. Pamujac (1992). În aceeași perioadă au fost efectuate măsurători privind talia plantelor și diametrul calatidiilor.

Producția a fost exprimată în t/ha și determinată prin metoda gravimetrică, pe baza unui eșantion de 100 de plante. Recoltarea probelor s-a efectuat într-o singură zi, evitându-se prelevarea plantelor din zonele marginale ale parcelelor experimentale, pentru a elimina influența efectului de margine. Producția obținută a fost ulterior recalculată și adusă la condițiile STAS, utilizând formula (1.1).

Recolta obținută a fost exprimată în t/ha și determinată prin metoda gravimetrică, fiind luate în evidență 100 de plante. Recoltarea probelor s-a realizat într-o singură zi, evitându-se prelevarea din zonele periferice ale parcelelor, pentru a exclude efectul de margine. Producția cântărită a fost ulterior corectată la condițiile STAS, conform formulei (1.1).

$$P_{cor.} = P_{cânt.} * (100 - U_{\%}) / (100 - U_{\%STAS}) \quad (1.1)$$

Unde: $P_{cor.}$ – producția corectată; $P_{cânt.}$ – producția cântărită; $U_{\%}$ – umiditatea determinată; $U_{\%STAS}$ – umiditatea standard 9%.

Lipsurile de calatidii determină rectificarea repetată a producției la numărul de calatidii după formula (1.2):

$$P_{rect.} = (P_{cânt.} + Nr_{total}) / Nr_{lipsă} \quad (1.2)$$

Unde: $P_{rect.}$ – producția rectificată a calatidiilor; $P_{cânt.}$ – producția cântărită; Nr_{total} – numărul total de calatidii; $Nr_{lipsă}$ – numărul calatidii lipsă.

Principalii indici, precum talia plantelor și diametrul calatidiilor, au fost determinați prin metoda liniară. Indicii calitativi, cum ar fi masa volumetrică a semințelor (t/m^3), au fost stabiliți cu ajutorul vasului gradat, iar masa a o mie de boabe (g) a fost determinată prin metoda gravimetrică.

Aplicarea produselor fitofarmaceutice presupune evaluarea unor indicatori specifici, precum eficiența biologică a preparatului, care reflectă gradul de distrugere a agentului patogen și nivelul de reducere a vătămării. Determinarea eficienței biologice necesită, în prima etapă, stabilirea frecvenței și intensității atacului, conform formulelor (1.3; 1.4; 1.5) [16].

$$E = (I_m - I_e) / I_m * 100 \quad (1.3)$$

Unde: I_m – indicele de evoluție a bolii în varianta martor; I_e – indicele de evoluție a bolii în varianta experimentală.

$$F = n / N * 100 \quad (1.4)$$

Unde: n - reprezintă numărul plantelor atacate; N - reprezintă numărul total de plante luate în examinare.

$$I = (a + b) / (N * K) * 100 \quad (1.5)$$

Unde: a – numărul de plante infectate cu simptome identice; b – nota de atac corespunzătoare simptomului; N – numărul de plante luate în evidență; K – nota maximă a scării de evidență.

Sporul de producție constituie aportul de recoltă obținut în urma aplicării procedurii calculat după formula (1.6):

$$\Delta = P_f - P_i \quad (1.6)$$

Unde: P_f – producția finală; P_i – producția inițială.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prin urmare, se evidențiază dinamica manifestării manei florii-soarelui în anul 2025, în condițiile unei presiuni fitopatogene reduse. Se observă impactul optimizărilor realizate atât asupra dinamicii valorilor frecvenței și intensității atacului, cât și asupra eficienței biologice a preparatelor Trichodermin-SC, Unical, SC și Rizoplan-SC în controlul manei și al putregaiului cenușiu.

Interpretarea datelor prezentate indică, în linii generale, o frecvență și o intensitate a atacului agenților patogeni cu valori net inferioare celor înregistrate în varianta martor (monocultură). Se constată o eficacitate biologică ridicată a tuturor preparatelor aplicate în combaterea celor doi agenți patogeni.

De asemenea, în condițiile unei presiuni fitopatogene reduse, se remarcă o eficiență mai mare a tratamentelor împotriva manei florii-soarelui, comparativ cu putregaiul cenușiu.

Produsul Unical, SC, a înregistrat cea mai ridicată eficiență în combaterea putregaiului cenușiu, atingând valori de 60% în cazul aplicării în doza de 1 l/ha la hibridul LG5377, respectiv 70% în combaterea manei, în varianta și repetiția identică. Deși acest preparat prezintă eficiență maximă, majorarea concentrației nu conduce la o creștere semnificativă a eficacității biologice (Tabelul 1).

Trichodermin-SC a evidențiat în cadrul experienței o eficacitate inferioară produsului chimic, cu valori minime de 26,66% în cazul putregaiului cenușiu și 40% în cazul manei, la același hibrid LG5377. Se constată o creștere semnificativă a eficienței preparatului odată cu majorarea dozei de aplicare de la 0,5 l/ha la 1 l/ha, în cazul ambilor agenți patogeni, în special în combaterea manei, unde dublarea dozei conduce la valori apropiate de varianta chimică.

Preparatul Rizoplan-SC prezintă, de asemenea, o eficacitate biologică bună, situându-se ușor sub varianta chimică în cazul ambilor agenți patogeni. Se observă o creștere considerabilă a eficienței biologice odată cu majorarea concentrației de la 1% la 2%. Eficiența maximă a fost obținută la hibridul P64LP130, atingând 50% pentru putregaiul cenușiu și 66,66% pentru mană (Tabelul 1).

Tabelul 1. Eficacitatea preparatelor Unical, SC, Trichodermin-SC și Rizoplan-SC în controlul agenților patogeni *B. cinerea* și *P. halstedii*

Varianta		Repetiția	Botrytis cinerea			Plasmophara halstedii		
			F _i (%)	I _i (%)	E _i (%)	F _i (%)	I _i (%)	E _i (%)
V₁ control		R ₁ P64LE25	10,0	3,25	–	6,0	2,5	–
		R ₂ P64LP130	7,0	2,5	–	5,0	2,25	–
		R ₃ LG5377	12,0	3,75	–	6,0	2,5	–
V₂ convențional	Unical, SC 0,5 l/ha	R ₁ P64LE25	4,0	1,5	53,84	3,0	1,25	50,00
		R ₂ P64LP130	3,0	1,25	50,00	2,0	1,0	55,55
		R ₃ LG5377	6,0	2,0	46,66	3,0	1,25	50,00
	Unical, SC 1 l/ha	R ₁ P64LE25	4,0	1,5	53,84	3,0	1,25	50,00
		R ₂ P64LP130	3,0	1,25	50,00	1,0	0,75	66,66
		R ₃ LG5377	4,0	1,5	60,00	1,0	0,75	70,00
V₃ ecologic	Trihodermin-SC 1%	R ₁ P64LE25	7,0	2,25	30,76	3,0	1,5	40,00
		R ₂ P64LP130	4,0	1,5	40,00	2,0	1,25	44,44
		R ₃ LG5377	9,0	2,75	26,66	3,0	1,5	40,00
	Trihodermin-SC 2%	R ₁ P64LE25	7,0	2,0	38,46	3,0	1,0	60,00
		R ₂ P64LP130	4,0	1,25	50,00	2,0	0,75	66,66
		R ₃ LG5377	8,0	2,25	40,00	3,0	1,0	60,00
	Rizoplan-SC 1%	R ₁ P64LE25	7,0	2,25	30,76	3,0	1,5	40,00
		R ₂ P64LP130	4,0	1,5	40,00	2,0	1,25	44,44
		R ₃ LG5377	9,0	2,75	26,66	3,0	1,5	40,00
	Rizolpan-SC 2%	R ₁ P64LE25	7,0	2,0	38,46	3,0	1,0	60,00
		R ₂ P64LP130	4,0	1,25	50,00	2,0	0,75	66,66
		R ₃ LG5377	9,0	2,5	33,33	3,0	1,0	60,00

De asemenea, se constată o eficiență mai ridicată în combaterea manei florii-soarelui comparativ cu putregaiul cenușiu pentru toate preparatele testate în condițiile asolamentului, situație inversă față de cea observată în cazul monoculturii.

La prima vedere, se poate constata influența semnificativă a asolamentului asupra productivității florii-soarelui, inclusiv în zonele defavorizate din punctul de vedere al precipitațiilor. În comparație cu recolta modestă obținută în condițiile monoculturii, în cadrul asolamentului se înregistrează valori de aproximativ trei ori mai mari.

Observând creșterea semnificativă a producției în toate variantele experimentale, se evidențiază și influența factorului de protecție asupra acesteia, însă într-o măsură mai redusă comparativ cu varianta de monocultură.

În varianta de protecție cu preparatul Unical, SC se constată un aport nesemnificativ la producție de 0,15 t/ha la toți cei trei hibrizi, iar la majorarea dozei de la 0,5 l/ha la 1 l/ha se înregistrează o diminuare nesemnificativă a producției de aproximativ 0,2 t/ha. Deși se observă o ușoară tendință de reducere a producției, nu se constată influențe semnificative asupra parametrilor precum masa volumetrică (MV) și masa a o mie de boabe (MMB) (Tabelul 2).

În cazul aplicării preparatului Trichodermin-SC se evidențiază un spor de recoltă mai pronunțat la toți cei trei hibrizi, însă acesta poate fi considerat nesemnificativ. Situația se modifică odată cu majorarea dozei la 2%, când se constată un aport semnificativ de 0,35 t/ha la hibridul LG5377. Nu se observă influențe semnificative asupra parametrului MV, însă se remarcă o creștere a MMB cu aproximativ 7 g la hibridii LG5377 și P64LP130 (Tabelul 2).

Tabelul 2. Producția obținută și principalii parametri calitativi ai semințelor în condiții de asolament

Varianta		Repetiția	Recolta		MV (t/m ³)		MMB (g)	
V₁ control		R ₁ P64LE25	2,75	Δ	0,430	Δ	62	Δ
		R ₂ P64LP130	3,1		0,455		85	
		R ₃ LG5377	2,5		0,355		90	
V₂ convențional	Unical, SC 0,5 l/ha	R ₁ P64LE25	2,9	0,15	0,435	0,005	62	0
		R ₂ P64LP130	3,25	0,15	0,455	0	85	0
		R ₃ LG5377	2,65	0,15	0,360	0,005	90	0
	Unical, SC 1 l/ha	R ₁ P64LE25	2,7	-0,05	0,430	0	62	0
		R ₂ P64LP130	2,9	-0,20	0,455	0	85	0
		R ₃ LG5377	2,35	-0,15	0,355	0	90	0
V₃ ecologic	Trichodermin-SC 1%	R ₁ P64LE25	2,95	0,20	0,435	0,005	64	2
		R ₂ P64LP130	3,25	0,15	0,460	0,005	89	4
		R ₃ LG5377	2,7	0,20	0,360	0,005	93	3
	Trichodermin-SC 2%	R ₁ P64LE25	3,05	0,30	0,435	0,005	67	5
		R ₂ P64LP130	3,35	0,25	0,455	0	92	7
		R ₃ LG5377	2,85	0,35	0,360	0,005	97	7
	Rizoplan-SC 1%	R ₁ P64LE25	2,95	0,20	0,445	0,015	67	5
		R ₂ P64LP130	3,25	0,15	0,465	0,010	92	7
		R ₃ LG5377	2,7	0,20	0,365	0,010	97	7
	Rizolpan-SC 2%	R ₁ P64LE25	3,25	0,50	0,470	0,040	72	10
		R ₂ P64LP130	3,5	0,40	0,490	0,045	94	9
		R ₃ LG5377	2,95	0,45	0,405	0,050	102	12

Preparatul Rizoplan-SC prezintă o influență pozitivă asupra sporului de recoltă, cu o valoare maximă de 0,5 t/ha în cazul hibridului P64LE25 tratat cu concentrația de 2%. De asemenea, se constată dublarea aportului de producție odată cu creșterea concentrației de la 1% la 2% a soluției de lucru. Totodată, administrarea preparatului determină o creștere considerabilă a parametrilor MV și MMB, influențând pozitiv producția atât sub aspect cantitativ, cât și calitativ, comportându-se ca un stimulator de creștere cu efect mai pronunțat în condiții fitopatologice reduse.

Se constată, de asemenea, influența aplicării preparatelor asupra parametrilor fizici ai plantelor. Astfel, la aplicarea produsului Unical, SC se observă o diminuare a taliei plantelor, în medie, cu 5,5 cm, iar acest efect se accentuează odată cu majorarea dozei la 1 l/ha, când talia plantelor este cu aproximativ 10 cm mai mică decât în varianta mar-tor. Totodată, majorarea dozei influențează negativ și diametrul calatidiului (Tabelul 3; Figura 1). Prin urmare, fungicidul Unical, SC, pe lângă proprietățile sale curative, manifestă și un efect retardant de creștere la doza de 1 l/ha.

Trichodermin-SC, administrat în concentrație de 1%, determină un aport nesemnificativ asupra taliei medii a plantelor și a diametrului calatidiilor. În schimb, majorarea concentrației la 2% conduce la o creștere mai accentuată a înălțimii plantelor, în timp ce diametrul calatidiului nu manifestă influențe semnificative (Tabelul 3). Astfel, pe lângă proprietățile sale curative, preparatul acționează ca un stimulator de creștere a masei epigee, fără a influența semnificativ mărimea calatidiilor.

Tabelul 3. Principalii parametri ai plantelor de floarea-soarelui

Varianta		Repetiția	Talía medie a plantelor (cm)		Diametrul mediu al calatidiilor (cm)	
V₁ control		R ₁ P64LE25	170	Δ	15,5	Δ
		R ₂ P64LP130	180		20,0	
		R ₃ LG5377	135		15,0	
V₂ convențional	Unical, SC 0,5 l/ha	R ₁ P64LE25	165	-5	17,5	2
		R ₂ P64LP130	174	-6	22,5	2,5
		R ₃ LG5377	129	-6	17,0	2
	Unical, SC 1 l/ha	R ₁ P64LE25	160	-10	14,0	-1,5
		R ₂ P64LP130	170	-10	17,5	-2,5
		R ₃ LG5377	125	-10	13,5	-1,5
V₃ ecologic	Trihodermin-SC 1%	R ₁ P64LE25	172	2	16,0	1,5
		R ₂ P64LP130	184	4	20,0	0
		R ₃ LG5377	137	2	16,0	1
	Trihodermin-SC 2%	R ₁ P64LE25	175	5	16,0	0,5
		R ₂ P64LP130	187	7	20,0	0
		R ₃ LG5377	142	7	16,0	1
	Rizoplan-SC 1%	R ₁ P64LE25	172	2	18,0	2,5
		R ₂ P64LP130	185	5	22,5	2,5
		R ₃ LG5377	138	3	17,5	2,5
	Rizoplan-SC 2%	R ₁ P64LE25	175	5	21,0	5,5
		R ₂ P64LP130	185	5	23,5	3,5
		R ₃ LG5377	145	10	19,0	4

Rizoplan-SC, similar preparatului Trichodermin-SC, manifestă, pe lângă proprietățile antifungice, și efecte de biostimulator de creștere. Spre deosebire de Trichodermin-SC, majorarea concentrației de la 1% la 2% determină o influență mai pronunțată asupra diametrului calatidiilor comparativ cu talia plantelor (Tabelul 3; Figura 1).

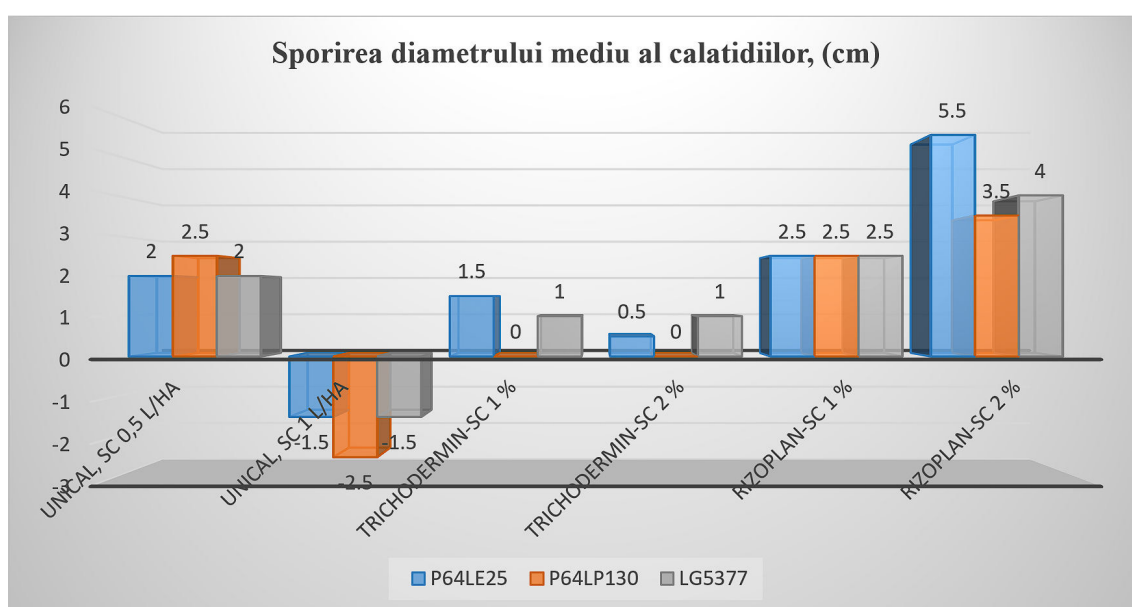


Figura 1. Impactul optimizărilor de aplicare a preparatelor Unical, SC, Trichodermin-SC, Rizoplan-SC asupra diametrului mediu al calatidiilor, în condiția rotației culturilor

CONCLUZII

Preparatul Trichodermin-SC, administrat în condițiile unei presiuni de infecție reduse a patogenului *P. halstedii*, nu determină amplificarea proprietăților fungicide odată cu creșterea concentrației.

În condițiile unui fundal fitopatogen redus, determinat de *B. cinerea*, strategia de dublare a concentrației fungicidelor ecologice nu contribuie la reducerea semnificativă a frecvenței atacului, însă determină diminuarea intensității atacului cu până la 13,34%.

În condiții de presiune infecțioasă redusă, dublarea dozei preparatului Unical, SC de la 0,5 la 1 l/ha determină, pe lângă un consum economic suplimentar, și pierderi de recoltă de până la 0,20 t/ha.

Strategia de dublare a concentrației preparatului Trichodermin-SC asigură un spor de recoltă de până la 0,35 t/ha, iar în cazul Rizoplan-SC acest spor poate ajunge până la 0,50 t/ha.

În condițiile experimentale, aplicarea preparatului Rizoplan-SC în concentrație de 2% influențează semnificativ masa volumetrică a achenelor.

Produsele ecologice manifestă o influență semnificativă asupra taliei plantelor atunci când sunt administrate în concentrație de 2%.

O reducere nesemnificativă a înălțimii plantelor determină, în schimb, o creștere semnificativă a diametrului calatidiilor.

Dublarea concentrației fungicidului Rizoplan-SC determină creșteri semnificative ale diametrului calatidiilor, contribuind la majorarea acestui parametru cu până la 35,48%.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cercetările au fost realizate în cadrul programului de doctorat „411.09. Protecția plantelor”, la tema „Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”, precum 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. PÂRVU, M. (2007). *Ghid practic de micologie*. Cluj-Napoca: Editura cărții de știință, 342 p. ISBN 978-973-133-108-9.
2. JIȚĂREANU, G. și C. AILINCĂI (2015). *Agrotehnică*. Iași: Editura Ion Ionescu de la Brad, 536 p. ISBN 978-973-147-183-9.
3. BĂDĂRĂU, Sergiu (2012). *Fitopatologie: (generală și agricolă)*. Chișinău: Tipografia Print-Caro, 592 p. ISBN 978-9975-56-046-7.
4. MUNTEAN, Leon; Ioan BORCEA; Mihai AXINTE și Gheorghe ROMAN (1995). *Fitotehnie*. București: Editura Didactică și Pedagogică, 609 p. ISBN 973-30-4483-0.
5. PARASCHIVU, Aurelian Marius (2011). *Combaterea integrată a patogenilor și dăunătorilor la principalele culturi de câmp*. Craiova: Editura SITECH, 409 p. ISBN 978-973-746-792-8.
6. BAICU, Tudorel și Tatiana ȘEȘAN (1996). *Fitopatologie agricolă*. București: Editura Ceres, 315 p. ISBN 973-40-0372-0.
7. BÎLTEANU, Gh. și V. BÎRNAURE (1979). *Fitotehnie*. București: Ceres, 911 p.
8. STARODUB, V.; N. MORARU și P. PÂRVAN (2013). *Tehnologii – cadru în fitotehnie*. Chișinău: Print-Caro, 179 p. ISBN 978-9975-56-084-9.
9. ВРОНСКИХ, М. (2024). *Изменение климата и развитие вредных видов в агроценозах сельскохозяйственных культур*. Том 2: Технические культуры. Кишинэу: Notograf Prim, 636 p. ISBN 978-9975-52-210-6.

10. VRONSHI, Mihail (2019). *Protecția plantelor: culturile de câmp*. Ediția a 2-a. Chișinău: Tipografia centrală, 200 p. ISBN 978-9975-78-957-8.
11. POPESCU, Gheorghe (2005). *Tratat de patologia plantelor*. Vol. 2: Agricultură. Timișoara: Editura Eurobit, 341 p. ISBN 973-620-169-4.
12. IACOB, Viorica (2008). *Protecția plantelor: fitopatologie*. Iași: Editura Pim, 128 p. ISBN 978-973-716-847-4.
13. IACOB, Viorica (2002). *Bolile plantelor cultivate: prevenire și combatere*. Iași: Editura Ion Ionescu de la Brad, 381 p. ISBN 973-8014-70-0.
14. FLOAREA, A. și E. ULEA (2025). *Patologie vegetală*. Iași: Editura Ion Ionescu de la Brad. ISBN 978-973-147-577-6.
15. JIȚĂREANU, Gerard (1995). *Tehnică experimentală*. Iași: Atelierul de multiplicare al Universității Agronomice, 160 p.
16. GULII, V. și N. PAMUJAC (1992). *Protecția integrată a plantelor: material didactic pentru studenții și elevii instituțiilor de învățământ cu profil agrar*. Tradus din limba rusă de E. Spînu. Chișinău: Universitas, 528 p. ISBN 362-00973-7.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 06.04.2026; Accepted 27.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.08>

UDC: 631.313.6 : 620.197



EVALUAREA PROPRIETĂȚILOR ANTICOROZIVE ALE ACOPERIRILOR TERMICE ÎN JET DE PLAȘMĂ APLICATE PE DISCURILE GRAPELOR

Corneliu MUNTEANU¹, ORCID: 0000-0002-3878-9129,

Iurie MELNIC^{2*}, ORCID: 0000-0002-5279-4960,

Bogdan ISTRATE¹, ORCID: 0000-0003-0817-3523,

Ramona CIMPOEȘU¹, ORCID: 0000-0002-5128-4491,

Vitali VIȘANU², ORCID: 0000-0002-2273-342X,

Fabian-Cezar LUPU¹, ORCID: 0009-0008-5711-1314

¹Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Romania

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Iurie MELNIC - e-mail: iurie.melnic@im.utm.md

Abstract. When performing work within the framework of modern technologies for cultivating agricultural crops, disk harrows are widely used. Corrosion of agricultural machinery components caused by moisture, soil and plant debris accelerates wear and reduces the service life of the working parts from the interaction of the discs with the soil. The paper presents investigations on the corrosion resistance of discs with and without thermal plasma jet coatings applied to their working surfaces depending on the interaction environment and soil composition. The anti-corrosion effectiveness of three investigated coating systems was quantitatively evaluated by analyzing the potentiodynamic polarization curves, obtaining the electrochemical parameters extracted by extrapolating the Tafel slopes. The study of micrographs for the Initial sample (control substrate) reveals a severe corrosive attack, characterized by the formation of corrosion products with an irregular and extremely porous morphology. All coatings investigated improved the corrosion resistance of the substrate, but the P2 coating (Metco 136F) demonstrated the highest performance, reducing the corrosion rate from 339.77 $\mu\text{m}/\text{year}$ to 41.07 $\mu\text{m}/\text{year}$ compared to the uncoated Initial steel, which represents a more than 8-fold decrease in corrosion rate.

Keywords: Harrow; Discs; Thermal coatings; Anti-corrosion properties.

Rezumat. La efectuarea lucrărilor din cadrul tehnologiilor moderne de cultivare a culturilor agricole pe larg se folosesc grapele cu discuri. Coroziunea componentelor utilajelor agricole cauzată de umiditate, sol și resturi vegetale accelerează uzura și reduce durata de viață a organelor de lucru de la interacțiunea discurilor cu solul. În lucrare sunt prezentate investigații privind rezistența la coroziune a discurilor cu și fără acoperiri termice în jet de plasmă aplicate pe suprafețele de lucru a acestora în funcție de mediul de interacțiune și compoziția solului. Eficacitatea anticorozivă a trei sisteme de acoperire investigate a fost evaluată cantitativ prin analiza curbelor de polarizare potențiodinamică, obținând parametrii electrochimici extrași prin extrapolarea pantelor Tafel. Studiul micrografilor pentru proba Initial (substratul martor) relevă un atac coroziv sever, caracterizat prin formarea unor produse de coroziune cu o morfologie neregulată și

extrem de poroasă. Toate acoperirile investigate au îmbunătățit rezistența la coroziune a substratului, însă acoperirea P2 (Metco 136F) a demonstrat cea mai înaltă performanță, reducând viteza de coroziune de la 339,77 $\mu\text{m}/\text{an}$ până la 41,07 $\mu\text{m}/\text{an}$ comparativ cu oțelul Inițial fără acoperire, ceea ce reprezintă o scădere de peste 8 ori a vitezei de coroziune.

Cuvinte-cheie: *Grapă; Discuri; Acoperiri termice; Proprietăți anticorozive.*

INTRODUCERE

În cadrul tehnologiilor agricole moderne, pentru dezmiriștirea terenurilor după culturile cerealiere, discuirea solului după culturile prășitoare, combaterea buruienilor, mărunțirea și încorporarea resturilor vegetale în sol, afânarea creștelor de brazdă, precum și pregătirea patului germinativ pentru semănat sunt utilizate pe scară largă grapele cu discuri. Organele de lucru ale acestora sunt, de regulă, discuri rotative plane sau sferice, cu muchie lisă sau crestată etc. (Melnic, 2016).

Datorită robusteții și versatilității lor în diferite tipuri de sol și condiții de prezență a reziduurilor vegetale, grapele cu discuri rămân și în prezent printre cele mai utilizate utilaje agricole. Totuși, performanța acestora este foarte limitată de uzura abrazivă și de degradarea corozivă accelerată a discurilor, ceea ce conduce la creșterea costurilor de întreținere și la diminuarea calității lucrărilor de prelucrare a solului. Ca urmare a interacțiunii dintre organele active ale utilajelor agricole și sol în timpul lucrărilor de câmp, coroziunea poate influența negativ întregul proces tehnologic (Rani et al., 2022).

Coroziunea componentelor utilajelor agricole, cauzată de umiditate, sol și resturi vegetale, accelerează procesul de uzură și reduce durata de exploatare a organelor de lucru. Măsurile de prevenire și protecție împotriva coroziunii pentru grapele cu discuri grele sunt similare cu cele aplicate altor utilaje agricole, precum plugurile, cultivatoarele sau semănătorile, și includ (Vidaković et al., 2026):

- îndepărtarea temeinică a solului și a resturilor vegetale, urmată de spălarea cu apă sub presiune;
- acoperirea unui agent anticoroziv pe suprafața discurilor;
- lubrifierea corespunzătoare a lagărelor cu un lubrifiant adecvat;
- retușarea pieselor deteriorate prin aplicarea vopselei de protecție (în două straturi, grund și vopsea);
- depozitarea utilajelor într-un spațiu acoperit sau închis atunci când nu sunt utilizate.

Principalele cauze ale coroziunii organelor de lucru ale mașinilor agricole sunt contactul prelungit cu solul umed, acțiunea îngrășămintelor chimice agresive, pH-ul solului și depozitarea necorespunzătoare în spații deschise. Aceste condiții determină apariția unor efecte negative precum deteriorarea suprafețelor active, reducerea durității acestora, creșterea rezistenței la înaintare a agregatului și scăderea calității lucrărilor agricole. În acest context, devin esențiale următoarele aspecte (Munteanu et al., 2025):

- utilizarea oțelurilor de înaltă calitate la fabricarea discurilor grapelor agricole;
- aplicarea unor acoperiri termice pe suprafețele active ale discurilor.

Având în vedere durata îndelungată de exploatare a grapelor cu discuri, se impune investigarea rezistenței la coroziune a discurilor cu și fără acoperiri termice aplicate prin jet de plasmă pe suprafețele de lucru, în funcție de mediul de interacțiune și de compoziția solului.

MATERIALE ȘI METODE

Substratul utilizat în cadrul experimentelor a fost reprezentat de plăcuțe din oțel hipoeutectoid aliat, prelevate din discurile grapei analizate. Pe suprafața acestora au fost aplicate trei tipuri de acoperiri protectoare (Munteanu et al., 2026):

- 1) P1 - Metco 71NS (W2C / WC 12Co);
- 2) P2 - Metco 136F (Cr₂O₃ 4SiO₂ 4TiO₃);
- 3) P3 - Metco 45C-NS (Co 25,5Cr 10,5Ni 7,5W 0,5C).

Înainte de testare, probele au fost degresate și curățate ultrasonic în apă distilată. Suprafața activă expusă a fost de 0,6 cm², fiind delimitată prin utilizarea unui electrod prevăzut cu o garnitură izolatoare din teflon, ceea ce a asigurat etanșeitătea sistemului electrochimic. Toate investigațiile electrochimice au fost realizate cu ajutorul unui potențiostat/galvanostat OrigaStat (OrigaLys ElectroChem SAS), controlat prin software-ul OrigaMaster 5 (versiunea 2.5.0.5), platformă destinată controlului prin USB al echipamentelor de măsurare electrochimică.

Măsurătorile electrochimice au fost efectuate într-o celulă electrochimică clasică cu trei electrozi (Bard & Faulkner, 2001), configurată astfel:

- electrod de lucru (WE) – probele de oțel acoperite;
- electrod de referință (RE) – electrod de calomel saturat (SCE);
- electrod contra (CE) – electrod de platină.

Pentru simularea unui mediu de sol agresiv, s-a utilizat soluția standard NS4 (Near-Neutral pH soil solution) (Xue & Cheng, 2010), considerată reprezentativă pentru condiții de coroziune în medii de sol slab neutre. Compoziția chimică a electrolitului NS4 utilizat este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1. Compoziția chimică a soluției NS4 (Near-Neutral pH soil solution)

Reactiv	Concentrație (g/L)
KCl	0,122
NaHCO ₃	0,483
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0,181
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,131

Procedura experimentală a fost efectuată într-o secvență specifică, cu scopul de a asigura reproductibilitatea rezultatelor. Inițial, a fost monitorizat potențialul de circuit deschis (OCP) timp de 60 de minute după imersia probelor în soluția de test, până la atingerea unei stări pseudo-staționare.

Pentru analiza comportamentului electrochimic, s-a realizat polarizarea potențiodinamică, prin scanarea potențialului de la -250 mV vs. OCP la +250 mV vs. OCP, cu o viteză de scanare de 1 mV/s.

Evaluarea integrității acoperirii și a rezistenței la pătrunderea ionilor din soluție s-a efectuat prin polarizare ciclică. În acest caz, potențialul a fost scanat în sens anodic, urmat de scanarea inversă, pentru identificarea buclei de histeresis, considerată indicator al degradării locale.

Parametrii de coroziune, inclusiv potențialul de coroziune și densitatea curentului de coroziune, au fost determinați prin metoda extrapolării curbelor Tafel (Papavinasam, 2008).

Caracterizarea prin spectroscopie de impedanță electrochimică (EIS) (Ruiz et al., 2020) a fost realizată utilizând același potențostat OrigaStat, operat prin software-ul OrigaMaster 5. Măsurătorile au fost efectuate la potențialul liber de coroziune (free potential), imediat după etapa de monitorizare a OCP.

Spectrele de impedanță au fost achiziționate într-un domeniu de frecvență de la 100 kHz la 10 mHz, utilizând o rezoluție de 10 puncte pe decadă de frecvență, pentru o descriere cât mai detaliată a proceselor de interfață.

Pentru asigurarea unui răspuns liniar al sistemului electrochimic și reducerea perturbărilor la nivelul suprafeței, s-a aplicat un semnal sinusoidal de curent alternativ cu amplitudinea de 10 mV. De asemenea, înainte de începerea achiziției datelor, s-a impus o etapă de pre-stabilizare de 60 s, pentru atingerea unei stări staționare a sistemului.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Eficacitatea anticorozivă a celor trei sisteme de acoperire investigate a fost evaluată cantitativ prin analiza curbelor de polarizare potențiodinamică. Parametrii electrochimici determinați prin extrapolarea pantelor Tafel sunt prezentați în tabelul 2.

Potențialul de coroziune, $E(I = 0)$, caracterizează tendința termodinamică a materialului de a se coroda în soluția NS4. Toate probele acoperite au prezentat o deplasare a potențialului de coroziune către valori mai pozitive (mai nobile) comparativ cu proba martor, al cărei potențial de coroziune este de -1113 mV.

Proba P1 (Metco 71NS) a înregistrat cel mai nobil potențial de coroziune, de -1014 mV, ceea ce sugerează existența unei bariere inițiale eficiente împotriva proceselor de coroziune. De asemenea, probele P2 (Metco 136F) și P3 (Metco 45C-NS) au prezentat o îmbunătățire a comportamentului electrochimic în raport cu substratul neacoperit, valorile potențialului de coroziune fiind de -1040 mV și, respectiv, -1060 mV.

Performanța superioară a acoperirilor este demonstrată în principal de valorile densității curentului de coroziune (j_{cor}) și ale vitezei de coroziune (v_{cor}).

Tabelul 2. Parametrii electrochimici de coroziune extrași din curbele de polarizare potențiodinamică pentru proba martor și cele trei sisteme de acoperire depuse pe substrat de oțel în soluție NS4

Proba	Potențialul de coroziune $E(I=0)$ (mV)	Densitatea curentului de coroziune j_{cor} $\mu A/cm^2$	Rezistența la polarizare R_p ($\Omega \cdot cm^2$)	Viteza de coroziune v_{cor} $\mu m/an$
P1 (Metco 71NS)	-1014	21,51	936,54	249,74
P2 (Metco 136F)	-1040	3,56	5680,00	41,07
P3 (Metco 45C-NS)	-1060	27,57	826,39	317,65
Initial (control)	-1113	29,84	280,31	339,77

Acoperirea ceramică a probei P2 oferă cel mai înalt nivel de protecție anticorozivă, evidențiat prin reducerea semnificativă a densității curentului de coroziune la 3,566 $\mu A/cm^2$, comparativ cu 29,84 $\mu A/cm^2$ în cazul oțelului neacoperit (control). Această reducere se reflectă și în valoarea vitezei de coroziune, care este de numai 41,076 $\mu m/an$, de aproximativ opt ori mai mică decât cea înregistrată pentru substratul neprotejat, de 339,77 $\mu m/an$. Probele P1 (Metco 71NS) și P3 (Metco 45C-NS) au condus, de asemenea, la îmbunătățirea rezistenței la coroziune a substratului, însă eficiența lor este inferioară celei obținute pentru acoperirea P2 (Metco 136F).

Valorile rezistenței la polarizare R_p , considerate un indicator direct al capacității stratului protector de a se opune transferului de sarcină la interfața metal-electrolit, confirmă tendința evidențiată de valorile densității curentului de coroziune. Proba P2 (Metco 136F) a înregistrat cea mai mare valoare a rezistenței la polarizare, de $5680 \Omega \cdot \text{cm}^2$, depășind cu peste un ordin de mărime valoarea obținută pentru proba martor. Acest rezultat indică faptul că structura compactă a acoperirii pe bază de oxizi de crom, siliciu și titan (Metco 136F) acționează ca o barieră dielectrică eficientă, limitând considerabil difuzia speciilor agresive din soluția NS4 către suprafața substratului.

Datele experimentale demonstrează că acoperirea P2 (Metco 136F) reprezintă cea mai eficientă soluție pentru protecția oțelului în mediul de sol simulat NS4. Performanța superioară a acesteia poate fi atribuită caracterului chimic inert al oxizilor metalici, în special oxidului de crom (Cr_2O_3) și oxidului de titan (TiO_2), care, spre deosebire de acoperirile pe bază de carburi (P1) sau aliaje metalice (P3), reduc numărul centrilor activi implicați în procesele de oxidare și asigură o rezistență de barieră mai ridicată.

Curbele de polarizare înregistrate pentru oțelul neprotejat (proba Initial sau martor) și pentru probele acoperite (P1, P2 și P3), prezentate în figura 1, evidențiază modificări semnificative atât în domeniul anodic, cât și în cel catodic.

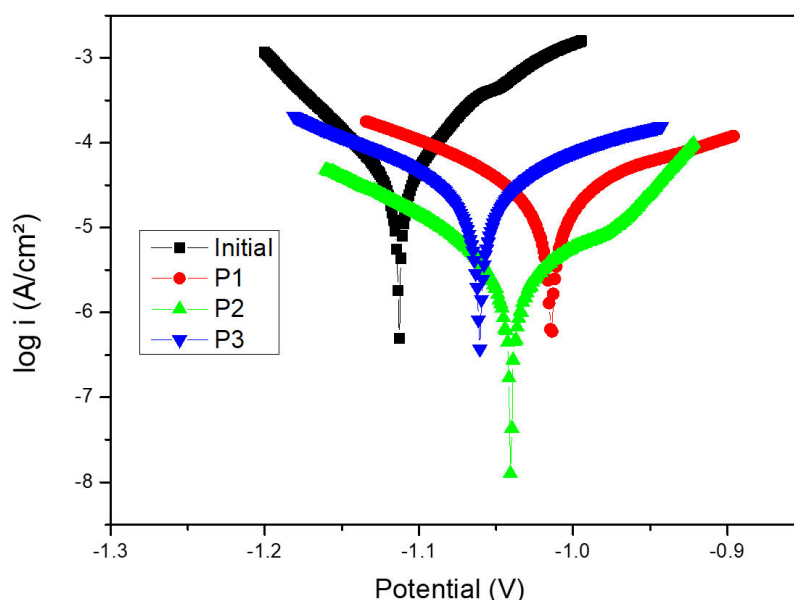


Figura 1. Curbe de polarizare potențiodinamică (diagrame Tafel) pentru substratul Initial (control) și pentru acoperirile investigate în soluție NS4

Toate probele prezintă pante catodice similare, ceea ce sugerează că mecanismul reacției de reducere (cel mai probabil reducerea oxigenului sau a apei în mediul neutru NS4) rămâne același pentru toate sistemele investigate, iar diferențele sunt determinate în principal de suprafața activă disponibilă pentru desfășurarea reacției. Se observă o creștere a pantei anodice în cazul probei P2, fapt ce confirmă o rezistență de barieră superioară la dizolvarea anodică. În schimb, curba de polarizare a probei P3 (Metco 45C-NS) rămâne foarte apropiată de cea a probei martor, indicând o protecție limitată și o reactivitate electrochimică mai ridicată a matricei pe bază de cobalt în acest electrolit. Pe baza analizei curbelor Tafel obținute în soluția NS4, ierarhia performanței anticorozive poate fi stabilită astfel: $P2 > P1 > P3 > \text{Initial (control)}$.

Rezistența acoperirilor la coroziunea localizată și integritatea stratului protector la potențiale anodice ridicate au fost investigate prin tehnica polarizării ciclice (Figura 2), metodă care permite determinarea potențialului de rupere a filmului pasiv și evaluarea capacității de repassivare a suprafeței.

Analiza diagramelor obținute evidențiază diferențe importante în comportamentul probelor supuse polarizării anodice la potențiale ridicate. Se remarcă faptul că proba P1 (Metco 71NS) prezintă cea mai redusă densitate a curentului anodic pe întregul domeniu de potențial investigat. La potențialul de inversare de +0,7 V, densitatea curentului atinge aproximativ 1,0 mA/cm², valoare semnificativ mai mică decât cele înregistrate pentru celelalte probe. De asemenea, curba de întoarcere a probei P1 este situată sub curba directă, rezultând un histerezis negativ, ceea ce indică absența formării unor centre stabile de coroziune localizată și sugerează o bună stabilitate a matricei de cobalt ranforsate cu carburi de wolfram în mediul coroziv NS4.

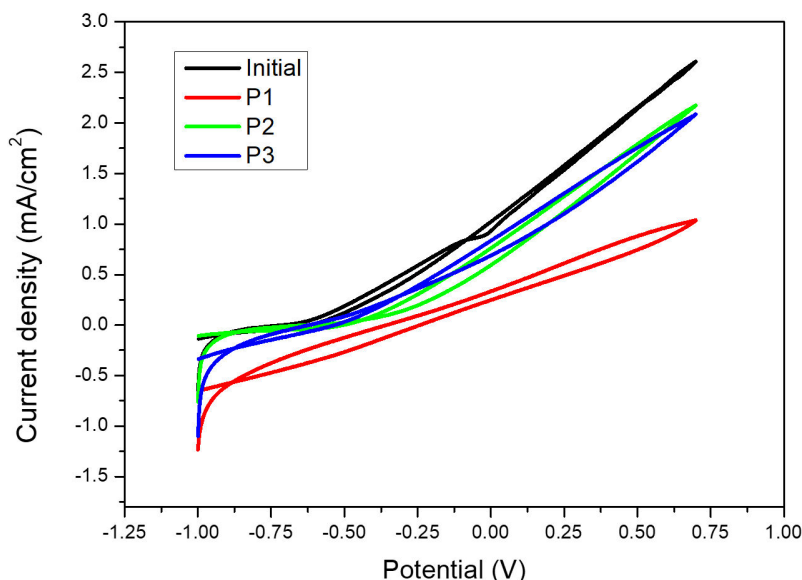


Figura 2. Curbe de polarizare ciclică pentru probele de oțel acoperite în soluție NS4

Probele P2 (Metco 136F) și P3 (Metco 45C-NS) prezintă o creștere rapidă a densității curentului odată cu deplasarea potențialului în sens anodic, atingând valori de peste 2,0 mA/cm² la +0,7 V. În cazul probei P2, curentul crește semnificativ, deși în testele Tafel aceasta a evidențiat o viteză de coroziune mai redusă la potențiale apropiate de echilibru. Acest comportament poate fi explicat prin prezența unor micro-pori în structura ceramică a oxidului de Cr/Si/Ti, care favorizează pătrunderea electrolitului sub acțiunea câmpului electric intens.

Analiza substratului (Initial) arată că proba martor prezintă cea mai ridicată densitate a curentului anodic, confirmând susceptibilitatea crescută a oțelului neprotejat la dizolvare anodică generalizată în soluția de sol simulat. Din perspectiva coroziunii localizate, absența unei bucle largi de histerezis pozitiv (în care curentul la revenire este semnificativ mai mare decât la scanarea directă) pentru toate probele sugerează că, în condițiile soluției NS4, nu se dezvoltă un proces de pitting sever și ireversibil. Totuși, densitatea redusă de curent a probei P1 indică faptul că aceasta oferă cea mai bună protecție pe termen lung împotriva fluctuațiilor de potențial în domeniul anodic, menținând integritatea suprafeței chiar și în condiții de solicitare electrochimică ridicată.

Modelul utilizat pentru interpretarea datelor EIS pentru proba Inițial este un circuit Randles de tip R(QR), în care interfața este descrisă printr-o singură constantă de timp (Figura 3). Pentru analiza cantitativă a spectrelor EIS ale probei P2, datele experimentale au fost ajustate utilizând un circuit electric echivalent de tip R. Alegerea acestui model este justificată de natura poroasă a straturilor depuse prin pulverizare termică, permițând separarea contribuției rezistenței la penetrarea electrolitului prin pori de cea a rezistenței la transferul de sarcină la interfața metal-soluție (Hinderliter et al., 2006).

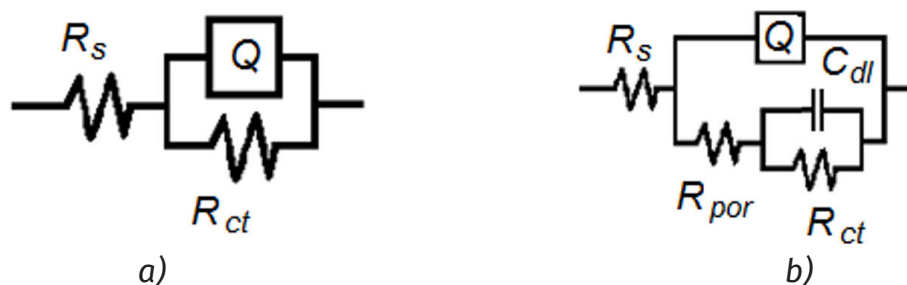


Figura 3. Circuitele echivalente utilizate pentru interpretarea datelor EIS:

- a) proba Initial, b) proba P2, unde R_s - rezistența soluției NS4 (Solution Resistance), Ω/cm^2 ;
 Q - capacitatea sistemului, Ssn/cm^2 ; R_{por} - rezistența la pori (Pore Resistance), Ω/cm^2 ;
 C_{dl} - capacitatea stratului dublu electric (Electric Double Layer Capacitance), $\mu\text{F}/\text{cm}^2$;
 R_{ct} - rezistența la transfer de sarcină (Charge Transfer Resistance), Ω/cm^2 .

Pentru interpretarea cantitativă a spectrelor EIS au fost analizați parametrii rezultați din ajustarea circuitelor echivalente pentru proba Initial și proba P2 (Figura 3). Astfel, rezistența R_s reprezintă rezistența soluției NS4 dintre electrodul de referință și probă. Elementul de fază constantă (CPE) este utilizat în locul unui condensator ideal pentru a descrie deviația comportamentului capacitiv, asociată cu deprimarea semicercului din diagramele Nyquist, determinată de rugozitatea și neomogenitatea straturilor depuse prin pulverizare termică.

Rezistența la pori (R_{por}) caracterizează rezistența acoperirii la penetrarea electrolitului NS4 prin pori și defecte structurale, fiind un indicator al proprietăților de barieră ale stratului. Capacitatea stratului dublu (C_{dl}) reprezintă capacitatea stratului dublu electric format la interfața dintre oțel și electrolitul care a reușit să pătrundă prin acoperire. Rezistența la transfer de sarcină (R_{ct}) este direct legată de viteza proceselor de coroziune ale oțelului sub stratul de acoperire.

Pentru evaluarea cantitativă a îmbunătățirii proprietăților de barieră, parametrii extrași din circuitele echivalente pentru proba Initial și proba P2 sunt prezentați comparativ în tabelul 3.

Tabelul 3. Parametrii electrochimici obținuți în urma modelării spectrelor EIS în soluție NS4

Proba	R_s (Ω/cm^2)	CPE		R_{por} (Ω/cm^2)	C_{dl} $\mu\text{F}/\text{cm}^2$	R_{ct} (Ω/cm^2)	$10^3 x^2$
		Q (Ssn/cm^2)	n				
Initial (control)	119	$5,28 \cdot 10^{-4}$	0,682		–	633	2,33
P2	270	$1,75 \cdot 10^{-4}$	0,52	6381	$5,365 \cdot 10^{-5}$	81064	1,95

În timp ce substratul inițial prezintă o rezistență la transfer de sarcină de doar 633 Ω/cm^2 , aplicarea acoperirii ceramice Metco 136F (P2) determină o creștere semnificativă a acestui parametru până la 81064 Ω/cm^2 . Această majorare de peste 120 de ori a rezistenței demonstrează eficacitatea superioară a stratului protector în inhibarea reacțiilor electrochimice la suprafața oțelului în mediul agresiv NS4.

Valoarea mai scăzută a exponentului n pentru proba P2 (0,52 față de 0,68) sugerează o complexitate structurală mai ridicată a interfeței, determinată de porozitatea intrinsecă a stratului depus prin pulverizare termică, care conduce la o distribuție neuni-

formă a curentului în mediul NS4. Se constată, de asemenea, o scădere a parametrului Q (capacitatea sistemului) de la 5,28 (proba Initial) la $1,75 \cdot 10^{-4} \text{ Ss}^n/\text{cm}^2$ (P2). Din punct de vedere fizic, diminuarea capacității interfeței odată cu aplicarea acoperirii P2 confirmă formarea unei bariere protectoare compacte. Deoarece capacitatea este invers proporțională cu grosimea stratului dielectric, valorile mai reduse ale Q pentru proba P2 indică faptul că acoperirea Metco 136F limitează eficient zona de contact direct dintre electroliul NS4 și substratul metalic, măbind distanța de difuzie a speciilor corozive.

Parametrul R_{por} ($6381 \Omega/\text{cm}^2$) din modelul probei P2 indică formarea unei bariere fizice care restricționează accesul soluției NS4 către substrat. Valoarea acestuia este de aproape 10 ori mai mare decât rezistența corespunzătoare sistemului neprotejat.

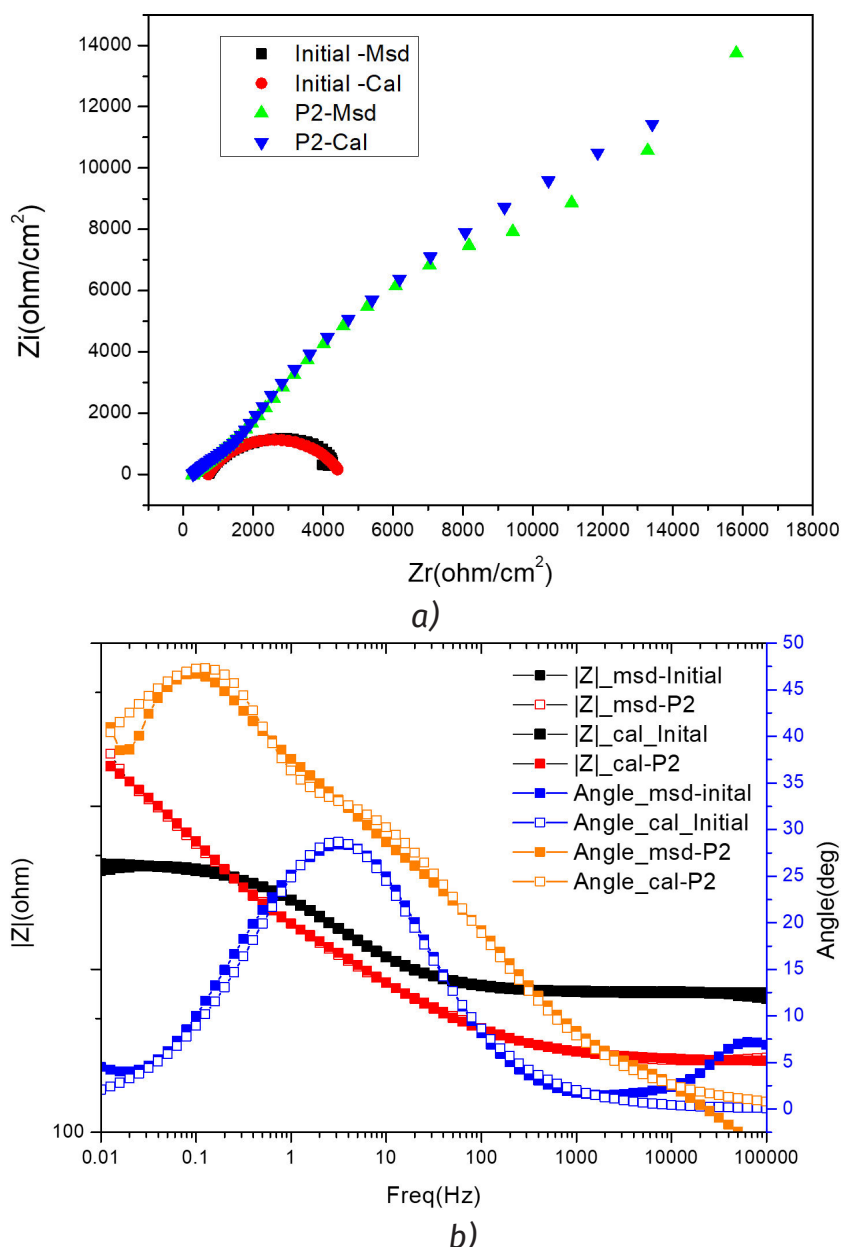


Figura 4. Rezultatele spectroscopiei de impedanță electrochimică (EIS) pentru proba martor și proba P2 în soluție NS4: a) diagrame Nyquist; b) diagrame Bode.

Rezultatele EIS sunt prezentate sub formă de diagrame Nyquist și Bode în figura 4, incluzând atât datele experimentale (Msd), cât și datele calculate prin modelarea cu circuite echivalente (Cal). Diagrama Nyquist (Figura 4a) evidențiază diferențe majore între

substratul inițial și proba acoperită P2. Proba inițială prezintă un singur arc semicircular de dimensiuni reduse, indicând o rezistență scăzută la transferul de sarcină ($R_{ct} = 633 \Omega/\text{cm}^2$). În cazul probei P2 (Metco 136F), arcul de impedanță este semnificativ mai extins, iar creșterea diametrului semicercului demonstrează capacitatea superioară de barieră a acoperirii ceramice, care inhibă puternic procesele de oxidare la suprafața metalului.

Valoarea mai scăzută a exponentului n pentru proba P2 (0,52 față de 0,68) sugerează o complexitate structurală mai ridicată a interfeței, determinată de porozitatea intrinsecă a stratului depus prin pulverizare termică, care conduce la o distribuție neuniformă a curentului în mediul NS4. Se constată, de asemenea, o scădere a parametrului Q (capacitatea sistemului) de la 5,28 (proba Initial) la $1,75 \cdot 10^{-4} \text{ Ssn}/\text{cm}^2$ (P2). Din punct de vedere fizic, diminuarea capacității interfeței odată cu aplicarea acoperirii P2 confirmă formarea unei bariere protectoare compacte. Deoarece capacitatea este invers proporțională cu grosimea stratului dielectric, valorile mai reduse ale Q pentru proba P2 indică faptul că acoperirea Metco 136F limitează eficient zona de contact direct dintre electrolitul NS4 și substratul metalic, măbind distanța de difuzie a speciilor corozive.

Parametrul R_{por} ($6381 \Omega/\text{cm}^2$) din modelul probei P2 indică formarea unei bariere fizice care restricționează accesul soluției NS4 către substrat. Valoarea acestuia este de aproape 10 ori mai mare decât rezistența corespunzătoare sistemului neprotejat.

Rezultatele EIS sunt prezentate sub formă de diagrame Nyquist și Bode în figura 4, incluzând atât datele experimentale (Msd), cât și datele calculate prin modelarea cu circuite echivalente (Cal). Diagrama Nyquist (Figura 4a) evidențiază diferențe majore între substratul inițial și proba acoperită P2. Proba inițială prezintă un singur arc semicircular de dimensiuni reduse, indicând o rezistență scăzută la transferul de sarcină ($R_{ct} = 633 \Omega/\text{cm}^2$). În cazul probei P2 (Metco 136F), arcul de impedanță este semnificativ mai extins, iar creșterea diametrului semicercului demonstrează capacitatea superioară de barieră a acoperirii ceramice, care inhibă puternic procesele de oxidare la suprafața metalului.

Diagramele Bode (Figura 4b) oferă informații suplimentare privind stabilitatea sistemului în funcție de frecvență. În domeniul frecvențelor joase (0,01 Hz), valoarea $|Z|$ pentru proba P2 este cu aproximativ două ordine de mărime mai mare decât cea a probei martor. O valoare ridicată a impedanței la frecvențe joase este un indicator direct al unei rezistențe ridicate la coroziune.

Proba inițială prezintă un singur maxim al unghiului de fază la aproximativ $25-30^\circ$, caracteristic unei singure constante de timp asociate stratului dublu electric. Proba P2 prezintă un profil mai larg al unghiului de fază, cu valori maxime apropiate de 50° pe un interval extins de frecvențe. Lărgirea acestui maxim sugerează prezența a două constante de timp suprapuse: una asociată capacității acoperirii (CPE-coat) și cealaltă proceselor de la baza porilor ($R_{ct} - Cdl$). Acest comportament confirmă faptul că acoperirea Metco 136F nu acționează doar ca o barieră fizică, ci modifică semnificativ cinetica proceselor de coroziune la interfața cu oțelul, asigurând o protecție stabilă în mediul NS4.

Diferențele de comportament pot fi explicate prin natura chimică a materialelor pulverizate: proba P2 (Metco 136F) este o acoperire pe bază de oxizi (Cr/Si/Ti), caracterizați prin stabilitate chimică ridicată și proprietăți dielectrice, ceea ce conferă o rezistență de barieră superioară.

Proba P1 (Metco 71NS), deși conține carburi, are o matrice metalică pe bază de cobalt, mai susceptibilă la atac localizat în prezența ionilor din NS4. Proba P3 (Metco 45C-NS), un aliaj complex Co-Cr-Ni-W-C, prezintă performanțe mai reduse, posibil din cauza unei porozități mai ridicate sau a unei activități electrochimice crescute a componentelor metalice în acest mediu.

Caracterizarea morfologică a suprafețelor, realizată prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) după testele electrochimice în soluție NS4, este prezentată în figurile 5–8, oferind dovezi vizuale relevante privind mecanismele de degradare ale substratului martor și integritatea structurală a acoperirilor P1, P2 și P3.

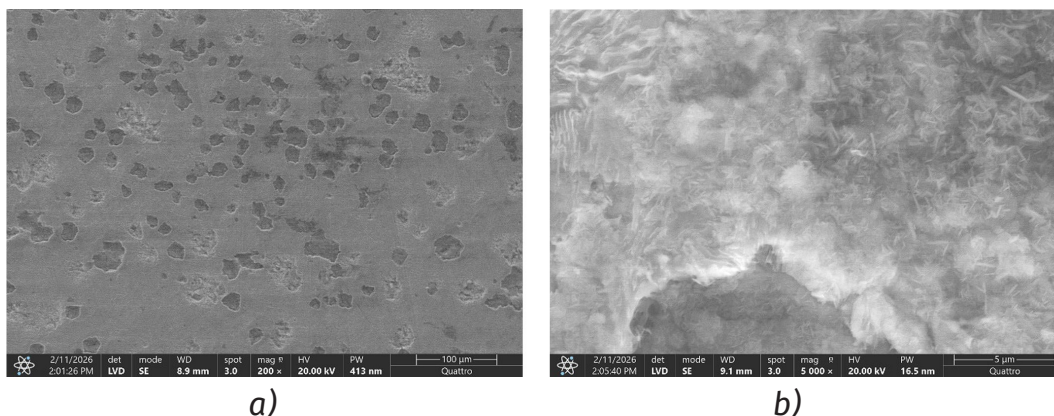


Figura 5. Micrografii SEM ale suprafeței probei martor (Initial) după testele de coroziune în soluție NS4: a) imagine de ansamblu la magnificația de 200x cu evidențierea atacului coroziv; b) detaliu al micro-morfologiei suprafeței și a produselor de coroziune la magnificația de 5000x

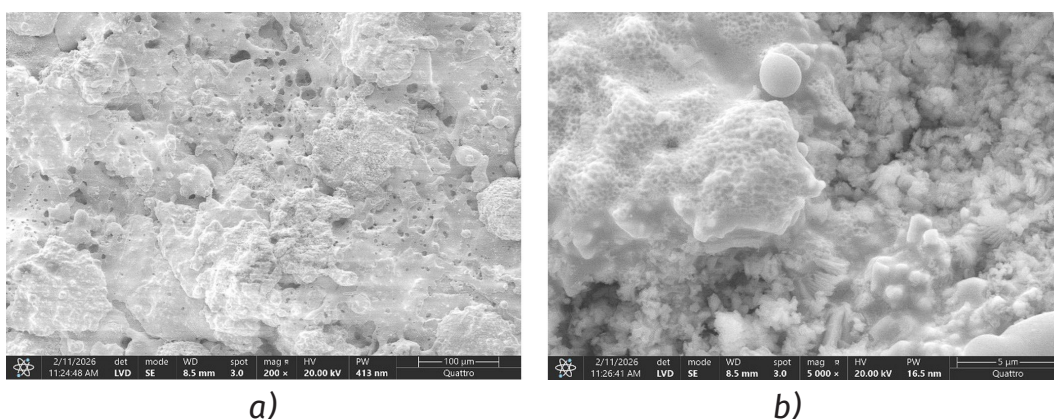


Figura 6. Micrografii SEM ale suprafeței acoperirii P1 (Metco 71NS) după expunerea la soluția corozivă NS4: a) la magnificația de 200x, prezentând o bună integritate structurală a stratului depus; b) detaliu la 5000x

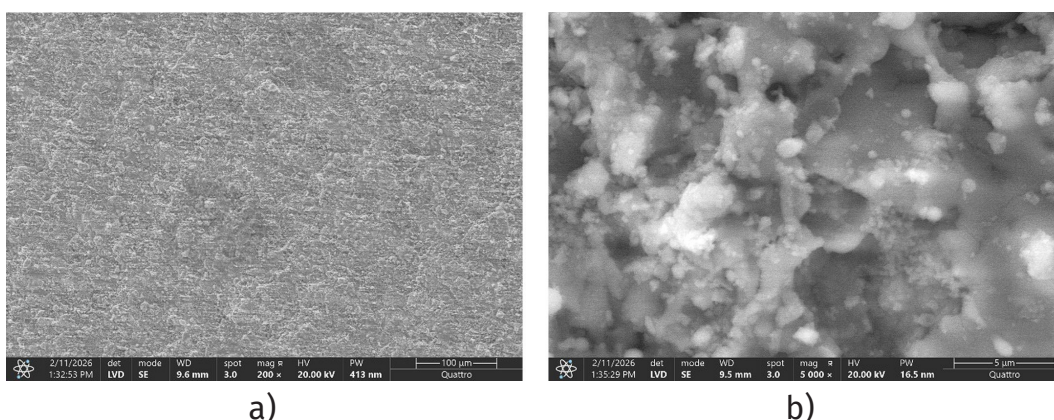


Figura 7. Micrografii SEM ale suprafeței acoperirii P2 (Metco 136F) după testele electrochimice în mediu NS4: a) vedere de ansamblu la 200x, ilustrând o suprafață foarte compactă și omogenă; b) imagine la 5000x, evidențiind natura densă și ceramică a stratului protector

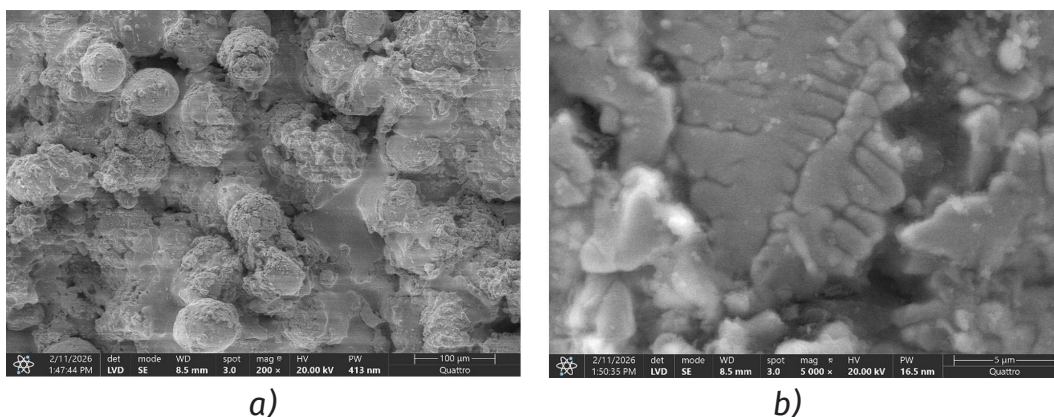


Figura 8. Micrografii SEM ale suprafeței acoperirii P3 (Metco 45C-NS) după coroziune în soluție NS4: a) la 200x, evidențiind zone de atac coroziv preferențial la nivelul micro-defectelor; b) detaliu la 5000x, prezentând porozitatea stratului și degradarea matricei metalice

Micrografiile pentru proba Initial (substratul martor) evidențiază un atac coroziv sever, caracterizat prin formarea unor produse de coroziune cu morfologie neregulată și puternic poroasă la magnificația de 5000x. Această structură slab aderentă nu poate asigura o barieră pasivă eficientă, ceea ce explică viteza ridicată de coroziune de 339,77 $\mu\text{m}/\text{an}$ și valoarea redusă a rezistenței la transfer de sarcină de numai 633 Ω/cm^2 , obținută prin modelarea datelor de impedanță.

În contrast, acoperirea P2 (Metco 136F) prezintă cea mai mare stabilitate morfologică, menținând o suprafață compactă, omogenă și fără defecte majore vizibile chiar și după testele de polarizare anodică. Această compactitate structurală corelează direct cu valorile ridicate ale rezistenței la transfer de sarcină. Natura ceramică a oxizilor din compoziția probei P2 acționează ca o barieră dielectrică eficientă, limitând semnificativ difuzia speciilor corozive către substrat și determinând reducerea vitezei de coroziune la 41,076 $\mu\text{m}/\text{an}$.

Proba P1 (Metco 71NS) prezintă o stabilitate bună a matricei metalice în care sunt ancorate carburile de wolfram, ceea ce explică absența buclelor de histerezis pozitive în diagramele de polarizare ciclică. Totuși, micrografiile SEM pentru proba P3 (Metco 45C-NS) indică o degradare localizată mai pronunțată la nivelul micro-defectelor stratului, confirmând performanța sa protectoare mai redusă. Porozitatea vizibilă a acoperirii P3 a favorizat infiltrarea electrolitului NS4.

CONCLUZII

Studiul a evaluat performanța anticorozivă a trei acoperiri depuse prin pulverizare termică pe substrat de oțel hipoeutectoid aliat, provenit din discuri de grapă agricolă, în soluție de sol simulat NS4. Toate acoperirile investigate au îmbunătățit rezistența la coroziune a substratului, însă acoperirea P2 (Metco 136F) a demonstrat performanța cea mai înaltă. Aceasta a redus viteza de coroziune de la 339,77 $\mu\text{m}/\text{an}$ (oțel inițial) la 41,076 $\mu\text{m}/\text{an}$, reprezentând o diminuare de peste 8 ori.

Rezultatele Tafel indică o deplasare a potențialului de coroziune către valori mai nobile pentru toate probele acoperite. Proba P2 a prezentat cea mai scăzută densitate a curentului de coroziune (3,566 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$) și cea mai mare rezistență la polarizare (5680 Ω/cm^2), confirmând stabilitatea sa chimică superioară în mediul NS4.

Analiza prin spectroscopie de impedanță electrochimică a confirmat rolul de barieră dielectrică al acoperirii P2. Modelarea prin circuite echivalente a evidențiat o creștere a rezistenței la transfer de sarcină (R_{ct}) de la 633 Ω/cm^2 (proba martor) la 81.060 Ω/cm^2 (proba P2), demonstrând o inhibare eficientă a proceselor electrochimice la interfața metal-electrolit.

Acoperirea ceramică pe bază de oxizi de crom, siliciu și titan (Metco 136F) este recomandată pentru protecția structurilor din oțel expuse în medii de sol, datorită structurii sale dense și rezistenței anticorozive superioare.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului bilateral România–Republica Moldova PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0108 (13 ROMD–2024), finanțat de UEFISCDI România, intitulat „Cercetări asupra îmbunătățirii durabilității grapelor cu discuri prin acoperiri termice în jet de plasmă”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BARD, A. and L. FAULKNER (2001). *Electrochemical methods. Fundamentals and applications*. 2nd edition. New York: JOHN WILEY & SONS, Inc., 833 p. ISBN 0-471-04372-9. Disponibil: https://www.academia.edu/15060550/Allen_J_Bard_Larry_R_Faulkner
2. HINDERLITER, B.; S. CROLL; D. TALLMAN; Q. SU and G. BIERWAGEN (2006). Interpretation of EIS data from accelerated exposure of coated metals based on modeling of coating physical properties. *Electrochimica Acta*, vol. 51(21), pp. 4505–4515. ISSN 0013-4686. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013468606000193?via%3Dihub>
3. MELNIC, Iu. (2016). Studiul teoretic al organelor de lucru de tip cuțit-disc ale mașinilor agricole. *Știința agricolă*, nr. 2, pp. 83–87. ISSN 1857-0003, eISSN 2587-3202. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/23797/IAS-2016-N2-p83-87.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. MUNTEANU, C.; Iu. MELNIC; B. ISTRATE; M. HARDIMAN; L. GAIGINSCHI et al. (2025). A Comprehensive Review of Improving the Durability Properties of Agricultural Harrow Discs by Atmospheric Plasma Spraying (APS). *Coatings*, vol. 15(6). ISSN 2079-6412. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/coatings15060632>
5. MUNTEANU, C.; Iu. MELNIC; V. ARSENOAIA; B. ISTRATE; F. LUPU et al. (2026). Wear Performance of Agricultural Harrow Discs Coated by Plasma-Jet Thermal Deposition. *Machines. Technologies. Materials. International Journal for Science, Technics and Innovations for the Industry*, vol. 20(3), pp. 81–84. ISSN 1314-507X. Disponibil: <https://stumejournals.com/journals/mtm/2026/3/81>
6. PAPA VINASAM, S. (2008). Electrochemical polarization techniques for corrosion monitoring. Chapter 3. In: L. Yang (ed.), *Techniques for Corrosion Monitoring*. Woodhead Publishing, pp. 49–85. ISBN 9781845691875. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9781845691875500030?via%3Dihub>
7. RANI, A.; T. SINGH; J. SINGH; V. PATEL and M. CHOUDHARY (2022). Abrasive wear behavior of EN42 steel used in agricultural discs in field conditions. *Engineering Failure Analysis*, vol. 142. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106789>
8. RUIZ, A.; H. HERNÁNDEZ; J. HERNÁNDEZ; R. OROZCO-CRUZ; A. RUIZ et al. (2020). Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS): A Review Study of Basic Aspects of the Corrosion Mechanism Applied to Steels. *Electrochemical impedance spectroscopy*. DOI 10.5772/intechopen.94470.
9. VIDAKOVIĆ, I.; G. PAČAREK; D. RADOCAJ and I. ANDRIĆ (2026). Corrosion on Parts of Agricultural Machinery. *Engineering Proceedings*, vol. 125(1). ISSN 2673-4591. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/engproc2026125003>
10. XUE, H. and Y. CHENG (2010). Electrochemical corrosion behavior of X80 pipeline steel in a near-neutral pH solution. *Materials and Corrosion*, vol. 61(9), pp. 756–761. DOI 10.1002/maco.200905430.

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 05.04.2026; Accepted 15.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.09>

UDC: 621.311.1-192



APRECIEREA FIABILITĂȚII SISTEMELOR ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE RURALE

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,

Vasile POSTICA, ORCID: 0009-0009-4220-9754,

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 an assessment of the reliability of rural electrical distribution systems with complex structures and sector-specific configurations. Systematic investigations were conducted to evaluate the reliability and performance of rural electrical distribution systems at different voltage levels in the Republic of Moldova. The main objective of the study was to characterize the failure parameters recorded in networks with complex configurations and varying line lengths, determined by the action of different influencing factors. This methodological approach enabled the identification of solutions and the prioritization of factors affecting the continuity of electricity supply to rural consumers, as well as the systematization of operational stages involved in the reliability assessment of the investigated systems. The results obtained provide support for the optimization of design, operation, and maintenance of electrical systems at different voltage levels, featuring complex configurations and varying distribution line lengths.

Keywords: *Reliability; Electrical systems; Distribution systems; Power lines; Electric voltage; Maintenance; Rural areas.*

Rezumat. În această lucrare este prezentată o apreciere a fiabilității sistemelor electrice de distribuție rurale cu structură complexă și configurație specifică sectorului. Au fost realizate cercetări sistematice privind fiabilitatea și performanța sistemelor electrice de distribuție rurale la diferite niveluri de tensiune în Republica Moldova. Obiectivul principal al studiului a constat în caracterizarea parametrilor refuzurilor înregistrate în rețelele cu configurații complexe și diferite lungimi, determinate de acțiunea diversilor factori. Abordarea metodologică aplicată a permis identificarea soluțiilor și ierarhizarea factorilor determinanți ai continuității alimentării cu energie electrică a consumatorilor rurali, precum și sistematizarea etapelor operaționale implicate în evaluarea fiabilității sistemelor investigate. Rezultatele obținute în baza cercetărilor efectuate oferă suport pentru optimizarea proiectării, exploatării și mentenanței sistemelor electrice de distribuție la diferite niveluri de tensiune, caracterizate prin configurații complexe și lungimi variabile ale liniilor de distribuție.

Cuvinte-cheie: *Fiabilitate; Sisteme electrice; Sisteme de distribuție; Linii electrice; Tensiune electrică; Mentenanță; Zone rurale.*

INTRODUCERE

În conformitate cu particularitățile specifice sistemelor electrice de distribuție rurale, criteriile și metodele de apreciere a indicatorilor de fiabilitate a elementelor și sistemelor de distribuție pot fi divizate în mai multe categorii, fiecare având avantaje și dezavantaje proprii (Mokred & Wang, 2024; Polkovskaya & Yakupova, 2020; Rivas-Dávalos et al., 2025; Popescu et al., 2024).

În prima categorie pot fi incluse metodele analitice de calcul al fiabilității, care au la bază evenimente aleatorii și iau în considerare probabilitatea de apariție a acestora, respectiv situațiile de avarie inevitabile și susceptibile să apară în orice moment. Aceste evenimente sunt tratate ca fenomene aleatorii, iar metodele de calcul respective se aplică, în special, la determinarea indicatorilor de securitate ai sistemelor de distribuție (Ilyushin et al. 2022; Morar et al., 2009; Popescu et al., 2016).

În cea de-a doua categorie se includ metodele analitice de apreciere a fiabilității sistemului la nivelul proceselor cu caracter determinist. La baza acestor metode se află ipoteza caracterului determinist al fluxului de refuzuri ale elementelor componente ale sistemului. Metodele respective sunt utilizate la aprecierea mai multor indicatori de fiabilitate ai sistemelor de distribuție (Paiva et al., 2020; Popescu et al., 2023).

Cea de-a treia categorie este reprezentată de metodele de apreciere a indicatorilor de fiabilitate bazate pe modelarea statistică. Această modelare are la bază analiza proceselor cu caracter aleatoriu și permite determinarea diferitor indicatori de fiabilitate, precum și obținerea distribuțiilor statistice ale acestora, oferind o caracteristică informațională complexă privind fiabilitatea elementelor componente și a sistemului în ansamblu (Mohanty et al. 2024; Popescu, 2016).

A patra categorie include metodele de apreciere a fiabilității care iau în considerare anumite deviații în procesul de funcționare a sistemelor de distribuție (Popescu, 2019). Aceste metode se diferențiază de cele tradiționale prin faptul că iau în considerare apariția unor deviații legate de securitatea statică și dinamică a sistemului. Ca urmare, determinarea indicatorilor de fiabilitate prin intermediul acestor metode are un caracter specific, care diferențiază procesele analizate de cele clasice. Particularitatea acestora constă în posibilitatea apariției unor dereglări ale stabilității sistemului (Paul et al., 2024; Esposito et al., 2020; Popescu et al., 2023).

Procedeele de apreciere a indicatorilor de fiabilitate au constituit baza calculelor analitice privind fiabilitatea elementelor sistemelor de distribuție. Conform acestor procedee, poate fi determinată fiabilitatea elementelor componente, însă analiza completă a fiabilității nodurilor sistemului în ansamblu nu poate fi realizată integral. În plus, metodele analizate nu oferă soluții suficiente pentru determinarea indicatorilor de fiabilitate ai sistemelor rurale, iar unele formule utilizate pentru calculul indicilor sunt simplificate sau incomplete.

În conformitate cu metodele existente de calcul analitic al fiabilității sistemelor, prezentate în literatura de specialitate, se poate constata că autorii acestor lucrări propun aprecierea fiabilității instalațiilor de distribuție și a nodurilor sistemului care dispun de diverse scheme de conexiune, în funcție de configurația schemei și de evaluarea cantitativă a probabilității de apariție a regimurilor de avarie.

Cu toate acestea, pentru sistemele de distribuție rurale este necesară implementarea unor metode care să țină cont de graful structural al sistemelor și de configurația liniilor de distribuție, caracteristici care diferă semnificativ de cele ale altor sisteme de distribuție.

Reieșind din cele menționate, în lucrarea de față este prezentată o metodă de apreciere a fiabilității sistemelor electrice de distribuție rurale, care ia în considerare particularitățile specifice ale acestora și, în special, structura grafului de calcul.

MATERIALE ȘI METODE

Au fost efectuate cercetări sistematice privind fiabilitatea și performanța sistemelor electrice de distribuție rurală la diferite niveluri de tensiune în Republica Moldova. Obiectivul principal al studiului a constat în caracterizarea parametrilor defectiunilor (refuzurilor) înregistrate în rețelele analizate, determinate de acțiunea unor factori aleatori de influență, atât interni, cât și externi sistemului electroenergetic.

Această abordare metodologică a permis identificarea soluțiilor și ierarhizarea factorilor determinanți ai continuității alimentării cu energie electrică, precum și sistematizarea etapelor operaționale implicate în evaluarea fiabilității sistemelor investigate.

Aprecierea indicatorilor specifici a fost realizată conform metodologiilor standardizate de prelucrare și calcul, utilizând un cadru teoretico-aplicativ complex, care a inclus: teoria grafurilor și reprezentarea matricială a structurilor de rețea, teoria probabilităților, metode de analiză statistică, prelucrarea datelor experimentale privind defectiunile, teoria fiabilității, analiza ecuațiilor liniare și neliniare, modelarea matematică și simulările asistate de tehnica de calcul.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru realizarea analizei fiabilității structurale a schemelor electrice ale sistemelor de distribuție este necesară utilizarea schemelor de alimentare care includ toate elementele componente, indiferent de starea acestora (conectate sau deconectate).

Toate elementele schemei analizate, precum și elementele componente ale sistemului de distribuție (rețele electrice, transformatoare de forță, separatoare, întrerupătoare etc.), trebuie divizate în două mulțimi:

- ♦ Prima mulțime este constituită din nodurile electrice;
- ♦ A doua mulțime este constituită din corzile electrice.

În calitate de noduri electrice sunt considerate nodurile fizice de conexiune ale mai multor elemente componente (sistemele de bare ale stațiilor de transformare, rețelele electrice, transformatoarele de forță), respectiv acele noduri în care fluxurile de putere pot fi distribuite în trei sau mai multe direcții, fiind conectate cel puțin trei corzi.

Având în vedere faptul că indicatorii de fiabilitate se determină concomitent în raport cu mai multe noduri de sarcină (mai multe secții ale sistemului de bare), aceste noduri electrice se unesc într-un nod comun de sarcină, ai cărui indicatori de fiabilitate sunt considerați nuli. Pentru un asemenea nod electric comun, probabilitatea de refuz (p_k) și fluxul de refuz al nodului respectiv sunt nuli (0).

Totodată, schema electrică principală a sistemului analizat se echivalează preventiv, iar unele elemente componente sunt înlocuite cu valori echivalente. Principiile de evidențiere a nodurilor și corzilor corespunzătoare se mențin neschimbate.

Mulțimea elementelor schemei electrice a sistemului de distribuție și a corzilor de conexiune dintre acestea formează graful schemei respective. Muchiile grafului reprezintă corzile, iar nodurilor schemei sistemului le corespund vârfurile grafului (nodurile grafului).

Fiabilitatea nodurilor grafului (elementele componente și echipamentele de comutație) din schema de bază a sistemului de distribuție sau din schema echivalentă se determină pornind de la schema structurală principală a elementelor componente, echivalentă procesului real de funcționare a sistemului analizat.

În schema grafului structural de calcul, pe lângă vârfurile grafului (nodurile de graf), există un vârf distinct, creat de sursele de generare ale sistemului real analizat, denumit, de regulă, vârf generare.

Dacă probabilitatea de funcționare fără refuz a sursei de alimentare a sistemului de distribuție este diferită de unitate, atunci influența acesteia este luată în considerare prin introducerea în schema analizată a unui element independent de fiabilitate.

Analiza structurii schemelor compuse, în urma căreia sunt evidențiate secțiunile monoelementare și bielementare în raport cu nodurile de sarcină (receptori), reprezintă formal o metodă de decompoziție a schemei principale de bază. Prin această abordare, din schema principală integrală prezentată se evidențiază doar acea parte în care defectarea unuia sau a două elemente componente conduce la deconectarea completă a nodului consumatorului (receptorului), reprezentat prin nodul (f) în schema analizată.

Graful structural rezultat al sistemului în așa caz va avea forma prezentată în figura 1.

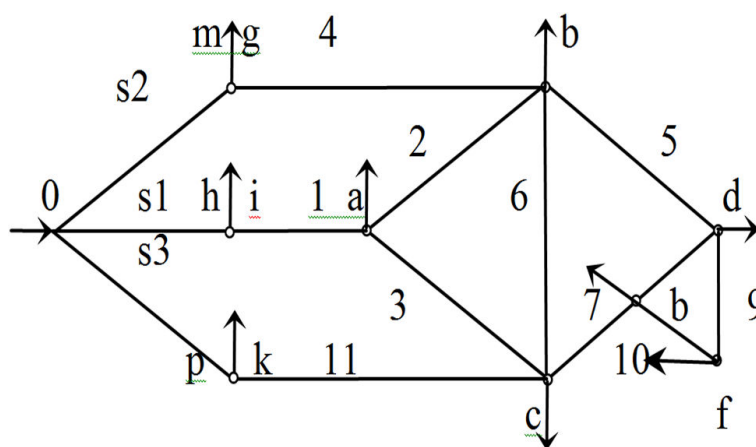


Figura 1. Graful sistemului de distribuție

Prin utilizarea particularităților de întretăiere a căilor independente, care permit determinarea secțiunilor respective, precum și a proprietăților de bază ale sistemului, poate fi elaborat un algoritm pentru identificarea secțiunilor minime. Probabilitatea refuzului simultan al două sau mai multe elemente independente în cazul schemelor sistemelor compuse este, practic, foarte redusă. Din acest motiv, pentru determinarea secțiunilor minime alcătuite din monoelemente sau bielemente poate fi elaborată o procedură algoritmică specifică.

O asemenea procedură poate fi utilizată pentru aprecierea fiabilității sistemelor care conțin câteva mii de elemente componente. Pentru astfel de scheme ale sistemelor de distribuție, secțiunile respective se formează atât din ramurile cât și din nodurile sistemului real analizat.

Asemenea scheme echivalente se construiesc în baza particularităților specifice ale schemelor complexe ale sistemelor de distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor rurali. Astfel, numărul căilor (grafurilor) independente dintre sursele de alimentare (s) și nodurile consumatorilor (receptori) nu depășește valoarea maximă a ordinului muchiilor incidente în fiecare vârf al grafului de calcul.

Reieșind din cele menționate, se poate constata că secțiunile monoelementare ale sistemelor de distribuție pot fi determinate prin intersecția a două căi (grafuri) independente.

Secțiunile sistemelor rurale alcătuite din două elemente pot fi determinate prin intersecția a trei căi (grafuri) independente. Totodată, secțiunile sistemului alcătuite din trei elemente pot fi determinate prin intersecția a patru căi (grafuri) independente.

Fiecare cale (graf) independentă se determină prin excluderea, în măsura posibilității maxime, a elementelor componente ale căilor (grafurilor) identificate anterior. În majoritatea cazurilor, numărul elementelor componente ale grafului minim dintre sursa de alimentare (s) și consumatorul rural (c) constituie doar câteva zeci.

Prin excluderea consecutivă a combinațiilor de elemente dependente din grafurile de ordinul întâi, al doilea, al treilea și al patrulea și prin verificarea integrității schemei respective pot fi determinate toate secțiunile minime posibile alcătuite din monoelemente și bielemente.

Principiul verificării integrității schemelor sistemelor de distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor rurali constă, în esență, în determinarea existenței unei căi (graf) funcționale între sursa de alimentare (s) și nodul de sarcină (receptor), care asigură conexiunea dintre acestea.

În schemele principale complexe ale sistemelor de distribuție și alimentare a consumatorilor, caracterizate prin existența mai multor interconexiuni între sursele de alimentare (s) și nodurile de sarcină (receptori), verificarea integrității schemei nu conduce, practic, la creșterea semnificativă a timpului de calcul în cazul excluderii succesive a unor elemente componente, comparativ cu schemele simple de interconexiune. Pentru analiza schemelor complexe pot fi propuse două metode distincte de determinare a secțiunilor alcătuite din monoelemente sau din două elemente, bazate pe particularitățile expuse anterior.

Secțiunea minimă a grafului schemei, raportată la nodul de sarcină (receptor), reprezintă mulțimea minimă de elemente ale schemei, a căror defectare conduce la refuzul sistemului în raport cu nodul analizat, respectiv la întreruperea alimentării cu energie electrică a acestui nod.

În schemele cu conexiune serie a elementelor componente există doar un singur graf, alcătuit din mulțimea de elemente componente 1, 2, 3...n și n secțiuni practic independente (1); (2), (3), ... (n).

Între secțiunile și grafurile schemei analizate există o corelație determinată. Dacă sunt cunoscute structura și componența grafului respectiv, pot fi determinate structura și componența secțiunilor corespunzătoare și invers.

Pentru schemele cu conexiune în serie ale sistemelor de distribuție, toate secțiunile și grafurile schemei respective pot fi reprezentate sub forma unor matrice ale secțiunilor (S) și grafurilor (G), ale căror coloane corespund numărului elementelor componente (n), iar rândurile corespund secțiunilor, respectiv grafurilor schemei analizate.

Dacă elementul (K) este inclus în secțiunea (j), atunci la intersecția coloanei (K) cu rândul (j) al matricei respective se înscrie valoarea 1, iar în cazul în care elementul lipsește din secțiune se înscrie valoarea 0.

Matricea secțiunilor sistemului de distribuție, pentru cazul analizat, are forma prezentată mai jos:

$$C = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & \dots & i & \dots & j & \dots & k \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_i \\ \vdots \\ C_j \\ \vdots \\ C_k \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Matricea grafului sistemului de distribuție se va determina conform relației:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & i & \dots & j & \dots & k \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & \dots & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Pentru sistemele ce dispun de conexiune paralelă a elementelor componente matricea secțiunilor se va prezenta astfel:

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & i & \dots & j & \dots & k \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & \dots & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Matricea grafului pentru un asemenea sistem se va prezenta în felul următor:

$$G = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & \dots & i & \dots & j & \dots & k \end{matrix} \\ \begin{matrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ G_i \\ \vdots \\ G_j \\ \vdots \\ G_k \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 \\ - & - & - & - & - & - & - & - & - \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (4)$$

Din analiza matricelor prezentate deducem:

- dacă elementul analizat participă concomitent în componența tuturor grafurilor, atunci acesta formează o secțiune monoelementară (orice element i inclus în componența grafului respectiv determină secțiunea i);
- dacă elementul respectiv intră în componența tuturor secțiunilor, atunci acesta formează un graf.

Pornind de la aceste particularități, se poate constata posibilitatea deducerii legii transformărilor echivalente de la secțiuni la coardele echivalente și invers.

CONCLUZII

În baza studiului realizat se poate evidenția faptul că secțiunile schemelor sistemelor de distribuție rurale pot fi clasificate în monoelementare și bielementare, în funcție de numărul elementelor comune rezultate în urma intersecției grafurilor schemei.

O secțiune monoelementară se formează atunci când toate grafurile independente intersectează un singur element, iar o secțiune bielementară apare în cazul în care intersecția acestora include două elemente. Determinarea secțiunilor se realizează pe baza grafurilor reale ale schemei analizate, și nu pe baza unor grafuri aleatorii, ceea ce asigură o apreciere mai exactă a structurii sistemului.

Analiza grafurilor independente permite identificarea elementelor și structurilor critice ale sistemelor de distribuție, constituind baza pentru evaluarea fiabilității acestora. Abordarea metodologică elaborată a permis sistematizarea etapelor operaționale de apreciere a fiabilității sistemelor investigate și identificarea unor soluții aplicabile pentru optimizarea proiectării, exploatarei și mentenanței sistemelor electrice de distribuție rurale cu configurație complexă și lungimi variabile ale liniilor de distribuție.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ILYUSHIN, P.; S. FILIPPOV; A. KULIKOV; K. SUSLOV & D. KARAMOV (2022). Specific Features of Operation of Distributed Generation Facilities Based on Gas Reciprocating Units in Internal Power Systems of Industrial Entities. *Machines*, vol. 10, p. 693. <https://doi.org/10.3390/machines10080693>
2. MOHANTY, A.; A. RAMASAMY; R. VERAYIAH; S. BASTIA; S. DASH et al. (2024). Power system resilience and strategies for a sustainable infrastructure: A review. *Alexandria Engineering Journal*, nr 105, pp. 261–279. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.06.092>
3. MOKRED, S. & Y. WANG (2024). Voltage stability assessment and contingency ranking in power systems based on a modern stability assessment index. *Results in Engineering*, vol. 23. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102548>
4. MORAR, D.; B. D. GUZUN; C. MUCICHESCU and I. RODEAN (2009). Operational Reliability in Transmission Power Grid. *Analele Universității din Oradea. Fascicula de Energetică*, vol. 15.
5. 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>
6. PAUL, S.K.; A. MOHAPATRA & D.C. DAS (2024). Robust network topology for unbalanced active distribution networks with uncertain injections. *IET Energy Systems Integration*, nr 6(S1), pp. 828–844. <https://doi.org/10.1049/esi2.12172>
7. POLKOVSKAYA, M. & M. YAKUPOVA (2020). Mathematical Modeling of the Causes of Failure of Elements of the Urban Electrical Network (10 kV). *International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. Russia. pp. 1–6. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271114
8. POPESCU, V. (2016). Système fiable pour la transformation des produits d'origine agricole. *Intellectus*, nr. 1, pp. 94–97. ISSN 1810-7079.
9. 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>
10. POPESCU, V.; I. VIȘANU; T. BALAN; N. ȚISLINSKAIA; M. MELENCIUC & I. KURDOV (2024). Criterii de evaluare a nivelului fiabilității sistemelor de alimentare cu energie a întreprinderilor de procesare a produselor agricole. In: Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Cahul, vol. 11, partea 1, pp. 370–375.
11. 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>
12. RIVAS-DÁVALOS, F.; J.A. MARTÍNEZ-MENDOZA & E.A. MARTÍNEZ-CESEÑA (2025). The effects of load demand uncertainty on cascading overload failures in power systems. *Electrical Engineering*, nr. 107, pp. 4553–4566. Disponibil: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00202-024-02781-2>

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 03.04.2026; Accepted 02.06.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.10>

UDC: 636.4.082.2



AMELIORAREA CAPACITĂȚILOR DE CREȘTERE ȘI ÎNGRĂȘARE PRIN UTILIZAREA RASELOR PERFORMANTE DE PORCINE

Ilie ROTARU*, ORCID: 0000-0002-2452-0479,

Ivan CERNEV, ORCID: 0000-0002-1294-3204

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Ilie ROTARU – e-mail: ilie.rotaru@mpasa.utm.md

Abstract. The article presents the results of research demonstrating the influence of meat breeds on the reproduction and growth process of hybrids in different age periods. Differences were found regarding the productive capacities of sows and young pigs based on the use of meat breeds and hybrid boars in different combinations of genotypes. The prolificacy of sows was within the limits of over ten piglets, and the mass of a piglet at birth exceeded 1,5 kg in all experimental groups. Up to the age of 21 days, the weight of an individual from the first group was higher. In the following age periods, the rate of body mass accumulation intensifies in hybrids reproduced using the Duroc breed and hybrid boars. Thus, the mass of a piglet reached higher values compared to the young pigs from the first group in the following periods of growth and development. It was established that pig production depends on the ability to combine lines from the Pietrain, Duroc breeds, as well as hybrid boars that form the quality of carcasses and meat. According to the tests carried out, it was established that the differences in the mass of ham and the layer of bacon on the back between pig hybrids were 0,9 kg and 1,6 mm. Experimental data confirm the ability to use purebred and hybrid boars for the production of carcasses according to the requirements in force for processing and fresh consumption.

Keywords: *Swine; Cross-breeding; Hybridization; Reproduction; Meat production; Carcass composition; Hams; Body weight.*

Rezumat. În articol sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind influența raselor de carne asupra procesului de reproducție și creștere a hibrizilor în diferite perioade de vârstă. Au fost constatate diferențe privind capacitățile productive ale scroafelor și tineretului suin, în funcție de utilizarea raselor de carne și a vierilor hibrizi în diferite combinații de genotipuri. Prolificitatea scroafelor a depășit zece purcei, iar masa unui purcel la naștere a fost mai mare de 1,5 kg în toate loturile experimentale. Până la vârsta de 21 de zile, greutatea unui individ din primul lot experimental a fost superioară. În perioadele ulterioare de vârstă, viteza de acumulare a masei corporale s-a intensificat la hibrizii obținuți prin utilizarea rasei Duroc și a vierilor hibrizi. Astfel, masa unui purcel a atins valori superioare comparativ cu tineretul suin din primul lot în etapele ulterioare de creștere și dezvoltare. S-a stabilit că productivitatea suinelor depinde de capacitatea de combinare a liniilor din rasele Pietrain și Duroc, precum și a vierilor hibrizi, care determină calitatea carcaselor și a cărnii. Conform testărilor efectuate, diferențele privind masa jambonului și grosimea stratului de slănină la nivelul spinării între hibrizii de suine au constituit 0,9 kg și, respectiv, 1,6 mm. Datele experimentale confirmă capacitatea utilizării vierilor de rasă pură și a celor hibrizi pentru producerea carcaselor în funcție de cerințele actuale de procesare și de consum în stare proaspătă.

Cuvinte-cheie: *Porcine; Încrucișare; Hibridare; Reproducție; Producție de carne; Compoziția carcasei; Jambon; Greutate corporală.*

INTRODUCERE

Creșterea eficienței producției de carne de porc și îmbunătățirea calității carcaseilor reprezintă obiective prioritare ale programelor moderne de ameliorare genetică și ale sistemelor intensive de producție (Хекпаков et al., 2023). Interesul pentru aceste aspecte este determinat atât de cererea în continuă creștere pentru carne de porc, cât și de exigențele consumatorilor privind obținerea unor produse cu un conținut redus de grăsime, un randament ridicat de carne macră și proprietăți senzoriale superioare (Rotaru et al., 2023; Wilson et al., 2020). Particularitatea biologică a porcinelor de a depune grăsimea predominant sub formă de strat subcutanat conduce, odată cu înaintarea în vârstă și creșterea masei corporale, la intensificarea procesului de îngrășare, fapt ce poate diminua calitatea carcasei și eficiența economică a producției.

În aceste condiții, utilizarea genotipurilor performante obținute prin încrucișarea raselor specializate pentru producția de carne constituie una dintre cele mai eficiente metode de valorificare a potențialului genetic. Hibridarea permite combinarea caracterelor favorabile ale raselor parentale, valorificarea efectului de heterozis și obținerea unor descendenți caracterizați prin ritm rapid de creștere, conversie eficientă a furajelor, dezvoltare musculară accentuată și depunere redusă a grăsimii dorsale. Ca urmare, perioada de îngrășare poate fi redusă, iar productivitatea și rentabilitatea exploatațiilor pot fi îmbunătățite (Белоуц et al., 2024).

Programele moderne de ameliorare genetică urmăresc dezvoltarea unor scheme de hibridare adaptate cerințelor actuale ale industriei cărnii, prin utilizarea raselor specializate pentru obținerea unor carcase cu un conținut ridicat de carne macră și caracteristici tehnologice și organoleptice superioare (Rotaru et al., 2022; Белоуц et al., 2023). Dintre rasele utilizate pe scară largă în sistemele comerciale de producție, Duroc și Pietrain ocupă un loc important datorită complementarității însușirilor productive.

Rasa Duroc este apreciată pentru robustețea sa, ritmul rapid de creștere, eficiența conversiei furajelor, greutatea corporală ridicată și conținutul superior de grăsime intramusculară, care conferă cărnii un grad accentuat de marmorare, suculență, frăgezime și calități gustative superioare (Dos Santos et al., 2023). În schimb, rasa Pietrain se remarcă prin dezvoltarea musculară foarte bună, grosimea redusă a stratului de grăsime dorsală și un randament ridicat de carne macră în carcasă, fiind una dintre cele mai valoroase rase terminale utilizate în programele de încrucișare. Totuși, comparativ cu Duroc, aceasta prezintă un conținut mai redus de grăsime intramusculară și o precocitate mai scăzută.

Rezultatele cercetărilor recente demonstrează că descendenții proveniți din vieri Pietrain realizează un procent mai mare de carne macră și un randament superior la sacrificare, în timp ce descendenții proveniți din vieri Duroc se disting printr-o greutate corporală mai mare, un grad superior de marmorare, o culoare mai atractivă a cărnii și pierderi reduse de suc, caracteristici importante pentru consumatori și industria de procesare (Edwards et al., 2003; Dos Santos et al., 2023). Prin urmare, utilizarea complementară a acestor două rase permite obținerea unor hibridi care îmbină performanțele productive cu o calitate superioară a cărnii.

În prezent, în majoritatea sistemelor comerciale de producție, rasele Duroc și Pietrain sunt utilizate ca forme paterne în schemele de hibridare, având rolul de a transmite descendenților caractere favorabile privind viteza de creștere, eficiența îngrășării, randamentul la sacrificare și calitatea carcasei (Нарижный et al., 2019). Evaluarea

diferitelor combinații genetice dintre aceste rase reprezintă o direcție importantă de cercetare, deoarece permite identificarea genotipurilor capabile să satisfacă simultan cerințele producătorilor și ale consumatorilor privind eficiența economică și calitatea produselor obținute (Rotaru & Cernev, 2021).

În acest context, scopul cercetării a fost evaluarea influenței utilizării raselor de carne și a vierilor hibridi asupra performanțelor de reproducție ale scroafelor, ritmului de creștere al tineretului porcin și principalelor caracteristici productive ale hibrizilor obținuți în diferite combinații genetice.

MATERIALE ȘI METODE

Pentru obținerea materialului genetic au fost utilizate scrofițe Landrace × Marele Alb, vieri de rasă Pietrain și Duroc, precum și vieri hibridi Duroc × Pietrain. Cercetările au fost efectuate în unitatea de producție pentru reproducția și îngrășarea porcinelor S.C. „Agroseminvest” S.R.L., raionul Cahul.

Studiul a fost realizat pe trei loturi de hibridi, la formarea cărora au fost utilizate scroafe hibride Landrace × Marele Alb și vieri de rasă pură Pietrain (lotul I), Duroc (lotul II) și vieri hibridi Duroc × Pietrain (lotul III).

Fiecare variantă experimentală a fost constituită din 15 scroafe Landrace × Marele Alb și 150 capete de tineret hibrid. La formarea loturilor experimentale s-a aplicat principiul analogic, avându-se la bază următorii indicatori: originea, masa corporală și vârsta scroafelor.

Capacitatea productivă a scroafelor a fost evaluată în funcție de numărul de purcei vii născuți, masa unui purcel la naștere și masa acestuia la vârsta de 21 de zile.

Pentru aprecierea vitezei de creștere, a calității carcaselor și a formării producției de carne, din fiecare lot au fost selectate câte 150 capete de tineret suin, analogic după origine, vârstă și masă corporală.

Pentru determinarea evoluției masei corporale, a vitezei de creștere și a sporului mediu zilnic, animalele au fost cântărite lunar.

Pentru studierea calității carcaselor, sacrificarea animalelor s-a efectuat la atingerea masei corporale de 115 kg. În total au fost sacrificate 15 capete, câte 5 din fiecare lot experimental.

Evaluarea carcaselor s-a făcut la cald după următorii indici:

- masa carcasei – determinată prin cântărire cu cântarul electronic;
- lungimea mare a carcasei-cu panglica, de la prima vertebră cervicală până la osul pubis;
- grosimea stratului de slănină a fost evaluată prin măsurare cu rigla în regiunea spinării.

Pentru studierea dezvoltării jambonului s-a determinat masa la cald prin cântărire cu cântarul electronic.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În țările cu o producție dezvoltată de carne de porc, reproducția suinelor se bazează pe utilizarea liniilor din rasele Marele Alb și Landrace sau pe combinarea acestora. Această abordare este determinată de potențialul prolific ridicat al acestor rase, iar combinarea lor contribuie la sporirea capacității reproductive a scroafelor.

Din aceste considerente, în sistemele moderne de hibridare a porcinelor, aceste genotipuri sunt utilizate preponderent ca forme materne, având rolul de a transmite descendenților capacități reproductive superioare, în timp ce forma paternă este re-

prezentată de rase specializate pentru producția de carne, caracterizate prin ritmuri ridicate de creștere, dezvoltare musculară accentuată și calități superioare ale carcasei. Problema nivelului redus al prolificității scroafelor, semnalată în special în anii '90, a fost diminuată prin elaborarea și implementarea unor scheme moderne de hibridare, orientate spre combinarea eficientă a caracterelor reproductive și productive ale raselor utilizate (Rotaru et al., 2023).

În prezent, în numeroase țări europene sunt utilizate combinațiile Landrace × Marele Alb sau Marele Alb × Landrace, care asigură rezultate favorabile în procesul de reproducție și obținerea unui tineret suin cu potențial productiv ridicat.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele evaluării capacității reproductive a scroafelor Landrace × Marele Alb, în combinație cu vieri din rasele Pietrain, Duroc și cu vieri hibrizi Duroc × Pietrain.

Tabelul 1. Capacitatea de reproducție a scroafelor în funcție de structura genetică a porcinelor

Lotul	Structura genetică	Prolificitatea, cap	Fertilitatea, %	Masa unui purcel, zile	
				Naștere	21
I	(L x MA) x P (martor)	10,80 ± 0,23***	91	1,52 ± 0,02**	6,83 ± 0,06
II	(L x MA) x D	11,93 ± 0,40	91	1,56 ± 0,02	5,53 ± 0,03
III	(L x MA) x (D x P)	13,13 ± 0,37***	91	1,59 ± 0,19**	6,41 ± 0,83
		B ≥ 0,999		B ≥ 0,95	B ≥ 0,999

Prolificitatea scroafelor, exprimată prin numărul de purcei obținuți la fătare, a variat între 10,80 și 13,13 purcei, diferența dintre loturile experimentale fiind de aproximativ 2,3 purcei. Cele mai mari valori au fost înregistrate în lotul III [(L × MA) × (D × P)], ceea ce evidențiază influența structurii genetice asupra capacității reproductive.

Masa unui purcel la naștere a depășit 1,5 kg în toate loturile experimentale, cea mai mare valoare fiind înregistrată în lotul III (1,59 kg). Aceste rezultate indică o dezvoltare corespunzătoare a fetoșilor în perioada embrionară și creează premise favorabile pentru o creștere ulterioară eficientă.

La vârsta de 21 de zile s-au înregistrat diferențe între loturile de hibrizi, masa purceilor variind între 5,53 și 6,83 kg. Diferența dintre valorile extreme a constituit 1,30 kg.

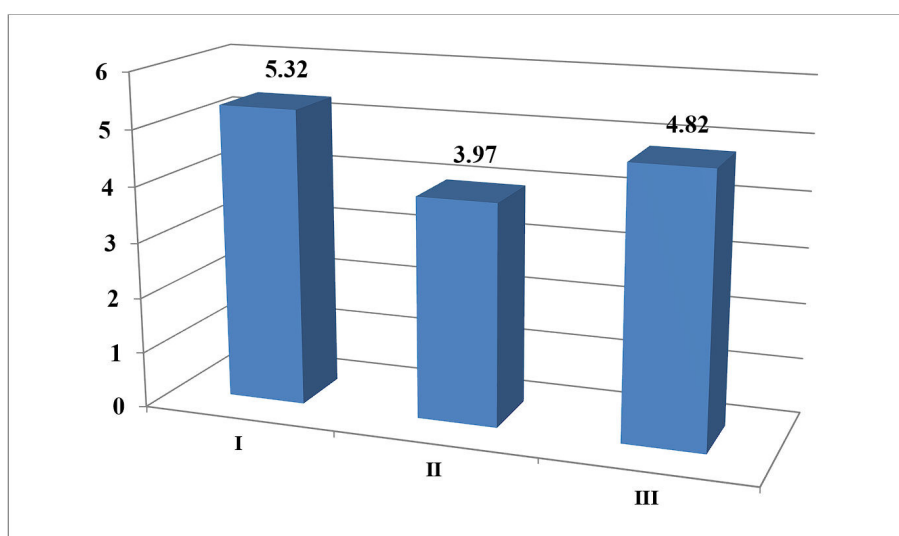


Figura 1. Creșterea masei corporale a purceilor până la vârsta de 21 zile, kg

În perioada de alăptare s-a constatat o creștere mai intensă a purceilor din lotul I [(L x MA) x P], unde sporul de masă corporală a constituit 5,32 kg. Această valoare a fost superioară cu 1,37 kg și, respectiv, 0,50 kg comparativ cu loturile II și III.

Rezultatele obținute pot fi explicate prin particularitățile capacităților reproductive și materne ale scroafelor hibride utilizate în combinație cu rasa Pietrain, precum și prin manifestarea efectului heterozis.

După perioada de alăptare, odată cu înțărirea purceilor, raportul dintre loturile experimentale s-a modificat, iar diferențele de creștere au început să fie influențate mai pronunțat de potențialul genetic propriu al hibrizilor.

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele privind evoluția masei corporale a tineretului suin după înțărirea.

Tabelul 2. Masa corporală a hibrizilor în procesul de creștere după înțărirea, n = 150

Lotul	Structură genetică	Vârsta tineretului suin, luni			
		2	Cv, %	3	Cv, %
I	(L x MA) x P (martor)	16,76 ± 0,15***	10,95	28,84 ± 0,09***	3,92
II	(L x MA) x D	18,46 ± 0,15	10,22	32,63 ± 0,17	6,45
III	(L x MA) x (D x P)	19,18 ± 0,20***	12,99	35,84 ± 0,40***	13,8

B ≥ 0,999

B ≥ 0,999

După înțărirea, diferențele privind masa corporală a hibrizilor au devenit mai evidente. La vârsta de 2 luni, cea mai mare masă corporală a fost înregistrată la animalele din lotul III [(L x MA) x (D x P)], constituind 19,18 kg. Această valoare a depășit masa corporală a lotului martor cu 2,42 kg și a lotului II cu 0,72 kg.

La vârsta de 3 luni, superioritatea lotului III s-a menținut, masa corporală atingând 35,84 kg, comparativ cu 32,63 kg în lotul II și 28,84 kg în lotul I. Diferența dintre lotul III și lotul martor a constituit 7,00 kg.

Rezultatele demonstrează că utilizarea vierilor hibrizi Duroc x Pietrain în combinație cu forma maternă Landrace x Marele Alb contribuie la intensificarea procesului de creștere și la acumularea unei mase corporale mai mari în perioada de după înțărirea.

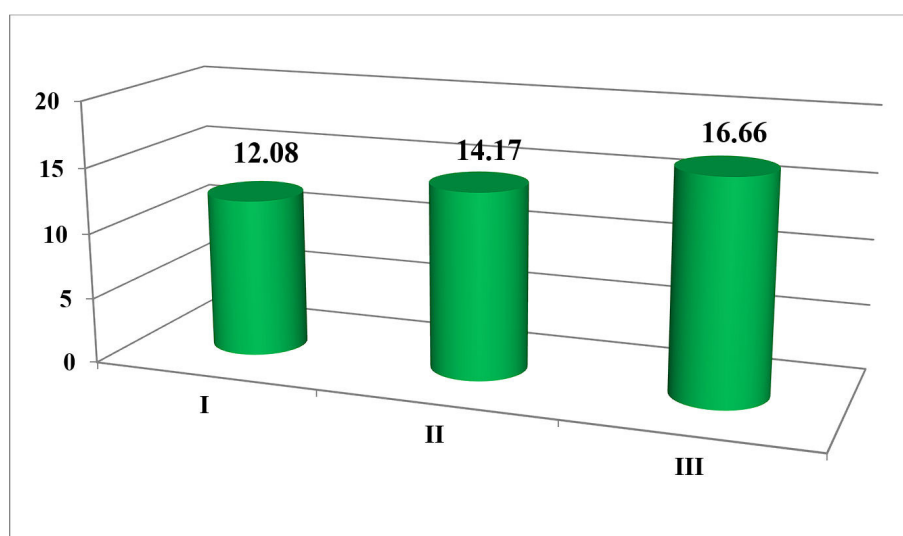


Figura 2. Viteza absolută de creștere a tineretului suin după înțărirea, ikg

Rezultatele obținute demonstrează că, după înțărare, diferențele de creștere dintre hibrizi devin mai evidente, iar avantajul se deplasează către combinațiile genetice în care au fost utilizați vierii de rasă Duroc și vierii hibrizi Duroc × Pietrain.

La vârsta de două luni, masa corporală a hibrizilor din loturile II și III a fost superioară comparativ cu lotul martor cu 1,70 kg și, respectiv, 2,42 kg. Acest fapt confirmă manifestarea potențialului genetic de creștere al hibrizilor după înțărare, când influența alimentației și a capacității proprii de acumulare a masei corporale devine determinantă.

La vârsta de trei luni se menține aceeași tendință, hibrizii din lotul III prezentând cea mai mare masă corporală (35,84 kg), comparativ cu 32,63 kg în lotul II și 28,84 kg în lotul martor.

Rezultatele formării masei corporale în perioada de îngrășare sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Formarea masei corporale la tineretul suin în perioada de îngrășare, kg, n = 150

Lotul	Structură genetică	Vârsta animalelor, luni		
		4	5	6
I	(L x MA) x P (martor)	52,45 ± 0,53***	82,06 ± 0,50***	105,52 ± 0,67
II	(L x MA) x D	59,03 ± 0,50	85,42 ± 0,43	112,68 ± 0,58
III	(L x MA) x (D x P)	59,36 ± 0,71***	86,48 ± 0,63***	116,98 ± 0,66
		B ≥ 0,999	B ≥ 0,999	B ≥ 0,999

Datele prezentate în tabelul 3 confirmă influența structurii genetice asupra intensității de creștere a hibrizilor în perioada de îngrășare. La vârsta de 4 luni, masa corporală a animalelor din loturile II și III a fost superioară lotului martor cu 6,58 kg și, respectiv, 6,91 kg. Această diferență s-a menținut și în perioadele următoare de creștere.

La vârsta de 6 luni, cea mai mare masă corporală a fost înregistrată la hibrizii din lotul III (116,98 kg), urmați de cei din lotul II (112,68 kg), în timp ce în lotul martor valoarea acestui indicator a constituit 105,52 kg. Sporul total de masă corporală realizat între vârsta de 4 și 6 luni a constituit 53,65 kg în lotul II și 57,62 kg în lotul III, ceea ce indică o capacitate superioară de acumulare a masei corporale la hibrizii obținuți prin utilizarea rasei Duroc și a vierilor hibrizi Duroc × Pietrain.

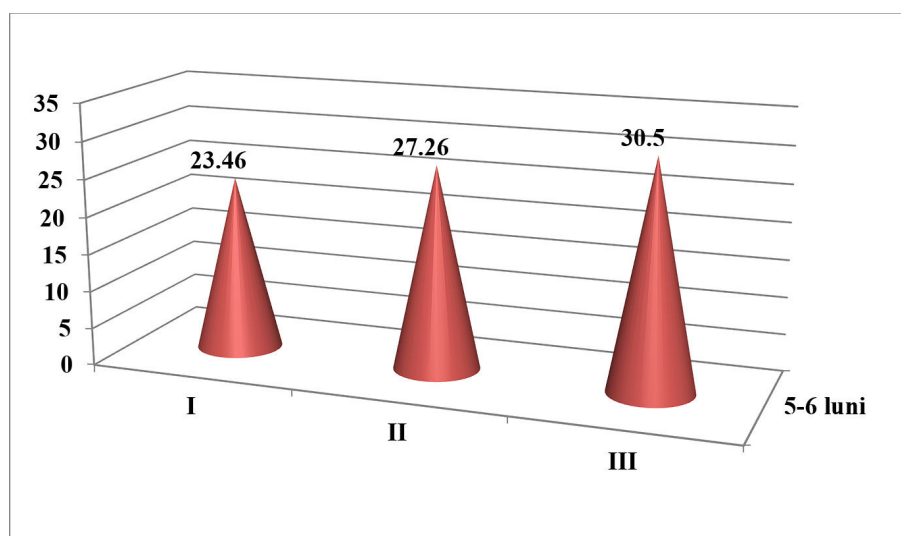


Figura 3. Influența tipului genetic asupra creșterii hibrizilor comerciali, kg

În tabelul 4 sunt prezentate valorile sporului mediu zilnic realizat de tineretul suin în perioada de alăptare și în prima lună după înțărare.

Tabelul 4. Viteza de creștere a tineretului suin în perioada de alăptare și după înțărare, g/zi, n = 150

Lotul	Structură genetică	Vârsta purceilor, zile			
		Naștere -21	Cv, %	21 - 60	Cv, %
I	(L x MA) x P (martor)	176 ± 0,20***	14,18	331 ± 0,50***	19,89
II	(L x MA) x D	132 ± 0,10***	13,33	431 ± 0,50***	14,54
III	(L x MA) x (D x P)	160 ± 0,20	20,4	425 ± 0,50	16,13

B ≥ 0,999

B ≥ 0,999

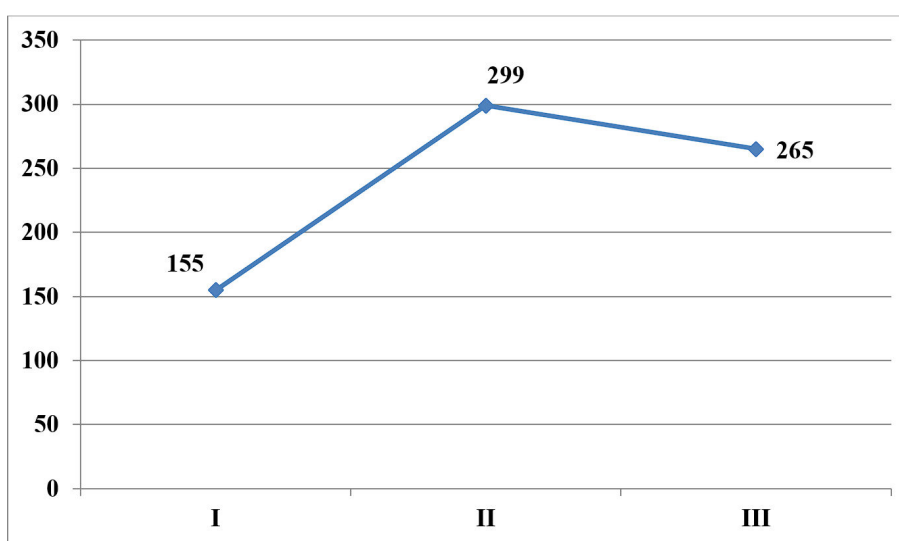


Figura 4. Valoarea sporurilor în greutate realizate de purcei în perioada de alăptare, g

Datele din tabelul 4 evidențiază diferențe privind intensitatea creșterii hibrizilor în funcție de structura genetică. În perioada de alăptare (naștere – 21 zile), cel mai mare spor mediu zilnic s-a înregistrat la hibrizii din lotul I (176 g/zi), comparativ cu 132 g/zi în lotul II și 160 g/zi în lotul III.

Această particularitate se explică prin influența capacităților materne ale scroafelor și prin modul în care combinația genetică utilizată influențează dezvoltarea timpurie a purceilor. Rezultatele sunt în concordanță cu masa corporală mai mare înregistrată la vârsta de 21 de zile în lotul I.

După înțărare (21 – 60 zile), tendința se modifică, iar cei mai mari indici de creștere se observă la hibrizii din loturile II și III, unde sporul mediu zilnic a constituit 431 g/zi și, respectiv, 425 g/zi, depășind lotul martor cu 100 g/zi și 94 g/zi. Aceste rezultate confirmă manifestarea potențialului genetic superior de creștere al hibrizilor obținuți cu participarea rasei Duroc și a combinației Duroc x Pietrain după înțărare.

Rezultatele prezentate în tabelul 5 evidențiază variația vitezei de creștere a hibrizilor în funcție de structura genetică și perioada de vârstă. Aceste date confirmă influența genotipului asupra potențialului productiv al tineretului suin.

Tabelul 5. Evoluția sporului mediu zilnic al tineretului suin în perioadele de creștere și îngrășare, g, n = 150

Lotul	Structură genetică	Perioadele de vârstă, luni			
		2-3	3-4	4-5	5-6
I	(L x MA) x P (martor)	402 ± 0,60***	787 ± 0,20	987 ± 0,20***	782 ± 0,30
II	(L x MA) x D	473 ± 0,70	780 ± 0,20	880 ± 0,20***	908 ± 0,20
III	(L x MA) x (D x P)	555 ± 1,00***	784 ± 0,20	904 ± 0,10	1023 ± 0,10
		B ≥ 0,999	B ≥ 0,999	B ≥ 0,999	B ≥ 0,999

În perioada de după înțărare (2-3 luni), cel mai mare spor mediu zilnic a fost înregistrat la hibridii din lotul III (555 g/zi), depășind lotul martor cu 153 g/zi. Acest rezultat evidențiază capacitatea superioară de acumulare a masei corporale la hibridii obținuți prin utilizarea vierilor hibridi Duroc x Pietrain.

În perioada următoare (3-4 luni), diferențele dintre loturi au fost reduse, valorile sporului mediu zilnic fiind apropiate (780-787 g/zi), ceea ce indică o intensitate similară de creștere a hibridilor.

În perioada de îngrășare se observă o intensificare a creșterii, în special la hibridii din lotul III. În intervalul 5-6 luni, aceștia au realizat cel mai mare spor mediu zilnic (1023 g/zi), depășind loturile I și II cu 241 g/zi și, respectiv, 115 g/zi. Acest avantaj poate contribui la atingerea într-un timp mai scurt a masei corporale planificate și la eficientizarea procesului de producție.

Rezultatele privind formarea și caracteristicile carcaselor în funcție de structura genetică a hibridilor sunt prezentate în tabelul 6.

Tabelul 6. Formarea carcaselor la tineretul suin în procesul de creștere și îngrășare, n=5

Lotul	Structură genetică	Greutatea corporală, kg	Masa carcasei, kg	Lungimea mare a carcasei, cm
I	(L x MA) x P (martor)	114,0 ± 0,79	83,6 ± 0,74	101,7 ± 0,34**
II	(L x MA) x D	113,4 ± 1,30	82,0 ± 1,58	113,2 ± 1,02**
III	(L x MA) x (D x P)	114,4 ± 0,84	84,1 ± 0,65	104,0 ± 0,35

B ≥ 0,99

Rezultatele prezentate în tabelul 6 demonstrează că greutatea corporală la sacrificare a fost similară în toate loturile experimentale, valorile fiind cuprinse între 113,4 și 114,4 kg. Această uniformitate permite aprecierea comparativă a influenței structurii genetice asupra caracteristicilor carcaselor.

Masa carcasei a variat în funcție de combinația genetică utilizată. Cea mai mare valoare a fost înregistrată la hibridii din lotul III (84,1 kg), iar cea mai redusă la lotul II (82,0 kg), diferența dintre valorile extreme constituind 2,1 kg.

Diferențe mai evidente s-au constatat privind lungimea carcaselor. Cea mai mare valoare a acestui indicator a fost înregistrată la hibridii din lotul II, obținuți prin utilizarea rasei Duroc (113,2 cm), depășind lotul martor cu 11,5 cm. Acest rezultat evidențiază influența structurii genetice asupra particularităților de formare a carcasei.

Evaluarea calității carcaselor privind dezvoltarea jambonului și grosimea stratului de slănină este prezentată în tabelul 7.

Tabelul 7. Evaluarea calității carcaselor la tineretul hibrid de suine, n=5

Lotul	Structură genetică	Masa jambonului, kg	Cv, %	Grosimea slăninei la spinare, mm	Cv, %
I	(L x MA) x P (martor)	10,48 ± 0,29**	5,46	21.6 ± 0,08	7,02
II	(L x MA) x D	9,76 ± 0,16	3,29	21.8 ± 0,14***	12,73
III	(L x MA) x (D x P)	9,58 ± 0,07**	1,36	20.0 ± 0,04***	3,54

B ≥ 0,99

B ≥ 0,999

Datele prezentate în tabelul 7 evidențiază influența structurii genetice asupra unor indicatori importanți ai calității carcaselor. Cea mai mare masă a jambonului a fost înregistrată la hibridii din lotul I, obținuți prin utilizarea vierilor de rasă Pietrain (10,48 kg). Această valoare a depășit rezultatele obținute în loturile II și III cu 0,72 kg și, respectiv, 0,90 kg.

Rezultatul poate fi explicat prin particularitățile morfologice ale rasei Pietrain, cunoscută prin dezvoltarea pronunțată a musculaturii, în special în regiunea posterioară a carcasei. Astfel, utilizarea acestei rase ca formă paternă a contribuit la creșterea ponderii jambonului în structura carcasei.

În ceea ce privește grosimea stratului de slănină la spinare, cele mai mici valori au fost înregistrate la hibridii din lotul III (20,0 mm), comparativ cu 21,6 mm în lotul I și 21,8 mm în lotul II. Diferența dintre lotul III și celelalte variante experimentale a constituit 1,6–1,8 mm.

Prin urmare, hibridii obținuți prin utilizarea vierilor Duroc × Pietrain au prezentat o tendință favorabilă privind reducerea stratului de grăsime subcutanată, ceea ce corespunde cerințelor actuale privind producerea cărnii cu un conținut mai redus de grăsime.

CONCLUZII

1. Cercetările efectuate au demonstrat că utilizarea scroafelor hibride Landrace × Marele Alb în calitate de formă maternă la producerea hibridilor comerciali asigură performanțe reproductive ridicate, exprimate printr-o prolificitate de peste 10 purcei/fătare și o dezvoltare corespunzătoare a tineretului suin în perioada post-natală timpurie.
2. Analiza vitezei de creștere a hibridilor în perioada de dezvoltare și îngrășare (2–6 luni) a evidențiat influența structurii genetice asupra acumulării masei corporale. Cele mai ridicate valori ale sporului mediu zilnic au fost înregistrate la hibridii obținuți prin utilizarea vierilor Duroc × Pietrain, la care în ultima perioadă de îngrășare (5–6 luni) sporul mediu zilnic a depășit 1000 g.
3. Structura genetică a hibridilor a influențat caracteristicile carcaselor, fiind identificate diferențe privind lungimea carcasei, masa acesteia și dezvoltarea unor regiuni corporale importante pentru producția de carne. Rezultatele evidențiază rolul combinării raselor specializate în formarea hibridilor cu potențial productiv superior.
4. Utilizarea rasei Pietrain în structura genetică a hibridilor a contribuit la dezvoltarea musculaturii și la creșterea masei jambonului, datorită particularităților acestei rase privind dezvoltarea țesutului muscular în regiunea posterioară a carcasei.
5. Hibridii obținuți prin utilizarea vierilor Duroc × Pietrain au manifestat tendința de reducere a grosimii stratului de slănină la nivelul spinării, ceea ce confirmă influența raselor specializate pentru carne asupra îmbunătățirii calității carcaselor și sporirii ponderii cărnii slabe.

ACKNOWLEDGEMENTS

Lucrarea a fost realizată în cadrul proiectului COD: 020407 (GREEN) – „Elaborarea și implementarea bunelor practici de agricultură durabilă și reziliență climatică”, finanțat prin Subprogramul de finanțare instituțională.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. DOS SANTOS J.C.R.; A. NORENBORG; B. CORREIA; R. IRGANG; I. BIANCHI et.al. (2023). Evaluation of different percentages of Duroc genes and gender on growth, carcass and meat quality traits for pigs. *Meat Science*, vol. 205, 109314. ISSN 0309-1740. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109314>
2. EDWARDS, D.B; R.O. BATES & W.N. OSBURN (2003). Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *Journal of Animal Science*, vol. 81(8), pp.1895–1899. <https://doi.org/10.2527/2003.8181895x>
3. ROTARU, I.; I. CERNEV; I. DONICĂ și S. SECRIERU (2022). *Recomandări privind utilizarea vierilor hibrizi și procedeele tehnologice de înființare a fermelor în suinicultură*. Maximovca, 2022. 54 p. ISBN 978-9975-164-54-2. Disponibil: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/29991/Recomandari-utilizare-vieri-hibrizi-suinicultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. ROTARU, I.; L. CAISÎN; E. CIBOTARU și S. SECRIERU (2023). *Suinicultură: Tehnologii avansate de creștere și exploatare a tipurilor genetice de porcine. Tratat*. Coordonator și redactor științific Ilie Rotaru. Chișinău: Print-Caro, 2023. 532 p. ISBN 978-9975-165-67-9.
5. ROTARU, I. și I. CERNEV (2021). The influence of the boars' genotype on the carcasses and meat quality in swine hybrids. In: *Lucrări științifice, USAMV Iași. Seria Zootehnie*, vol. 75, pp. 154-158. ISSN 1454-7368. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/29939/rotaru_154-158.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. WILLSON, H. E.; H. R. DE OLIVEIRA; A. P. SCHINCKEL; D. GROSSI & L. BRITO (2020). Estimation of genetic parameters for pork quality, novel carcass, primal-cut and growth traits in duroc pigs. *Animals*, vol. 5, p. 10. <https://doi.org/10.3390/ani10050779>
7. БЕЛОУС, А.; П. И. ОТРАДНОВ; А. А. РЕШЕТНИКОВА; Т. В. КАРПУШКИНА и Н. А. ЗИНОВЬЕВА (2023). Спектральные значения цветовых характеристик мяса чистопородных и помесных свиней. *Свиноводство*, №8, с. 6-10. ISSN 0039- 713X.
8. БЕЛОУС, А.; П. И. ОТРАДНОВ; А. Ф. КОНТЭ; А. А. РЕШЕТНИКОВА и В. В. ВОЛКОВА (2024). Генетическая архитектура воспроизводительных качеств свиноматок крупной белой породы. *Свиноводство*, №4, с 8-13. ISSN 0039-713X.
9. НАРИЖНЫЙ, А. Г.; Ю. В. ЗАСУХА; С. Н. ГРИЩЕНКО и Н. П. ГРИЩЕНКО (2019). Интенсификация использования хряков-производителей в свиноводстве. *Ветеринария*, №6, с. 44-47. ISSN 0042-4846.
10. НЕКРАСОВ, Р.; Ю. ПРЫТКОВ; Н. БОГОЛЮБОВА; К. ОСТРЕНКО, А. СЕМЕНОВА и др. (2023). Анализ взаимосвязи показателей продуктивности и качества мяса гибридов свиней (ДхЛхКБ). *Свиноводство*, № 4, с. 33-37. ISSN 0039-713X.

Conflict of interests

The authors declare 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 26.03.2026; Accepted 03.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.11>

UDC: 637.5'62.072



APRECIEREA PROSPEȚIMII CĂRNII DE BOVINE

Ana CHIȚANU, ORCID: 0000-0003-3270-585X

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Ana CHIȚANU - e-mail: ana.chitanu@mpasa.utm.md

Abstract. The aim of the study was to evaluate the quality indicators and freshness status of beef at different stages of storage. Freshness was assessed based on sensory characteristics (external appearance, colour, odour, and texture), physicochemical and enzymatic parameters, including the peroxidase test. The results enabled the classification of beef into three categories – fresh, relatively fresh, and spoiled-according to the biochemical, physicochemical, and microbiological changes occurring during storage. Fresh beef samples exhibited a pH of 6.27 ± 0.17 and a temperature of $15.73 \pm 0.07^{\circ}\text{C}$. Throughout the study, progressive changes were observed in the external appearance, colour, odour, and texture of the meat, reflecting the postmortem processes leading to spoilage. The physicochemical and enzymatic analyses demonstrated that beef marketed on the domestic market met the appropriate freshness criteria, confirming its satisfactory quality and safety for consumer use.

Keywords: *Beef meat; Meat quality; Freshness; Meat spoilage; Peroxidases; Organoleptic analysis.*

Rezumat. Scopul cercetării a constat în evaluarea indicilor calitativi și a gradului de prospețime ai cărnii de bovine în diferite stadii de păstrare. Prospețimea a fost apreciată prin analiza caracteristicilor senzoriale (aspect exterior, culoare, miros, consistență), a parametrilor fizico-chimici și enzimatici, utilizând inclusiv proba peroxidazei. Rezultatele au evidențiat clasificarea cărnii în trei categorii – proaspătă, relativ proaspătă și alterată – în funcție de modificările biochimice, fizico-chimice și microbiologice produse pe durata păstrării. Carnea proaspătă a prezentat un pH de $6,27 \pm 0,17$ și o temperatură de $15,73 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$. Pe parcursul studiului au fost constatate modificări progresive ale aspectului exterior, culorii, mirosului și consistenței, asociate proceselor postmortem și instalării alterării. Analiza efectuată a demonstrat că probele de carne de bovine comercializate pe piața autohtonă au prezentat indici corespunzători de prospețime, confirmând un nivel adecvat al calității și siguranței produsului destinat consumului.

Cuvinte-cheie: *Carne de bovine; Calitatea cărnii; Prospețime; Alterarea cărnii; Peroxidază; Analiză organoleptică.*

INTRODUCERE

Carnea reprezintă una dintre cele mai valoroase surse alimentare pentru om, atât datorită valorii sale nutritive, cât și diversității utilizării în procesele culinare și tehnologice. Aceasta constituie o sursă importantă de proteine cu valoare biologică ridicată, conținând toți aminoacizii esențiali necesari funcționării normale a organismului uman (Usturoi, 2009). De asemenea, carnea furnizează lipide, vitamine din complexul B (în special, vitamina B12), precum și minerale esențiale, cum ar fi fierul hemic, zincul și seleniul, nutrienți care sunt dificil de asigurat în cantități optime din alte surse alimentare.

Datorită acestor particularități, carnea a ocupat un rol important în alimentația umană încă din cele mai vechi timpuri, devenind ulterior un domeniu important de cercetare în cadrul științelor alimentare.

Din punct de vedere tehnologic, carnea de bovine reprezintă o materie primă complexă, supusă unor numeroase procese de prelucrare, precum: tranșarea, refrigerarea, congelarea, maturarea, sărarea, afumarea, fierberea, prăjirea, coacerea, sterilizarea și conservarea (Vidu, 2006). Fiecare dintre aceste etape influențează structura biochimică a cărnii, determinând modificări ale proprietăților senzoriale (culoare, gust, miros, textură), ale valorii nutritive și ale termenului de valabilitate (Purcărea, 2015; Savu, 2013).

În industria modernă, una dintre principalele provocări constă în menținerea calității și siguranței produselor din carne, în condițiile creșterii exigențelor din partea consumatorilor privind prospețimea, caracterul natural al produselor, reducerea utilizării aditivilor chimici și asigurarea trasabilității (Grigoraș, 2015; Lazăr, 2024; Bicu, 2025).

Prin urmare, evaluarea calității cărnii prin prisma prospețimii acesteia – de la compoziția chimică și procesele biochimice până la metodele moderne de conservare și control – reprezintă un domeniu de interes major pentru știința alimentelor. Studiarea modificărilor determinate de procesele de alterare contribuie atât la elaborarea unor produse de calitate superioară, cât și la protejarea sănătății consumatorilor și diminuarea pierderilor alimentare (Danilevici, 2003; Ion, 2017; Visanuș, 2021).

Scopul lucrării rezidă în determinarea indicilor calitativi ai cărnii de bovine în diferite stadii de prospețime. În vederea realizării scopului propus, au fost stabilite următoarele obiective: determinarea indicilor calitativi ai cărnii proaspete, evaluarea indicilor calitativi ai cărnii relativ proaspete, precum și aprecierea indicilor calitativi ai cărnii alterate.

MATERIALE ȘI METODE

Materialul biologic utilizat în cadrul cercetării a fost reprezentat de probe de carne de bovine achiziționate din Piața Centrală a municipiului Chișinău, din halele nr. 1, 2 și 3, unde sunt comercializate produse provenite de la ferme locale și producători autohtoni.

Probele de carne au fost colectate la ora 7:00 dimineața, perioadă în care sunt expuse primele loturi de produse proaspete provenite din abatoarele locale. Alegerea acestui interval a avut drept scop asigurarea utilizării unui material biologic cu grad ridicat de prospețime.

Au fost selectate nouă probe de carne de bovine ($n = 9$), în funcție de gradul de prospețime. După recoltare, probele au fost plasate pe hârtie de pergament, etichetate corespunzător (cu indicarea halei și a datei colectării) și transportate în laborator în condiții de lanț frigorific, la temperatura constantă de $+4^{\circ}\text{C}$.

Examinarea probelor a fost realizată în aceeași zi, pentru a preveni degradarea enzimatică și modificarea caracteristicilor biologice ale materialului cercetat.

Primul indicator calitativ determinat a fost prospețimea cărnii, utilizând proba peroxidazei. Prospețimea cărnii se reduce progresiv în timp ca urmare a desfășurării proceselor biochimice, fizico-chimice și microbiologice. Diminuarea prospețimii reprezintă un semn al inițierii proceselor de alterare (Tudor et al., 2000; Șuler, 2021).

Principalele semne care indică alterarea cărnii se manifestă prin modificarea unor proprietăți senzoriale esențiale pentru aprecierea prospețimii: culoarea, mirosul și consistența.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Carnea de bovine reprezintă un produs alimentar cu grad ridicat de perisabilitate, constituind un mediu favorabil pentru dezvoltarea microorganismelor, inclusiv a celor patogene, care pot genera riscuri pentru sănătatea consumatorilor în cazul consumului unui produs alterat. Din acest motiv, prospețimea este unul dintre criteriile principale utilizate de consumatori în aprecierea calității și siguranței produselor din carne. Cunoașterea caracteristicilor care indică starea de prospețime permite identificarea produselor corespunzătoare și reducerea riscurilor asociate consumului de carne depreciată (Lădaru, 2022).

Primul indicator calitativ utilizat în cadrul cercetării pentru aprecierea prospețimii cărnii a fost proba peroxidazei. Peroxidaza este o enzimă oxidoreductoare implicată în procesele oxidative care au loc în țesuturile animale după sacrificare. Activitatea acesteia este determinată de prezența grupării prostetice hemice, care participă la reacții de oxidare-reducere și reflectă starea metabolică a țesutului muscular.

În carnea proaspătă, activitatea peroxidazică reprezintă un indicator important al menținerii integrității sistemelor enzimatice proprii țesutului muscular și poate fi utilizată pentru aprecierea gradului de prospețime. Reducerea sau dispariția activității enzimatice este asociată cu desfășurarea proceselor de degradare biochimică și microbiologică.

Determinarea activității peroxidazice a permis diferențierea probelor de carne în funcție de starea de prospețime, evidențiind particularitățile fiziologice și compoziționale ale acestora și modificările survenite postmortem (Tabelul 1).

Tabelul 1. Monitorizarea prospețimii cărnii cu ajutorul probei peroxidazei

Specificare	Rezultatele obținute
Carne proaspătă	prezentă
Carne relativ proaspătă	absentă
Carne alterată	absentă

În stadiul de prospețime, probele de carne de bovine au prezentat o reacție pozitivă la peroxidază, ceea ce confirmă menținerea activității enzimatice și, implicit, a integrității proceselor oxidative specifice țesutului muscular. Acest rezultat este concordant cu stabilitatea structurală relativ ridicată a fibrelor musculare și cu densitatea tisulară superioară, care reduc vulnerabilitatea țesutului la stresul oxidativ.

În stadiile ulterioare – de prospețime relativă și alterare – toate probele au prezentat o reacție negativă la peroxidază, ceea ce reflectă degradarea sistemelor enzimatice, pierderea funcționalității oxidative și instalarea proceselor de alterare proteică și microbiologică.

Trebuie subliniat faptul că imaginile și observațiile vizuale efectuate în timpul testării au confirmat rezultatele prezentate, demonstrând concordanța dintre reacția observată și interpretarea biochimică a acesteia.

Calitatea cărnii este reflectată și prin aspectul exterior, care trebuie să fie caracteristic speciei. La examinarea inițială, toate probele de carne analizate prezentau un aspect curat și lucios, precum și o peliculă superficială uscată, semn al unei deshidratări normale, fără indicii de alterare (Tabelul 2).

Pe măsura trecerii timpului, carnea de bovine a manifestat semne de alterare doar în fazele avansate, menținând un aspect vizual relativ stabil o perioadă mai îndelungată. Primele modificări au fost reprezentate de schimbarea consistenței și apariția unor modificări la nivelul suprafeței cărnii, ceea ce indică debutul proceselor de alterare.

În urma analizei comparative a aspectului exterior al cărnii de bovine în diferite stadii de prospețime, s-a constatat că evaluarea vizuală constituie un criteriu important în aprecierea gradului de prospețime și în identificarea stadiilor incipiente ale alterării.

Tabelul 2. Monitorizarea prospețimii cărnii examinând aspectul exterior și consistența

Specificare	Carne de bovine	
	Aspectul exterior	Consistența
Carne proaspătă	Peliculă uscată pe suprafață	Fină și elastică
Carne relativ proaspătă	Peliculă uscată pe suprafață, cu rare pete de mușgai	La presiunea cu degetul, deformările revin incomplet după un anumit timp
Carne alterată	Suprafață uscată, cu pete mari de mușgai	La presiunea cu degetul, deformările nu revin

Consistența cărnii se referă la elasticitatea și textura acesteia, care variază în funcție de gradul de prospețime și de procesele de maturare (Tabelul 2). Examinarea consistenței a evidențiat rolul esențial al proprietăților mecanice ale țesutului muscular în aprecierea prospețimii cărnii, acestea reflectând în mod direct integritatea structurii proteice miofibrilare și nivelul de hidratare tisulară.

În stare proaspătă, probele analizate au prezentat o consistență fermă, elastică și ușor umedă, răspunzând prompt și complet la apăsarea cu degetul prin revenirea la forma inițială. Acest comportament biomecanic confirmă stabilitatea structurii proteice și absența proceselor avansate de degradare enzimatică și microbiologică.

Pe măsura progresiei procesului de alterare, s-a observat diminuarea treptată a elasticității, fenomen determinat de intensificarea proteolizei endogene și de creșterea activității microflorei specifice proceselor de degradare. Această modificare este determinată de transformările structurale produse la nivelul țesutului muscular, care conduc la diminuarea coeziunii miofibrilare.

În ansamblu, analiza consistenței demonstrează că modificările proprietăților mecanice ale cărnii reprezintă un indicator fidel al evoluției procesului de alterare. Astfel, examinarea consistenței se dovedește a fi o metodă utilă în evaluarea prospețimii, completând datele obținute prin analiza senzorială, fizică și biochimică.

Aceste modificări au fost evidențiate și în urma examinării culorii și mirosului (Tabelul 3). Pe măsura diminuării prospețimii, culoarea cărnii se modifică treptat, trecând de la nuanțele caracteristice speciei către tonuri mai închise, gri-verzui sau brun-roșcate, asociate cu creșterea umidității la suprafață și apariția unei pelicule lipicioase (vâscoase), caracteristice dezvoltării microflorei de alterare. În acest caz, culoarea devine un indicator relevant pentru estimarea gradului de oxidare a pigmentului mioglobină.

Tabelul 3. Monitorizarea prospețimii cărnii examinând culoarea și mirosul

Specificare	Carne de bovine	
	culoarea	mirosul
Carne proaspătă	Roșu intens	Specific de carne
Carne relativ proaspătă	Roșu închis	Acidă, la suprafață se percepe miros de mușgai
Carne alterată	Cenușie-verzuie	Miros de carne alterată

La momentul analizei inițiale, carnea de bovine s-a evidențiat printr-o culoare roșu-intensă, semn al prezenței oximioglobinei, formă activă și oxigenată a pigmentului (Figura 1).

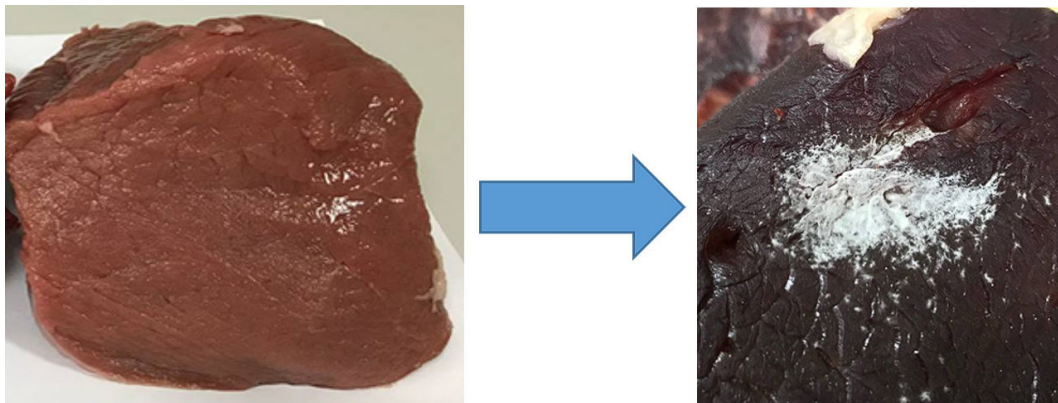


Figura 1. Modificarea culorii și apariția mușgaiului pe suprafață carni

Pe măsura intensificării procesului de alterare, carnea de bovine și-a menținut pentru o perioadă mai îndelungată intensitatea culorii, aspect observat în cadrul evaluării senzoriale.

Mirosul cărnii reprezintă un indicator esențial al prospețimii și calității acesteia. Carnea proaspătă prezintă un miros specific, slab și plăcut (Tabelul 3). Analiza olfactivă a confirmat faptul că mirosul constituie unul dintre cei mai sensibili indicatori ai prospețimii, fiind corelat direct cu intensitatea activității microbiene și cu desfășurarea proceselor de autoliză proteică. Carnea de bovine proaspătă a prezentat un miros slab, specific de carne, plăcut și caracteristic țesutului muscular nealterat. În cazul cărnii relativ proaspete, mirosul a devenit ușor acrișor sau cu nuanțe de mușgai, ca urmare a inițierii proceselor fermentative și a dezvoltării microflorei de alterare. În cazul cărnii alterate, toate probele au prezentat un miros puternic și respingător, cu note sulfuroase și amoniacale pronunțate, determinate de intensificarea proceselor de degradare a proteinelor și formarea compușilor volatili specifici alterării.

Analiza comparativă a valorilor de temperatură înregistrate pentru cele trei categorii de prospețime ale cărnii evidențiază variații ale temperaturii interne în funcție de gradul de prospețime, aspect care reflectă influența condițiilor de păstrare și evoluția proceselor biochimice postmortem (Tabelul 4). Intervalul relativ restrâns de variație a temperaturii ($13,60$ - $15,73^{\circ}\text{C}$) indică menținerea unor condiții ambientale relativ uniforme în timpul monitorizării, permițând atribuirea diferențelor observate în principal particularităților fiecărei etape de evaluare.

Tabelul 4. Monitorizarea prospețimii cărnii examinând temperatura de păstrare și pH

Specificare	Carne de bovine	
	Temperatura de păstrare, $^{\circ}\text{C}$	Valoarea pH
Carne proaspătă	$15,73 \pm 0,07$	$6,27 \pm 0,17$
Carne relativ proaspătă	$13,73 \pm 0,18$	$5,67 \pm 0,20$
Carne alterată	$13,60 \pm 0,12$	$6,73 \pm 0,03$

Carnea de bovine a menținut valori termice mai ridicate în stadiul de prospețime ($15,73 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$), comparativ cu celelalte etape analizate, aspect ce reflectă influența condițiilor de păstrare și particularitățile masei musculare analizate.

În ansamblu, rezultatele obținute confirmă utilitatea parametrului termic ca indicator complementar în aprecierea prospețimii cărnii, demonstrând că variațiile de temperatură reflectă atât condițiile de păstrare, cât și evoluția proceselor biochimice postmortem.

Determinarea valorii pH-ului pentru carnea provenită de la bovine relevă dinamici distincte, corelate cu procesele biochimice postmortem și cu modificările care apar pe parcursul păstrării. În stadiul de prospețime, probele analizate s-au încadrat în intervalul $6,27 \pm 0,17$, corespunzător fazei postmortem precoce, în care conversia glicogenului muscular în acid lactic asigură menținerea unui pH scăzut.

Valorile obținute indică desfășurarea normală a proceselor biochimice specifice perioadei de după sacrificare și menținerea unei stări corespunzătoare a țesutului muscular.

În faza de prospețime relativă, s-a observat o diminuare a valorii pH-ului la carnea de bovine ($6,27 \pm 0,17 \rightarrow 5,67 \pm 0,20$), sugerând continuarea proceselor postmortem și acumularea acidului lactic în țesutul muscular.

În etapa finală, corespunzătoare cărnii alterate, toate probele au depășit pragul critic de 6,5, atingând valorile medii de $6,73 \pm 0,03$. Această creștere reflectă acumularea compușilor bazici rezultați în urma degradării proteinelor (amine, amoniac, uree, alte produse de descompunere), caracteristice etapelor avansate de alterare.

Evoluția pH-ului demonstrează că acest parametru reprezintă un indicator important al prospețimii cărnii, evidențiind clar tranziția de la starea fiziologică normală a țesutului muscular la stadiile avansate de degradare.

Datele experimentale obținute confirmă utilitatea monitorizării pH-ului ca metodă de apreciere a modificărilor biochimice care au loc în carne în perioada de păstrare și ca instrument analitic indispensabil în evaluarea calității și siguranței produselor din carne.

CONCLUZII

În baza cercetărilor efectuate și a rezultatelor obținute au fost formulate următoarele concluzii:

1. Prospețimea cărnii reprezintă un criteriu important de apreciere a calității și siguranței alimentare, influențând percepția consumatorilor asupra calității și siguranței alimentare, precum și decizia de cumpărare.
2. Caracteristicile senzoriale ale cărnii (aspect exterior, culoare, miros, consistență) constituie indicatori importanți în evaluarea prospețimii, permițând identificarea modificărilor care apar pe parcursul păstrării.
3. În perioada postmortem, indicatorii de prospețime ai cărnii se modifică progresiv, ca urmare a proceselor biochimice, fizico-chimice și microbiologice, până la instalarea proceselor de alterare totală.
4. Rezultatele analizelor fizice și enzimatiche efectuate au demonstrat că probele de carne de bovine comercializate pe piața autohtonă au prezentat indici corespunzători de prospețime, fapt favorabil pentru consumatori.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BICU, D. (2025). Percepția consumatorilor privind consumul de carne și produse din carne. Business Press Agricol site web. Disponibil: <https://www.businessagricol.ro/perceptia-consumatorilor-privind-consumul-de-carne-si-produse-din-carne/>
2. DANILEVICI, C. (2003). *Controlul cărnii și produselor din carne prin metode senzoriale și fizico-chimice*. Târgoviște: Ed. Biblioteca, 100 p. ISBN 973-8413-36-2.

3. GRIGORAȘ, M. (2015). Analiza comportamentului consumatorului de carne pe piața autohtonă. *Studii economice*, nr. 1, pp. 83-91. ISSN 1857-226X.
4. ION, R. A. (2017). *Securitate și siguranță alimentară*. București: Editura ASE, 176 p. ISBN 978-606-34-0160-2.
5. LAZĂR, M. (2024). *Cercetări privind folosirea unor extracte și aditivi naturali cu proprietăți antioxidante în carne și produse din carne*. Galați: Universitatea „Dunărea de Jos”.
6. LĂDARU, G. R. (2022). *Studiul privind preferințele consumatorilor față de carne și produse din carne*. Iași: Terra Nostra, 74 p. ISBN 978-606-623-156-5. Disponibil: https://iceadr.ro/wp-content/uploads/2024/02/pref_consum_carne.pdf
7. PURCĂREA, C. (2015). *Controlul și analiza cărnii și preparatelor din carne, pește și produse piscicole, ouă și produse avicole*. Îndrumător de laborator. Editura Universității Oradea, 130 p. ISBN 978-606-10-1468-2. Disponibil: <https://sp1cahul.md/files/bib/190221121954.pdf>
8. SAVU, C. (2013). *Controlul de laborator al alimentelor de origine animală*. București: Editura Transversal.
9. TUDOR, L.; N. CIOCÂRLIE și C. CEAUȘI (2000). *Controlul calității cărnii*. București: Ed. Printech, 2000.
10. USTUROI, M. (2009). *Tehnologia produselor de origine animală*. Partea II. Iași: Ed. Universitară, 108 p. Disponibil: <https://colegiugrernauti.md/wp-content/uploads/2022/02/tehnologia-produselor-de-origine-animala.pdf>
11. VIDU, L. (2006). *Filiera cărnii*. București: Editura Printech. ISBN 973-718-458-0.
12. VISANUȘ, N. (2021). *Igiena și controlul cărnii în unitățile agroalimentare*. Chișinău: Ed. USM.
13. ȘULER, A. *Controlul și expertiza produselor alimentare*. București: Editura EX TERRA AURUM, 2021. ISBN 978-606-072-191-8.

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 04.03.2026; Accepted 07.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.12>
UDC: 638.142.384.3



STUDY ON THE USE OF DIFFERENT TYPES OF ARTIFICIAL HONEYCOMBS IN BEE EXPLOITATION

Tatiana MARDARI, ORCID: 0000-0003-1560-2808

Technical University of Moldova, Republic of Moldova

Corresponding author: Tatiana Mardari – e-mail: tatiana.mardari@mpasa.utm.md

Abstract. The purpose of the research is to study the use and evaluation of the growth of different types of artificial honeycombs. Following the assessment of the intensity of acceptance and cell formation by bees of different types of artificial honeycombs: coloured, simple, ecological and traditional ones, it was revealed that newly built honeycombs have a light-yellow colour and worker bees give priority to the construction of cells from wax capping and to the simple ones compared to the traditional ones. Worker bees gave priority to the coloured artificial honeycomb, and it was accepted for cell growth, keeping the red colour compared to the simple and traditional honeycombs. Artificial combs made of wax capping (ecological) are the most accepted for cell formation by bees and honeycomb construction.

Keywords: *Beeswax; Comb honey; Honeycombs; Artificial comb foundations.*

Rezumat. Scopul cercetării constă în studierea utilizării și evaluării dezvoltării diferitelor tipuri de faguri artificiali. În urma evaluării intensității acceptării și formării celulelor de către albine pe diferite tipuri de faguri artificiali: colorați, simpli, ecologici și tradiționali, s-a constatat că fagurii nou construiți au o culoare galben-deschis, iar albinele lucrătoare manifestă o preferință pentru construirea celulelor din ceară de căpăceală și pentru fagurii simpli, comparativ cu cei tradiționali. Albinele lucrătoare au acceptat cu prioritate fagurii artificiali colorați, menținând culoarea roșie a acestora în procesul de extindere a celulelor, în comparație cu fagurii simpli și tradiționali. Fagurii artificiali confecționați din ceară de căpăceală (ecologici) prezintă cea mai ridicată rată de acceptare pentru formarea celulelor și construirea fagurilor de către albine.

Cuvinte-cheie: *Ceară de albine; Miere în figure; Faguri; Foi de ceară artificială.*

INTRODUCTION

Artificial honeycombs are essential for bee colonies, as they provide space for storing honey and pollen reserves and for the development of brood, representing the new generations of bees. According to the applicable standards, foundation sheets must be produced exclusively from first-class beeswax and must not contain any foreign substances. In recent years, increasing concern has been raised regarding the poor quality of artificial honeycombs available on the market, many of which may contain harmful adulterants or other added substances (Trzybiński, 2020).

An artificial honeycomb is a wax sheet that serves as the foundation for honeycomb construction, providing bees with a base on which to build their combs. Artificial wax foundations are manufactured in different sizes according to the dimensions of the hive frames in which they are installed.

The main purpose of using artificial honeycombs is to accelerate cell construction, thereby promoting faster colony development and improving bee productivity. However, some wax producers do not comply with quality standards and, in order to reduce production costs and increase profits, adulterate beeswax with cheaper substances such as paraffin, stearin, ceresin, and other additives, which negatively affect the properties and quality of the wax (Osiptan et al., 2010).

The quality assessment of artificial honeycombs can be divided into organoleptic and laboratory evaluations. Organoleptic evaluation is based on sensory characteristics, including colour, odour and appearance, whereas laboratory evaluation requires specialized equipment to objectively determine the chemical, physicochemical and physical properties of the wax. Artificial honeycombs should be manufactured exclusively from high-quality natural beeswax, as the presence of foreign substances such as paraffin, pesticides or other chemical compounds is not accepted by bees. In particular, paraffin is considered unsuitable because it has a lower melting point than beeswax, and its addition reduces the mechanical strength of artificial combs (Mateev, 2025).

The artificial comb in the hive has three main functions: it serves as a comb for brood development, as a temporary storage place for pollen, where it is converted into bee bread, and as a storage area for the colony's honey reserves. Artificial foundation sheets enable bees to build combs with less effort, while the hexagonal pattern of the worker-cell bases discourages the construction of drone and queen cells (Eremia, 2009).

An invention has been developed that relates to the formation of an artificial foundation sheet used as a base for comb construction. The sheet has a planar shape and comprises a three-dimensional network structure defined on both sides. This invention generally refers to improvements in honeycomb foundation sheets intended for use in beehives and also has applications in the production of lightweight structural panels (Clerkin, 2025).

It has been reported that bees begin constructing artificial combs within the first week after the foundation sheets are introduced into the hive (Eremia et al., 2016). The growth and development of honeybees are influenced by several factors, including the size of brood comb cells. Research findings confirm that cell size affects honeybee development, with drones reared in larger cells reaching larger body dimensions (Yang, 2025). However, combs made from beeswax have relatively low mechanical strength, which makes them vulnerable to damage during the extraction process. Moreover, beeswax honeycombs are easily damaged under field conditions and are frequently affected by wax moth infestation.

It was found that some artificial wax honeycombs do not comply with the requirements of the GOST 21180-2012 standard "Wax honeycombs. Technical specifications" and contain various additives in different proportions. Therefore, an organoleptic method for assessing the quality of wax honeycombs was developed, which allows the identification of additives, their quality assessment and determination of the suitability of such combs for use in apiaries (Zykina et al., 2025). The reuse of honeycombs may contribute to the transfer of pigments into honey, which can subsequently influence its final characteristics.

Honeycombs consist of cells with three orientations – vertical, intermediate (oblique) and horizontal – and the proportion of cells in these three orientations may vary.

The formation of artificial honeycomb cells with a rounded hexagonal shape has been studied, showing that bees knead, heat and thin the wax precisely in the areas required for comb construction. During this process, the cell walls are continuously stretched, increasing the contact surface between them and becoming straighter, which

results in the formation of a hexagonal network of cells with sharp angles. The hexagonal shape of comb cells allows bees to use available space most efficiently, producing a lightweight but strong structure with minimal wax consumption and maximum honey storage capacity (Karihalo et al., 2025).

The addition of foreign substances, such as paraffin, beef tallow and stearic acid, which are frequently used for beeswax adulteration, negatively affects the physicochemical properties of wax, reducing its quality and, consequently, the quality of artificial combs produced from adulterated beeswax (Bogdanov, 2004; Waś et al., 2015).

When small quantities of foreign substances are introduced into beeswax, classical qualitative physicochemical analytical methods do not always allow their accurate detection (Svečnjak et al., 2015). Beeswax used in beekeeping for the production of artificial combs and coming into contact with honey intended for human consumption is not subject to mandatory quality control before being placed on the market (Svečnjak et al., 2019).

Monitoring the acceptance of artificial combs introduced during the research demonstrated that, in the absence of sufficient natural nectar collection, intensive wax production does not occur. As a result, the quality of the constructed combs is poor, with a high proportion of drone cells and irregularly arranged cells. The influence of unfavourable weather conditions on the rate of artificial comb construction was also observed (Sava et al., 2025).

Research conducted in Spain revealed beeswax adulteration with different proportions of added waxes. The presence of foreign waxes was confirmed in 33 out of 90 analysed samples, with adulteration levels ranging from 5% to 30% (Bonvehí et al., 2012).

In Belgium, a frequency of adulteration between 9.2% and 33.3% was revealed, respectively, in beeswax samples from beekeepers (9 samples out of 98: 2 with paraffin and 7 with stearin/stearic acid) and in commercial beeswax samples (3 samples out of 9: all adulterated with stearin/stearic acid). In the analysed samples, different percentages of paraffin (between 12% and 78.8%) and stearin/stearic acid (1.2 to 20.8%) were detected. There emerged the problem to protect the health of both honeybees and consumers (Noémie et al., 2021). It has been shown that the level of adulteration with paraffin is much more pronounced (74%) than with stearic acid (26%) (Chatzipanagis et al., 2024).

It has been assessed that the external factors (climacteric, lack of nectar collection) influence the process of cell formation in the comb, so that unbalanced, non-hexagonal cells are built. Bees from colonies with new combs were more active in the formation of pollen and honey reserves, as well as in the development of the strength of the bee colony, while the body size of the bees and productivity decreased in colonies with old combs (Taha et al., 2021). However, some research has shown that bees do not always reject artificial combs with adulterated wax, regardless of the level of adulteration used, if they have abundant nectar sources (Jiménez et al., 2007). EFSA lists some proposals for assessing the risks of the impact of adulterated beeswax for both humans and bees (EFSA, 2020).

The purpose of the work is to study the use and evaluation of the growth of different types of artificial honeycombs in the development and productivity of bee colonies.

MATERIALS AND METHODS

To achieve the proposed objective, investigations were carried out using different types of artificial honeycombs in the management of honeybee colonies at the apiary of the Peasant Household "Tudorean Procopii".

The study material consisted of artificial honeycombs of different types and origins used for the exploitation of bee colonies.

The artificial honeycombs evaluated in the study included: foundation sheets produced from capping wax, foundation sheets produced from wax recovered from discarded combs, foundation sheets produced from coloured wax, and traditional artificial honeycombs (Figures 1–4).



Figure 1. Artificial honeycombs from capping (ecological)



Figure 2. Wax from discarded frames



Figure 3. Artificial honeycombs made of coloured wax

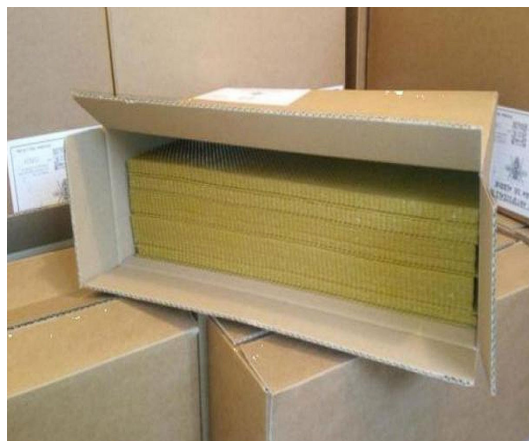


Figure 4. *Traditional artificial honeycombs*

According to the requirements of GOST 21180-2012 and GOST 21180-2013, artificial wax foundation sheets must be produced exclusively from first-class beeswax and must not contain any foreign substances. The presence of adulterants can only be confirmed through complete laboratory analysis. In practice, the naturalness and quality of wax are also reflected by the good health of bee colonies and the presence of abundant food reserves stored in the comb cells.

Beekeepers can produce artificial honeycombs from beeswax obtained in their own apiaries, either by recycling discarded combs or by using wax cappings collected during honey extraction. This practice ensures that the foundation sheets are made from natural beeswax of known origin.

To accomplish the objectives of this study, different types of honeycombs were used that were introduced into the hive at the same time, with the same maintenance of the bee families.

The following types of artificial honeycombs were used in the study:

- Wax foundations from cappings – obtained from the wax caps removed from sealed honey cells using a beekeeping knife. Wax from cappings is considered to be of high quality and almost pure.
- Wax foundations from discarded combs – produced by melting old honeycombs, characterized by yellow, light or dark brown, light grey or dark yellow-orange colour with reddish shades and a non-uniform colour at the fracture surface.
- Coloured wax foundations – produced from capping wax coloured with natural food dyes and formed by molding.
- Traditional wax foundations – produced from beeswax without information regarding the method of production or wax composition.

According to GOST 21180-2013, the assessment of artificial wax honeycombs was carried out organoleptically by determining the colour, odour, the presence of mechanical damage, the presence of moisture on the surface of the sheet, the shape of the wax foundation sheet, and the shape of the cell bases.

RESULTS AND DISCUSSIONS

According to GOST 21180-2012 “Artificial honeycombs. Technical specifications”, artificial honeycombs should be produced from a wax composition prepared on the basis of beeswax complying with GOST 21179-2000, with the addition of up to 10% industrial wax in accordance with DSTU 4667:2006 “Industrial beeswax. Technical specifications”.

The naturalness of beeswax cannot be determined solely by its colour, as this characteristic is useful only in cases of pronounced adulteration. In general, colour is used mainly for determining the wax group. The odour of wax can indicate the presence of additives such as rosin, ceresin, paraffin, crude lard, stearin, lanolin, carnauba wax, or Japanese wax. Taste may also reveal the presence of paraffin or ceresin, which are not characteristic of natural beeswax. Additions of rosin, stearin, and Japanese wax at concentrations of approximately 10% increase the brittleness of artificial combs, whereas the addition of crude lard decreases their brittleness (Mateev, 2025).

The recognition of natural artificial honeycombs and their differentiation from adulterated ones is based on several organoleptic indicators. Colour – natural honeycombs usually have a golden or amber colour that varies depending on the botanical origin of the nectar, whereas adulterated combs may appear excessively glossy or have an unnatural colour. Structure – authentic artificial honeycombs consist of regular hexagonal cells made of beeswax and have a slightly waxy and flexible texture, while adulterated combs may be stiffer or excessively smooth. Odour – natural honeycombs possess a characteristic sweet and floral aroma derived from honey and natural beeswax, whereas a chemical odour or an excessively sweet smell without floral notes may indicate adulteration. Taste – genuine honeycomb has a complex flavour profile influenced by the floral source of nectar, while adulterated combs may have little flavour or an unpleasant chemical aftertaste. The consistency of artificial honeycomb depends on the temperature of the environment, from soft to firm as the temperature increases. The structure of the cells of artificial honeycomb upon inspection – natural honeycomb has a well-defined hexagonal structure, while fake honeycomb versions may have irregular shapes or look more like molded plastic (Eremia et al., 2016; Красочко & Еремия, 2022a; Красочко & Еремия, 2022 b).

Figure 5 shows the frame with the artificial honeycomb used in experiments (1) fully coloured and (2) – 50% coloured and 50% traditional.

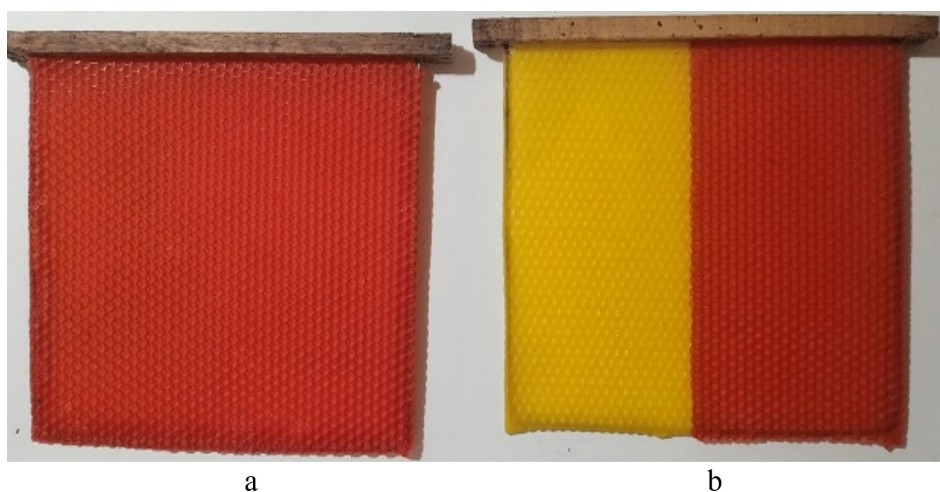


Figure 5. Frames with artificial honeycombs:
a – fully coloured artificial honeycomb
b – traditional and coloured artificial honeycomb

Figure 6 shows frames filled with simple, coloured artificial honeycomb from capping and, in the process of growth, built by worker bees during a week. The worker bees built cells of the coloured beehive where they kept the red colour. It turns out that they used coloured wax to form the walls from the thickness of the artificial honeycomb used.

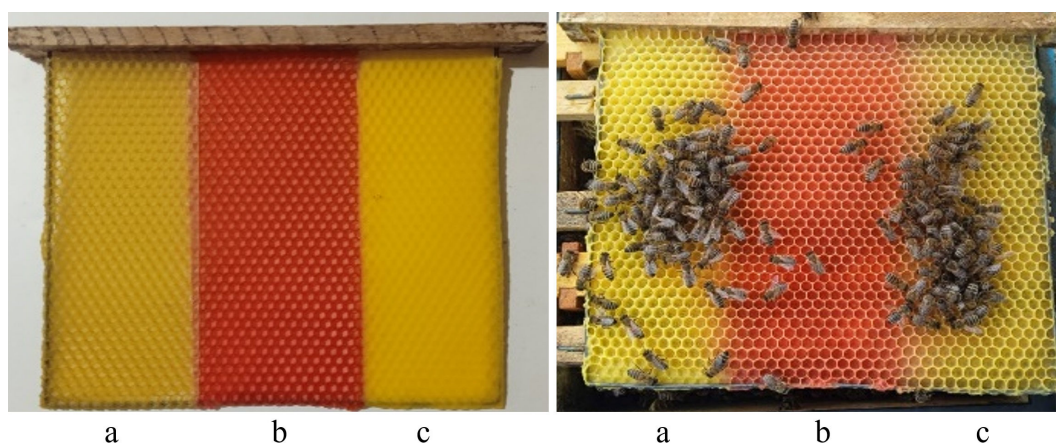


Figure 6. Artificial honeycombs made of:

a - simple artificial honeycomb, b - coloured honeycomb, c- honeycomb from capping

Honeycombs are constructed vertically from top to bottom and on both sides of the foundation sheet. Their thickness in the central brood area is approximately 25 mm, whereas in the upper part of the comb, where honey is stored, it may reach 37–45 mm or even more when the space between combs is intentionally increased. The honeycomb structure is highly resistant because each cell wall is shared by six adjacent cells, and the base of each cell is common to three cells on the opposite side. Newly built combs are semi-transparent, but once filled with honey, they can support a weight of 3.5–4.0 kg or more.

Newly constructed combs are light yellow in colour. Figure 4 presents the combs formed on simple wax foundations, capping wax foundations and traditional wax foundations.

The research has shown that the worker bees give priority to the construction of cells from capping and simple combs compared to the traditional ones.

When introducing the frame with the portion of coloured comb and traditional comb (Figure 7), after a day of maintenance in the nest, the bees started the construction of the portion of coloured comb, and the traditional one remained untouched.



Figure 7. Artificial honeycomb accepted for construction consisting of portions: traditional honeycomb, honeycomb from capping, and simple honeycomb

The frames with sections of coloured, traditional combs from capping and the frame with sections of simple, coloured combs from capping after one week were built differently. The frames with coloured artificial combs in the process of building cells by worker bees are presented in figure 8 the artificial combs, the level of cell construction, the queen in the process of laying eggs and the process of raising uncapped and capped brood.



Figure 8. Queen in the process of laying eggs and raising brood in artificial combs

Thus, it was found out that the level of acceptance of the type of comb and cell formation by the bees was different, namely: newly built combs have a light -yellow colour, worker bees give priority to the construction of cells from capping and to the simple ones compared to the traditional ones, the artificially coloured comb was given priority by the worker bees and was accepted for cell growth compared to the simple and traditional combs, the worker bees built the cells of the coloured beehive keeping the red colour, in the portion of the traditional comb fewer cells were built, the wax capping combs (ecological) are the most accepted for cell formation by the bees.

CONCLUSIONS

Following the assessment of the intensity of acceptance and cell formation by bees of different types of artificial combs: coloured, simple, ecological, and traditional, it was revealed that the newly built combs have a light- yellow colour, the worker bees give priority to the construction of cells from the comb from capping and the simple one compared to the traditional one.

The worker bees gave priority to the coloured artificial comb, and it was accepted for cell growth, maintaining the red colour compared to the simple and traditional combs. The artificial combs from wax capping (ecological) are the most accepted for cell formation by bees and the construction of combs.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried out with the financial support of the institutional applied research project “Development and implementation of good practices for sustainable agriculture and climate resilience (GREEN)”, Subprogramme Code 020407, funded by the National Agency for Research and Development of the Republic of Moldova.

REFERENCES

1. BOGDANOV, S. (2004). Beeswax: Quality issues today. *Bee World*, vol. 85(3), pp. 46-50. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2004.11099623>
2. BONVEHI, J. S. and F. J. ORANTES BERMEJO (2012). Detection of adulterated commercial Spanish beeswax. *Food Chemistry*, vol. 132(1). Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611015755?via%3Dihub>
3. CHATZIPANAGIS, K.; J. OMAR and A. B. SANFELIU (2024). Assessment of Beeswax Adulteration by Paraffin and Stearic Acid Using ATR-IR Spectroscopy and Multivariate Statistics - An Analytical Method to Detect Fraud. *Foods*, vol. 13(2). Disponibil: <https://doi.org/10.3390/foods13020245>
4. CLERKIN, James (2025). *Honeycomb foundation for beehives*. United States Patent no. 11/464,786. PCT/EP2006/008046 events. Disponibil: <https://patents.google.com/patent/WO2007020056A1/en>
5. EREMIA, N. (2009). *Apicultura*. Chişinău: IEFS, 331 p. ISBN 978-9975-9823-6-8.
6. EREMIA, N.; M. BEŞLIU şi A. ZAGAREANU (2016). *Ghidul apicultorului*. Chişinău, 148 p. ISBN 978-9975-3022-8-9.

7. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2020). Risk assessment of beeswax adulterated with paraffin and/or stearin/stearic acid when used in apiculture and as food (honeycomb). *EFSA supporting publication*, vol. 17(5). DOI 10.2903/sp.efsa.2020.EN-1859.
8. JIMÉNEZ, J. J.; J. L. BERNAL; M. J. del NOZAL; L. TORIBIO; J. BERNAL (2007) Detection of beeswax adulterations using concentration guide-values. *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 109(7), pp. 682-690. Disponibil: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600308>
9. KARIHALOO, B. L.; K. ZHANG and J. WANG (2025). Honeybee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. *Journal of The Royal Society Interface*, vol. 10(86). DOI 10.1098/rsif.2013.0299.
10. MATEEV, S.C. BEEKEEPING COMPANY (2025). *Quality beeswax foundations, one of the most important attributes in the beehive*. Website. Disponibil: <https://mateev.com/quality-beeswax-foundations/>
11. OSIPTAN, A. A.; O. T. FAJOLA and D. I. ADEKANMBI (2010). The periodicity of building honeycombs by honey bees and pest infestation in TWO apiaries in Ogun State, South Western Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Environment*, vol. 10(1), pp. 34-41. ISSN - 2277-2755. Disponibil: <https://scispace.com/pdf/the-periodicity-of-building-honey-combs-by-honey-bees-and-3or8755jmu.pdf>
12. SAVA, L.; F. HOXHA; N. JASNIĆ; A. TASIĆ; M. JOVANOVIĆ et al. (2025). The Influence of the Chemical Composition of Beeswax Foundation Sheets on Their Acceptability by the Bee's Colony. *Molecules*, vol. 29(23). Disponibil: <https://doi.org/10.3390/molecules29235489>
13. SVEČNJAK, L.; G. BARANOVIĆ; M. VINCEKOVIĆ; S. PRĐUN; D. BUBALO et al. (2015). An approach for routine analytical detection of beeswax adulteration using FTIR-ATR Spectroscopy. *Journal of Apicultural Science*, vol. 59, pp. 37-49. DOI 10.1515/jas-2015-0018.
14. SVEČNJAK, L.; L. A. CHESSON; A. GALLINA; M. MAIA; M. MARTINELLO et al. (2019). Standard methods for Apis mellifera beeswax research. *Journal of Apicultural Research*, vol. 58, issue 2: Coloss Beebook. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1571556>
15. TAHA, El-Kazafy, A.; O. M. RAKHA; El-Said M. ELNABAWY; M. M. HASSAN and D. M. B. SHAWER (2021). Comb age significantly influences the productivity of the honeybee (Apis mellifera) colony. *Journal of King Saud University – Science*, vol. 33(4). Disponibil: <https://jksus.org/comb-age-significantly-influences-the-productivity-of-the-honeybee-apis-mellifera-colony/>
16. TRZYBIŃSKI, SŁAWOMIR (2020). Faguri mai mult și mai puțin necesari. *Stupina*, nr 2. Disponibil: <https://pasie-ka24.pl/index.php/ro/stupina/212-stupina-1-2020/2548-faguri-mai-mult-si-mai-putin-necesari>
17. WAŚ, E.; T. SZCZĘSNA and H. RYBAK-CHMIELEWSKA (2015). Application of Gas Chromatography with the Mass Detector (GC-MS) Technique for Detection of Beeswax Adulteration with Paraffin. *Journal of Apicultural Science*, vol. 59, pp.143-152. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/279154982_Application_of_Gas_Chromatography_with_the_Mass_Detector_GC-MS_Technique_for_Detection_of_Beeswax_Adulteration_with_Paraffin
18. YANG, S.; Q. MENG; W. ZHAO; J. WANG; Y. LIU et al. (2025) Cell orientation characteristics of the natural combs of honey bee colonies. *PLoS One*, vol. 17(2). DOI 10.1371/journal.pone.0263249.
19. ZYKINA, Elena and Ulyana DYDYKINA (2025). Determination of beeswax and comb quality. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, vol. 241(11), pp. 40-47. DOI 10.53083/1996-4277-2024-241-11-40-47.
20. КРАСОЧКО, П. и Н. ЕРЕМИЯ (2022a). *Продукты пчеловодства: свойства, получение, применение*. Издание 2-ое переработанное и дополненное. Кишинэу-Витебск, 723 с. ISBN 978-9975-164-76-4.
21. КРАСОЧКО, П. и Н. ЕРЕМИЯ (2022b). *Технология продуктов пчеловодства и их применение*. Санкт-Петербург: ООО «Издательство Лань», 656 с. ISBN 978-5- 8114-8533-8.
22. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИИ. ГОСТ 21179-2000, *Воск пчелиный. Технические условия*. Издание официальное. Внесен Госстандартом России. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, протокол № 17 от 22 июня 2000 г. Введен с 1 января 2002 г. Disponibil: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815050.pdf>
23. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИИ. ГОСТ 21180-2012, *Вощина. Технические условия*. Издание официальное. Внесен Госстандартом России. Disponibil: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53581/>
24. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. ДСТУ 4667:2006, *Віск бджолиний промисловий. Технічні умови*. Дата прийняття: 15.08.2006. Disponibil: https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=91491

Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

Paper history

Received 25.04.2026; Accepted 10.06.2026.

Copyright: © 2026 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.13>

UDC: 619 : 616.995.1 : 636.3



APRECIEREA EFICACITĂȚII MEDICAMENTULUI DE UZ VETERINAR ALBENDAZOL 2,5%, SUSPENSIE ORALĂ, LA OVINE ȘI CAPRINE INFESTATE NATURAL

Antonina DUMITRIU*, ORCID: 0000-0002-2154-618X,

Mihail MOROZ, ORCID: 0000-0003-4596-5933,

Sergiu DIDORUC, ORCID: 0009-0000-5305-8685,

Dmitrii MAȚENCU, ORCID: 0000-0002-1814-0146,

Cristina ROTARU, ORCID: 0009-0007-1857-6314,

Victor ROTARU, ORCID: 0009-0007-0187-9765

Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

*Correspondență: Antonina DUMITRIU - e-mail: antonina.dumitriu@sasp.utm.md

Abstract. Helminth infections are among the most common parasitic diseases affecting small ruminants, with a significant impact on animal health, productive performance, and the economic efficiency of livestock farms. The aim of the present study was to evaluate the efficacy of Albendazole 2.5% oral suspension, produced by SRL Medicamentum, in the control of helminth infections in naturally infected sheep and goats. The study was conducted on a group of 30 animals (20 sheep and 10 goats). Parasitological diagnosis was established using coprological ovoscopic methods (Fülleborn, Willis, and Darling) and the larvoscopic method (Baermann). Treatment efficacy was assessed by determining the extent of invasion (EI), intensity of invasion (II), extensive efficacy (EE), and intensive efficacy (IE) before treatment and 7 days after administration of the anthelmintic product. The obtained results revealed the presence of mixed parasitic infections, predominantly caused by gastrointestinal and respiratory nematodes. Administration of Albendazole 2.5% resulted in a complete reduction of both the prevalence and intensity of gastrointestinal strongyle infections (EE = 100%; IE = 100%) and demonstrated high efficacy against respiratory strongyle infections (EE ≈ 94%; IE ≈ 96.5%). In the control group, the level of parasitic infection remained unchanged. The results confirm the high therapeutic efficacy of Albendazole 2.5% oral suspension in the control of helminth infections in sheep and goats and support its use in modern deworming programs. Periodic monitoring of treatment efficacy is recommended to prevent the development of anthelmintic resistance.

Keywords: Sheep; Goats; Helminthiasis; Anthelmintics; Veterinary drugs; Albendazole.

Rezumat. Helmintiazele reprezintă unele dintre cele mai frecvente boli parazitare întâlnite la rumegătoare mici, cu un impact semnificativ asupra stării de sănătate a animalelor, performanțelor productive și eficienței economice a exploatațiilor zootehnice. Scopul prezentului studiu a constat în evaluarea eficacității antihelminticului Albendazol 2,5%, suspensie orală, produs de SRL „Medicamentum”, în combaterea helmintiazelor la ovine și caprine infestate în condiții naturale. Cercetările au fost realizate pe un lot de 30 de animale (20 ovine și 10 caprine), la care diagnosticul parazitologic a fost stabilit prin metode ovohelmintoscopice coprologice – Fülleborn, Willis, Darling și metoda larvoscopică – Baermann. Eficacitatea tratamentului a fost evaluată prin deter-

minarea indicilor extensivității invaziei (E.I.), intensității invaziei (I.I.), extenseficacității (E.E.) și intenseficacității (I.E.), înainte de tratament și la 7 zile după administrarea preparatului antihelmintic. Rezultatele obținute au evidențiat prezența unor infecții parazitare mixte, determinate predominant de nematode gastrointestinale și respiratorii. Administrarea preparatului Albendazol 2,5% a determinat reducerea completă a extensivității și intensității invaziei în cazul strongilatozelor digestive (E.E. = 100%; I.E. = 100%) și a manifestat o eficacitate ridicată față de strongilatozele respiratorii (E.E. ≈ 94%; I.E. ≈ 96,5%). În lotul martor, nivelul invaziei parazitare s-a menținut constant. Rezultatele studiului confirmă eficacitatea terapeutică înaltă a preparatului Albendazol 2,5% în controlul helmintiazelor la ovine și caprine și susțin utilizarea acestuia în programele moderne de dehelmintizare, cu recomandarea monitorizării periodice a eficacității tratamentelor pentru prevenirea dezvoltării rezistenței antiparazitare.

Cuvinte-cheie: *Ovine; Caprine; Helmintiaze; Antihelmintice; Medicamente veterinare; Albendazol.*

INTRODUCERE

Parazitozele reprezintă unele dintre cele mai răspândite și importante afecțiuni întâlnite în sectorul zootehnic, având implicații semnificative asupra stării de sănătate, performanțelor productive și nivelului de bunăstare al animalelor (Cercel et al., 2014; Dumitriu, 2013, 2023; Strydom et al., 2023; Dumitriu et al., 2023, 2025). La ovine, infecțiile helmintice, în special cele produse de nematode gastrointestinale și trematode, constituie o cauză majoră a pierderilor economice, reflectate prin reducerea producției de carne, lapte și lână, precum și prin creșterea costurilor asociate intervențiilor terapeutice și mortalității (Vercruysse et al., 2018). Controlul eficient al acestor afecțiuni presupune implementarea unor strategii terapeutice fundamentate pe utilizarea judicioasă a antihelminticelor cu eficacitate demonstrată, capabile să reducă semnificativ încărcătura parazitară și, concomitent, să limiteze apariția și răspândirea rezistenței la tratament (Kaplan et al., 2004; Zajac, 2006; Geurden et al., 2022; Charlier et al., 2014).

În acest context, antihelminticele din clasa benzimidazolilor ocupă un rol central în medicina veterinară, datorită spectrului larg de acțiune și eficacității demonstrate împotriva unui număr variat de paraziți interni. Albendazolul, unul dintre principalii reprezentanți ai acestei clase, își exercită efectul antiparazitar prin inhibarea polimerizării tubulinei la nivelul celulelor parazitare, determinând perturbarea proceselor metabolice fundamentale și, în final, moartea parazitului (Hora et al., 2014; Chai et al., 2021).

Cu toate acestea, eficacitatea benzimidazolilor poate fi influențată de diverși factori, printre care specia parazitară implicată, gradul de rezistență dobândit, schema de administrare și particularitățile fiziologice ale gazdei. În ultimele decenii, apariția și extinderea fenomenului de rezistență la antihelmintice au devenit o problemă majoră în zootehnie, inclusiv în sectorul ovin, ceea ce impune monitorizarea periodică a eficacității acestor substanțe și adaptarea continuă a strategiilor terapeutice (Kaplan & Vidyashankar, 2012).

Ovinele, specie de importanță economică majoră la nivel mondial, inclusiv în Republica Moldova, sunt frecvent afectate de infestări parazitare mixte, fapt ce complică managementul terapeutic al acestora (Cercel et al., 2014; Dumitriu, 2013). Totodată, variațiile regionale privind condițiile climatice, practicile de creștere și nivelul de expunere la paraziți pot influența răspunsul la tratament, justificând astfel necesitatea cercetărilor locale pentru optimizarea protocoalelor de deparazitare.

Scopul prezentei cercetări constă în evaluarea eficacității antihelminticului Albendazol 2,5% produs de SRL „Medicamentum”, în combaterea helmintiazelor la ovine, infestate natural, cu accent pe determinarea gradului de reducere a încărcăturii parazitare și identificarea eventualelor semne de rezistență. Alegerea acestei clase de substanțe este justificată de utilizarea lor frecventă în practica veterinară, precum și de necesitatea actualizării datelor privind eficacitatea acestora în contextul emergenței rezistenței parazitare. Pentru a atinge scopul scontat, au fost trasate următoarele obiective:

- determinarea extensivității invaziei (E.I.) și intensității invaziei (I.I.) helmintiazelor gastrice la ovine infestate natural;
- determinarea și analiza comparativă a extenseficacității (E.E.) și intenseficacității (I.E.) medicamentului de uz veterinar Albendazol 2,5%.

Relevanța acestui studiu este susținută de importanța economică a sectorului ovin în Republica Moldova, unde această ramură contribuie semnificativ la producția agricolă și la susținerea comunităților rurale. În contextul creșterii rezistenței la antihelmintice, rezultatele obținute pot furniza informații utile pentru medicii veterinari și fermierii, contribuind la elaborarea unor strategii de control mai eficiente și sustenabile. De asemenea, studiul se aliniază tendințelor actuale privind promovarea sănătății animalelor și siguranței alimentare, prin reducerea riscurilor asociate utilizării necorespunzătoare a medicamentelor antiparazitare.

MATERIALE ȘI METODE

Testările clinice ale medicamentului de uz veterinar Albendazol 2,5% au fost efectuate pe speciile țintă: ovine – fermă de ovine, Briceni, sat. Larga și caprine – exploatare nonprofesională, sectorul particular, Chișinău, Durlești.

Studiile au fost efectuate pe un număr de 20 oi, de diferite vârste, rase – Asaff, Karakul, Merinos, Metis; caprine de rasa Alpina Franceză – 10 (testările fiind efectuate în diferite perioade de timp, respectiv lunile martie – iunie, pentru a respecta restricțiile de consum al laptelui).

În determinarea diagnozei la prezența helminților s-au analizat datele clinice și paraclinice. Au fost aplicate metode de laborator ovohelmintoscopec, de flotație, ca Fullborn, Willis, metoda combinată de centrifugare Darling și metode larvoscopec Baerman.

Examenul de laborator a fost realizat în cadrul Departamentului Siguranța Alimentației și Sănătate Publică, în Laboratorul de Parazitologie și Helminnologie al Facultății de Medicină Veterinară, Universitatea Tehnică a Moldovei.

În total, au fost colectate 60 de probe de la animalele selectate, dintre care 30 de probe au fost recoltate în ziua 0 (înainte de dehelmintizare), iar 30 de probe în ziua a 7-a, post-dehelmintizare. Materialul de studiu a fost constituit din probe de fecale proaspăt colectate dimineața, în recipiente etichetate și numerotate individual, în zilele 0 (ziua administrării antihelminticului) și 7.

Examinarea microscopică a probelor a fost efectuată inițial la obiectiv mic (10×), urmată de examinarea la obiectiv mare (20×). Pentru fiecare probă au fost analizate 10 câmpuri microscopice, cu numărarea ouălor și/sau larvelor helmintice depistate. Pe baza acestor date a fost calculată media numărului de elemente parazitare, în vederea determinării intensității invaziei (I.I.).

Gradul de infestare al ovinelor și caprinelor cu helminți a fost stabilit prin calcularea indicilor specifici: extensivitatea invaziei și intensitatea invaziei. Extensivitatea invaziei reprezintă procentul de ovine/caprine infestate, determinat pe baza examenului coprologic, raportat la numărul total de animale din efectivul examinat. Intensitatea invaziei reflectă numărul mediu de ouă, fere sau larve helmintice identificate în probele de fecale analizate, raportat la numărul animalelor infestate.

Eficacitatea preparatelor antihelmintice utilizate în procesul de dehelmintizare a fost evaluată prin calcularea indicilor de intenseficacitate și extenseficacitate. Indicele de intenseficacitate exprimă gradul de reducere a I.I. la nivel individual sau de grup, fiind exprimat în procente. Indicele de extenseficacitate indică proporția procentuală a animalelor deparazitate cu succes, respectiv a celor care au fost eliberate de agentul parazit sau de complexul de paraziți, raportat la numărul total de animale parazitate.

Calculul acestor indici a fost efectuat după formula (1):

$$\text{E.E. (I.E.)} = \left(1 - \frac{\text{E.I.d2 (I.I.d2)} : \text{E.I.d1 (I.I.d1)}}{\text{E.I.c2 (I.I.c2)} : \text{E.I.c1 (I.I.c1)}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Unde indicatorii **d1** reprezintă extensivazia (E.I.d1; I.I.d1) și intensivazia în grupele cercetate până la dehelmintizare și **d2** (E.I.d2; I.I.d2), respectiv după utilizarea preparatelor antihelmintice, în grupele de animale studiate. Grupa de control este reprezentată simbolic de litera **c1** și **c2** cu aceiași parametri de control (E.I.c1; I.I.c2).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Au fost constituite trei loturi experimentale, fiecare cu câte 10 animale: două loturi de studiu (Lotul I – ovine, Lotul II – caprine) și un lot de control. De la animalele selectate aleatoriu s-au colectat probe de mase fecale în zilele 0 și 7, utilizate ulterior pentru examinări coprologice de laborator.

În urma investigațiilor efectuate, s-a confirmat diagnosticul de infestare helmințică, fiind recomandată aplicarea tratamentului antihelmintic la animalele din loturile de studiu.

În urma examenului de laborator au fost identificate au fost identificate ouă aparținând nematodelor din ordinul *Strongylida*, precum *Nematodirus spp.*, *Haemonchus spp.* și *Trichostrongylus spp.*, larve strongilide aparținând speciei *Dictyocaulus filaria*, specifică ovinelor și caprinelor. De asemenea, au fost evidențiați reprezentanți ai familiei *Protostrongylidae*, precum și trematode, inclusiv *Eurytrema pancreaticum* și specii aparținând genului *Dicrocoelium*.

Examenul ovohelmintoscopic și larvohelmintoscopic al probelor de fecale provenite de la ovine a evidențiat o invazie parazitară mixtă, constituită din nematode gastrice și pulmonare. Din totalul probelor examinate (20 de la ovine și 10 de la caprine), strongilatozele digestive au fost depistate la 24 de animale, ceea ce corespunde unei extensivități a invaziei de 53,33%. Intensitatea invaziei a prezentat o valoare medie de 7,16 ouă/câmp microscopic.

În cazul strongilidozelor respiratorii, I.I. a fost de 15,61 ouă/câmp microscopic, iar E.I. a constituit 26,66% din totalul probelor examinate (Tabelul 1).

Loturile nr. 1 și nr. 2 au fost tratate cu produsul Albendazol 2,5%, sub formă de suspensie orală, în timp ce lotul de control (nr. 3) nu a fost supus tratamentului antihelmintic. Dehelmintizarea a fost realizată în ziua 0, imediat după recoltarea probelor de fecale, prin administrarea suspensiei orale în doză de 2 ml/10 kg greutate corporală, corespunzător a 5 mg albendazol/kg greutate corporală.

Eficacitatea preparatului antihelmintic Albendazol 2,5%, utilizat în tratamentul helmintiazelor la ovinele din loturile experimentale I și II, a fost evaluată prin calcularea indicilor de intenseficacitate și extenseficacitate.

În cazul infestațiilor cu forme mature de trematode și al celor determinate de protostrongilide, doza recomandată a fost de 3 ml/10 kg greutate corporală, echivalentul a 7,5 mg albendazol/kg greutate corporală.

Tabelul 1. *Aprecierea indicilor intensității invaziei (I.I.) și extensivității invaziei (E.I.), coprogramă, ziua 0, N=30*

Lot de studiu	Nr. animale	Infestate cu strongilatoze digestive	I.I. nr. ou câmp	E.I. %	Infestate cu strongilidoze respiratorii	I.I. nr. larve câmp	E.I. %
Lot I Ovine	10	6	9,3	60,0	3	18,3	30,0
Lot II Caprine	10	5	6,5	50,0	2	11,75	20,0
Lot III (control)	10	5	5,7	50,0	3	16,8	30,0
Total	30	24	-	-	12	-	-
Media	-	-	7.16	53.33	-	15.61	26.66

Analiza rezultatelor obținute a evidențiat că, la lotul I experimental, la a 7-a zi post-dehelmintizare, preparatul Albendazol 2,5% a determinat o extenseficacitate și o intenseficacitate de 100% față de strongilatozele digestive (Tabelul 2).

Tabelul 2. *Aprecierea eficacității antihelmintice în cazul strongilatozelor digestive la ovine/caprine, coprogramă după dehelmintizare, ziua a 7-a, N=30*

Lot de studiu	Pâna la dehelmintizare		După dehelmintizare		E.E. %, %	I.E., %
	E.I., %	I.I.	E.I., %	I.I.		
Lot I Ovine	100	9,3	0	0	100	100
Lot II Caprine	100	6,5	0	0	100	100
Lot III (control)	100	5,7	100	6,3	-	-

Însă eficacitatea acestui preparat nu a fost atât de ridicată față de strongilidozele respiratorii, înregistrându-se o E.E. de 93,4% și o I.I. de 96% (Tabelul 3). Larvele strongilidozelor respiratorii au fost depistate la una dintre ovinele pozitive din cele trei cazuri inițial identificate înainte de dehelmintizare, fiind observate 4 larve în 7 câmpuri microscopice, ceea ce corespunde unei E.I. de 6,6% și unei I.I. de 0,75 larve/câmp microscopic.

Acest fapt poate fi explicat prin complexitatea ciclului evolutiv și particularitățile de dezvoltare ale nematodelor respiratorii. Este cunoscut faptul că, pentru a ajunge în aparatul respirator, contaminarea se realizează pe cale bucală, iar larvele efectuează o migrație sanguină, parcurgând diferite stadii de năpârlire. În acest sens, sunt sensibile la acțiunea antihelmintică în principal formele adulte (imago), în timp ce stadiile larvare L3, L4 și L5 nu sunt în totalitate afectate de tratament.

Toate cele trei loturi au prezentat o extensivitate a invaziei de 100%, ceea ce indică faptul că toate animalele erau infestate cu helminți înainte de tratament. Intensitatea invaziei a variat ușor între loturi: Lotul I – 9,3, Lotul II – 6,5, Lotul III (control) – 5,7. Aceste valori sugerează o încărcătură parazitară relativ apropiată între grupe, cu o intensitate ușor mai mare în Lotul I.

După dehelmintizare, loturile I și II au prezentat atât E.I., cât și I.I. de 0%, ceea ce înseamnă că nu au mai fost depistate ouă parazitare, iar animalele au fost considerate neinfestate post-tratament. În Lotul III (control), E.I. a rămas 100%, toate animalele continuând să fie infestate, deoarece nu au fost tratate.

Tabelul 3. Aprecierea eficacității antihelmintice în cazul strongilidozelor respiratorii la ovine/caprine, n=30

Lot de studiu	Pâna la dehelmintizare		După dehelmintizare		E.E. %	I.E. %
	E.I. %	I.I.	E.I. %	I.I.		
Lot I Ovine	100	18,3	6,6	0,75	93,4	96,0
Lot II Caprine	100	11,75	5,4	0,6	94,6	97,0
Lot III (control)	100	16,8	100	15,8	-	-

Albendazol 2,5% soluție buvabilă a demonstrat eficacitate atât în reducerea extensivității, cât și a intensității infestației, confirmând acțiunea sa asupra speciilor de helminți investigate. În același timp, lotul de control confirmă că, în absența intervenției terapeutice, infestația persistă și poate menține sau chiar crește nivelul încărcăturii parazitare, ceea ce justifică necesitatea tratamentului.

Înainte de dehelmintizare, toate cele trei loturi prezentau E.I. de 100%, ceea ce confirmă infestarea tuturor animalelor din fiecare grup. Intensitatea invaziei varia între loturi: Lotul I – 8,3 OPG, Lotul II – 11,75 OPG, Lotul III (control) – 16,8 OPG. Aceste date indică o variabilitate inițială a gradului de infestare, cu valori mai mari în Lotul III și mai reduse în Lotul I.

După dehelmintizare, Lotul I (ovine) a prezentat o E.I. de 6,6%, fapt ce denotă o persistență redusă a helmintiazelor după tratament și evidențiază o diminuare semnificativă a extensivității infestației. Intensitatea invaziei a scăzut considerabil, de la 18,3 înainte de tratament la 0,75 după dehelmintizare, ceea ce indică o reducere substanțială a încărcăturii parazitare.

Valoarea extenseficacității de 93,4% demonstrează o eficacitate ridicată a tratamentului în eliminarea infestației la majoritatea animalelor. Totodată, I.E. de 96,0% confirmă o reducere foarte pronunțată a intensității invaziei, evidențiind eficiența înaltă a preparatului antihelmintic utilizat.

Lotul II (caprine) a indicat o E.I. de 5,4%. Intensitatea invaziei a scăzut de la 11,75 înainte de tratament la 0,6 după dehelmintizare, ceea ce demonstrează o eliminare aproape completă a paraziților. E.E. a constituit 94,6%, fiind ușor mai mare comparativ cu Lotul I, ceea ce indică faptul că majoritatea animalelor au fost deparazitate cu succes. Totodată, I.E. a înregistrat cea mai mare valoare, de 97%, evidențiind o reducere foarte pronunțată a intensității invaziei.

Lotul III (control) nu a înregistrat fluctuații semnificative în rezultatele investigațiilor ovohelmintoscopecice, menținând aproximativ aceiași indici și după 14 zile de observație (Tabelul 4).

Medicamentul de uz veterinar Albendazol 2,5% a demonstrat o eficacitate de 100% împotriva strongilatozelor la animalele din Lotul I. Tratamentul a eliminat complet infestația la toate animalele tratate, ceea ce confirmă eficacitatea ridicată a preparatului. Totodată, intensitatea invaziei a fost redusă complet, nefiind depistate ouă de helminți la examinările efectuate după tratament.

În Lotul II, valorile E.E. și I.E. au fost, de asemenea, de 100%, toate animalele fiind libere de infestația cu strongilatoze după administrarea tratamentului. Astfel, în ambele loturi experimentale, preparatul a demonstrat o eficacitate maximă împotriva strongilatozelor, eliminând complet atât prezența paraziților, cât și încărcătura parazitată (Tabelul 4).

Tabelul 4. Aprecierea eficacității tratamentului cu Albendazol 2,5%, lotul tratat, N=20

Lot de studiu	E.E. % strongilatoze	I.E. % strongilatoze	E.E. % strongilidoze	I.E. % strongilidoze	E.E. % medie	I.E. % medie
Lot I Ovine	100	100	93,4	96,0	96,7	98,0
Lot II Caprine	100	100	94,6	97,0	97,3	98,5
Media	100	100	94,0	96,5	97,0	98,25

Aceste rezultate sugerează o eficacitate maximă (100%) a preparatului împotriva nematodelor gastrointestinale implicate, probabil a unor specii sensibile, precum *Haemonchus spp.* și *Trichostrongylus spp.*

În cazul strongilidozelor respiratorii, Lotul I (ovine) a înregistrat o E.E. de 93,4%, însă 6,6% dintre animale au rămas infestate, ceea ce indică o eficacitate ridicată, dar nu completă. Intensitatea invaziei a fost redusă cu 96%, demonstrând o diminuare semnificativă, însă nu totală, a încărcăturii parazitare. În Lotul II (caprine), E.E. a constituit 94,6%, valoare ușor superioară celei înregistrate la ovine.

Pentru ambele loturi experimentale, valorile medii ale E.E. și I.E. au fost de aproximativ 94% și, respectiv, 96,5%. Aceste rezultate reflectă o eficacitate ridicată împotriva strongilidozelor respiratorii, însă ușor inferioară celei observate în cazul strongilatozelor digestive. Acest aspect poate sugera dificultăți sporite în controlul infestațiilor produse de *Dictyocaulus filaria*, determinate de particularitățile biologice ale parazitului și de sensibilitatea diferită a stadiilor sale de dezvoltare la tratamentul antihelmintic.

Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor oferă o perspectivă detaliată asupra eficacității preparatului antihelmintic din grupa benzimidazolilor, Albendazol 2,5% suspensie buvabilă, în combaterea helmintozei la ovine și caprine, cu accent pe nematodele intestinale (strongilatoze digestive) și respiratorii (strongilidoze pulmonare). Aceste date sunt importante pentru înțelegerea modului în care tratamentul influențează extensivitatea și intensitatea infestațiilor parazitare, precum și pentru evaluarea eficacității sale terapeutice.

Rezultatele examenelor coprologice efectuate înainte de administrarea tratamentului (Tabelul 1) au evidențiat prezența poliparazitismului în efectivul investigat. Din totalul probelor examinate, 80% dintre animale au fost afectate de nematode și trematode digestive, 40% de strongilidoze respiratorii, fiind înregistrate 18% monoinvazii și 82% poliinvazii.

Interpretarea rezultatelor obținute permite aprecierea unei eficacități maxime a tratamentului împotriva helmintiazelor digestive specifice ovinelor și caprinelor. Înainte de tratament, toate grupele prezentau o E.E. de 100%, iar după administrarea preparatului, atât E.I., cât și I.I. au scăzut la 0 în loturile de ovine și caprine, corespunzător unor valori ale E.E. și I.E. de 100%. În Lotul III (control), E.I. a rămas 100%, iar I.I. a crescut ușor de la 5,7 la 6,3 ouă/câmp microscopic, confirmând persistența infestației în absența tratamentului.

Rezultatele prezentului studiu sunt în concordanță cu datele raportate de Hora și colaboratorii (2014), care au evidențiat o eficacitate de aproximativ 97–98% a preparatelor pe bază de albendazol împotriva nematodelor gastrointestinale la rumegătoare mici. În cazul ovinelor și caprinelor investigate în Republica Moldova, valorile intensității au depășit 96%, confirmând eficiența ridicată a preparatului în controlul helmintiazelor.

Totodată, studiul aduce informații suplimentare privind eficacitatea tratamentului asupra helmintiazelor respiratorii și a infestațiilor cu trematode, unde au fost înregistrate, de asemenea, valori ridicate ale eficacității terapeutice. Diferențele dintre abordările metodologice utilizate în cele două cercetări — respectiv aplicarea testului de reducere a numărului de ouă din fecale (FECRT) în studiile anterioare și utilizarea indicilor E.I., I.I., E.E. și I.E. în cercetarea de față — oferă o perspectivă complementară asupra evaluării eficacității terapeutice a preparatului Albendazol 2,5%.

În același timp, rezultatele obținute evidențiază necesitatea monitorizării periodice a eficacității benzimidazolilor, în vederea prevenirii apariției și răspândirii fenomenului de rezistență antiparazitară.

CONCLUZII

Rezultatele cercetării au evidențiat o prevalență ridicată a helmintiazelor la ovinele și caprinele investigate, cu predominanța infecțiilor parazitare mixte determinate de nematode gastrointestinale și respiratorii, precum și de trematode.

Administrarea preparatului antihelmintic Albendazol 2,5% a demonstrat o eficacitate terapeutică ridicată în controlul strongilatozelor digestive, fiind înregistrate valori ale extenseficacității și intenseficacității de 100% la animalele tratate. În cazul strongilidozelor respiratorii, eficacitatea a fost, de asemenea, ridicată, însă ușor mai redusă, aspect ce poate fi explicat prin particularitățile biologice ale paraziților implicați.

Comparativ cu lotul martor, la care invazia parazitara s-a menținut constantă, tratamentul cu Albendazol 2,5% a determinat o reducere semnificativă a extensivității și intensității invaziei, confirmând eficiența preparatului în controlul helmintiazelor la rumegătoarele mici.

Rezultatele obținute susțin utilizarea Albendazol 2,5% în programele de dehelminizare la ovine și caprine, cu recomandarea monitorizării periodice a eficacității terapeutice, în vederea prevenirii apariției fenomenului de rezistență antiparazitară.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CERCEL, I.; M. TOMȘA și A. DUMITRIU (2014). Răspândirea oesophagostomozei la ovine în Republica Moldova (epizootologia, dinamica). In: *Lucrări științifice*, Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Chișinău: Centrul editorial UASM, vol. 40: Medicină veterinară: materialele Simpozionului Științific Internațional „40 ani de învățământ superior medical veterinar în Republica Moldova”, pp. 97-98. ISBN 978-9975-64-263-7. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/97-98_14.pdf
2. CHAI, J.-Y.; B.-K. JUNG and S.-J. HONG (2021). Albendazole and Mebendazole as Anti-Parasitic and Anti-Cancer Agents: An Update. *Korean Journal of Parasitology*, vol. 59(3), pp.189-225.
3. CHARLIER, J.; M. V. der VOORT; F. KENYON; P. SKUCE; J. VERCRUYSE (2014). Chasing helminths and their economic impact on farmed ruminants. *Trends Parasitology*, vol. 30(7), pp. 361-367. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1471492214000750?via%3Dihub>
4. DUMITRIU, A. (2013). Răspândirea helmintozei la canis familiaris în unele gospodării particulare de ovine. In: *Lucrări științifice*, Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Chișinău: Centrul editorial UASM, vol. 35: Medicină veterinară: materialele Simpozionului Științific Internațional „Agricultura modernă – realizări și perspective” consacrat aniversării de 80 de ani de la înființarea Universității Agrare de Stat din Moldova, pp. 182-184. ISBN 978-9975-64-247-7. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/182-184_5.pdf
5. DUMITRIU, A. (2023). Zoonotic parasitic diseases – a hidden public health risk. *One Health & Risk Management*, p. 63. Disponibil: <https://journal.ohrm.bba.md/index.php/journal-ohrm-bba-md/article/view/643>
6. DUMITRIU, A.; S. DIDORUC și V. ENCIU (2023). Parascarisidosis and oxiuriasis of horses: diagnosis and treatment. In: *Pathomorphology today: theses of reports of the International scientific conference de-*

- dedicated to the 125th anniversary of the creation of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, September 28-29, 2023. Kyiv, 2023, pp. 60-61. Disponibil: <https://repository.utm.md/handle/5014/33813?show=full>
7. DUMITRIU, A.; M. MOROZ; S. DIDORUC; D. MAȚENCU; C. ROTARU și V. ROTARU (2025). Aprecierea eficacității medicamentului de uz veterinar albendazol 10%, suspensie orală, la bovinele infestate natural. *Știința Agricolă*, no. 2, pp. 113-121. Disponibil: <https://press.utm.md/index.php/as/article/view/2025-2-11/11-pdf>
 8. GEURDEN, T.; E. R. SMITH; J. VERCROYSE; T. YAZWINSKI; T. SETTJE et al. (2022). World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP) guideline for the evaluation of the efficacy of anthelmintics in food-producing and companion animals: general guidelines. *Veterinary Parasitology*, vol. 304. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109698>
 9. HORA, F.; N. MEDERLE; C. BADEA; M. ILIE și Gh. DĂRĂBUȘ (2014). Testarea eficacității produsului Albendazole 10% în parazitismul cu nematozi gastrointestinali la ovine. *Medicamentul Veterinar*, vol. 8 (2), pp. 61-64. Disponibil: [https://www.veterinarypharmacon.com/docs/1437-2014_VD_8\(2\)_ART.5_RO.pdf](https://www.veterinarypharmacon.com/docs/1437-2014_VD_8(2)_ART.5_RO.pdf)
 10. KAPLAN, R. M.; J. M. BURKE; T. H. TERRILL; J. E. MILLER; W. R. GETZ et al. (2004). Validation of the FA-MACHA eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats. *Veterinary Parasitology*, vol. 123 (1-2), pp. 105-120. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15265575>
 11. KAPLAN, R. M. and A. N. VADYASHANKAR (2012). An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, vol. 186, Issues 1-2, pp. 70-78. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401711007801?via%3Dihub%20>
 12. STRYDOM, T.; R. P. LAVAN; S. TORRES and K. HEANEY (2023). The economic impact of parasitism from nematodes, trematodes and ticks on beef cattle production. *Animals (Basel)*, vol. 13(10). Disponibil: <https://doi.org/10.3390/ani13101599>
 13. VERCROYSE, J.; J. CHARLIER; J. V. DIJK; E. R. MORGAN; T. GEARY et al. (2018). Control of helminth ruminant infections by 2030. *Parasitology*, vol. 145, Special Issue 13: Autumn Symposium of the British Society for Parasitology The multi-disciplinarity of parasitology: Host-parasite evolution in an ever changing world, pp. 1655-1664. Disponibil: <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/control-of-helminth-ruminant-infections-by-2030/5E2B8A7B2CFF4E9A7AEA35E33FC7AD9A>
 14. ZAJAC, A. M. (2006). Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, vol. 22(3), pp. 529-541. DOI 10.1016/j.cvfa.2006.07.006.

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 02.04.2026. Accepted 21.05.2026.

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.55505/sa.2026.1.14>

UDC: 619 : 616.995.1 : 636.8



SPECII PARAZITARE IDENTIFICATE LA PISICILE CU HABITAT INTERIOR (*FELIS CATUS*) DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Oleg CHIHAI^{1,2*}, ORCID: 0000-0002-5881-0722,
Nina TĂLĂMBUȚĂ³, ORCID: 0000-0003-3740-4335,
Ștefan RUSU¹, ORCID: 0000-0002-3204-5436,
Maria ZAMORNEA¹, ORCID: 0000-0001-8987-3390

¹Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Zoologie

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

³Universitatea Liberă Internațională din Moldova

*Correspondență: Oleg CHIHAI - e-mail: olegchihai@yahoo.com

Abstract. The study aims to identify the parasitic species and determine their parasitological indices in indoor cats (*Felis catus*) from the municipality of Chișinău. The parasitic species identified in the examined cats were assigned to 4 classes, 6 families, 8 genera, and 9 species. The class Conoidasida comprised *Cystoisospora felis* (8.99%), *T. gondii* / *H. hammondi* (5.62%), and *Sarcocystis* spp. (1.12%), with an overall prevalence of 15.70% for this class. The class Chromadorea was of the greatest bioecological importance and was represented by *Toxocara cati* (13.48%), *Ancylostoma caninum* (6.7%), and *Toxascaris leonina* (4.5%), confirming the predominance of nematodes. Of the class Cestoda, only *Dipylidium caninum* (2.25%) was identified, indicating a low occurrence of cestodes in the cats examined. The class Arachnida was represented exclusively by *Rhipicephalus sanguineus* (1.1%), reflecting the sporadic occurrence of ectoparasites in the study population. Overall, the total prevalence of parasitic infection was 39.3%, demonstrating the predominance of species belonging to the class Chromadorea (27.0%), followed by Conoidasida (15.70%), Cestoda (2.25%), and Arachnida (1.1%).

Keywords: Parasites; Cats; *Felis catus*; Habitats.

Rezumat. Lucrarea are ca scop identificarea speciilor parazitare și determinarea indicilor parazitologici la pisicile (*Felis catus*) cu habitat interior din municipiul Chișinău. În urma investigației au fost identificate 8 specii de paraziți, încadrate în 4 clase, 6 familii și 8 genuri. Clasa Conoidasida a inclus *Cystoisospora felis* (8,99%), *Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi* (5,62%) și *Sarcocystis* spp. (1,12%), cu o prevalență totală de 15,70%. Clasa Chromadorea a fost dominantă, fiind reprezentată de *Toxocara cati* (13,48%), *Ancylostoma caninum* (6,7%) și *Toxascaris leonina* (4,5%), ceea ce confirmă predominanța nematodelor. Clasa Cestoda a fost reprezentată de *Dipylidium caninum* (2,25%), iar clasa Arachnida de *Rhipicephalus sanguineus* (1,1%). Prevalența totală a infecției parazitare a fost de 39,3%, cu predominarea clasei Chromadorea (27,0%), urmată de Conoidasida (15,70%), Cestoda (2,25%) și Arachnida (1,1%).

Cuvinte-cheie: Paraziți; Pisici; *Felis catus*; Habitat.

INTRODUCERE

Pisica domestică (*Felis catus* Linnaeus, 1758) este considerată unul dintre cele mai răspândite animale de companie la nivel mondial, populația globală fiind estimată la peste 373 de milioane de exemplare (Mendoza et al., 2023). În centrele urbane din Europa de Est, inclusiv în municipiul Chișinău, se observă o tendință de creștere a numărului de feline întreținute exclusiv în mediu interior (indoor). Deși studiile epidemiologice confirmă că pisicile cu acces în exterior prezintă un risc de infestare parazitară de aproximativ 2,77 ori mai ridicat comparativ cu cele crescute în interior (Chalkowski et al., 2019), literatura de specialitate subliniază faptul că habitatul interior nu constituie o barieră absolută împotriva parazitozelor. Transmiterea agenților etiologici poate surveni chiar și în condiții de izolare relativă față de mediul extern.

Studiile de prevalență efectuate în diferite regiuni ale Europei și ale Peninsulei Balcanice au evidențiat un spectru variat de specii parazitare la pisicile crescute în habitate domestice. Dintre protozoarele intestinale, *Cystoisospora felis* (sin. *Isospora felis*) și *Cystoisospora rivolta* sunt coccidii cu ciclu de viață direct și eliminare fecală a oocistilor, fiind raportate cu prevalențe de 5,3% și, respectiv, 8,9% la pisicile de casă din Transilvania, România (Mircean et al., 2010). În studiul multicentric european realizat de Beugnet și colaboratorii (2014), prevalența cumulativă a coccidiilor a fost estimată la 9,7%, iar în Grecia a atins 16,4% (Symeonidou et al., 2018). Complexul coccidian *Toxoplasma gondii*/*Hammondia hammondi* prezintă o importanță deosebită din punct de vedere zoonotic, pisica fiind gazda definitivă a lui *T. gondii*. Prevalențe serologice de 37,4% au fost raportate în Slovacia (Antolová et al., 2025), iar de 38,4% la pisicile de companie din Europa Centrală și de Est (Selyemová et al., 2024). De asemenea, *Sarcocystis* spp. a fost identificat cu o prevalență de 1,0% în România (Mircean et al., 2010), fiind asociat în principal cu pisicile care au acces la pradă vie, precum rozătoarele și păsările.

Dintre helmintoze, *Toxocara cati* (Nematoda: Ascarididae) reprezintă unul dintre cei mai frecvenți endoparaziți ai pisicilor domestice. Prevalențe de 20,3% au fost raportate în România (Mircean et al., 2010), 19,7% în cadrul unui studiu multicentric desfășurat în Austria, Belgia, Franța, Ungaria, Italia, România și Spania (Beugnet et al., 2014), 24,2% în Grecia (Symeonidou et al., 2018) și 27,1% în Germania (Becker et al., 2012). Transmiterea transcutanată și galactogenă explică prezența sa chiar și la pisicile de habitat exclusiv interior. Un alt nematod de interes este *Ancylostoma caninum* (Nematoda: Ancylostomatidae), specie caracteristică în principal câinilor, dar care poate infesta și felinele în condiții de coabitare. Importanța sa derivă și din potențialul zoonotic, fiind implicat în producerea sindromului *Larva migrans cutanea* la om. În Albania, prevalența acestei specii la pisici a fost estimată la 44,4% (Knaus et al., 2011).

Cestodele zoonotice au cicluri biologice ce implică gazde intermediare obligatorii: puricele (*Pulicidae*) pentru *Dipylidium caninum* și, respectiv, crustacee copepode (*Cyclopidae*) pentru *Diphyllbothrium latum*, fapt ce limitează semnificativ expresia epidemiologică a acestora la pisicile cu habitat strict de interior. *D. caninum* a fost totuși raportat în proporție de 3,0% în studiul european (Beugnet et al., 2014) și cu o prevalență excepțional de ridicată de 83,3% în studiul de necropsie din Albania (Knaus et al., 2011).

Speciile de ectoparaziți ocupă, de asemenea, un loc important în parazitismul pisicilor domestice. *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodidae), căpușa brună a câinelui, poate infesta și felinele în habitatele în care coexistă cu câini, constituind un vector eficient pentru *Rickettsia conorii* și *Bartonella* spp., cu o seroprevență totală pentru patogeni transmiși de vectori de 9,6% la pisicile din sudul Italiei (Persichetti et al., 2018). Un studiu evidențiază faptul că 29,6% din pisicile europene examinate prezentau cel puțin un

ectoparazit, *Otodectes cynotis* (17,4%) și purici (15,5%) dominând spectrul ectoparazitar (Beugnet et al., 2014). Importanța clinică a ectoparazitozelor rezidă nu doar în acțiunea directă asupra gazdei, ci și în rolul acestora de vectori biologici și mecanici pentru numeroase specii de endoparaziți (Barrera et al., 2026).

Scopul lucrării constă în identificarea speciilor parazitare, precum și determinarea frecvenței și prevalenței parazitismului la pisicile (*Felis catus*) cu habitat interior din municipiul Chișinău. Totodată, studiul urmărește evidențierea importanței bioecologice a speciilor parazitare identificate și subliniază necesitatea supravegherii parazitologice constante, chiar și în cazul felinei întreținute exclusiv în interior, pentru a preveni riscurile asociate sănătății animale și publice.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările parazitologice au fost desfășurate în cadrul Laboratorului de Parazitologie și Helmintologie al Institutului de Zoologie al Universității de Stat din Moldova, utilizând probe de fecale recoltate de la pisici domestice (*Felis catus*) cu habitat interior din municipiul Chișinău, Republica Moldova. Materialul biologic investigat a provenit exclusiv de la feline întreținute în apartament, cu scopul evaluării formelor de infestare parazitară caracteristice acestui tip de habitat.

Examinarea coproparazitologică a probelor a fost realizată prin aplicarea metodelor Popova, Baermann, Fülleborn, Darling și a metodei spălărilor succesive, conform recomandărilor metodologice din literatura de specialitate (Котельников, 1984; Mircean V. et al., 2011). Având în vedere limitările metodelor moleculare în cadrul studiului, diferențierea microscopică a speciilor înrudite a fost limitată, motiv pentru care complexul *Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi* a fost monitorizat unitar (Mircean V. et al., 2010).

Identificarea speciilor parazitare s-a bazat pe analiza caracterelor morfologice, utilizând determinatoarele clasice de specialitate (Рыжиков и др., 1978; 1979; Козлов, 1977). Încadrarea sistematică a protozoarelor (*Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi*, *Cystoisospora felis*, *Sarcocystis* spp.), a helminților (*Dipylidium caninum*, *Toxocara cati*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum*) și a acarianului (*Rhipicephalus sanguineus*) a fost efectuată în conformitate cu baza de date *Taxonomy - NCBI - NLM*.

Prelucrarea statistică a datelor a inclus aplicarea **testului exact Fisher** bilateral și estimarea intervalului de încredere (IC 95%). Testul exact Fisher a fost utilizat pentru evaluarea asocierilor statistice privind prezența parazitară. Intervalele de încredere pentru prevalență au fost calculate utilizând metoda **Wilson score**, considerată adecvată pentru estimarea proporțiilor în eșantioane de dimensiuni mici sau moderate (Wilson, 1927; Newcombe, 1998). Toate calculele statistice au fost efectuate cu ajutorul programului *EpiInfo* 2000 (CDC Atlanta).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prezentul studiu vizează evaluarea frecvenței, prevalenței și a intervalelor de încredere de 95% ale speciilor parazitare identificate la pisicile de apartament (*Felis catus*) din municipiul Chișinău, pe un eșantion de 89 de exemplare, oferind astfel o imagine asupra distribuției parazitare în lotul investigat.

Tabelul 1. Indicii parazitologici ai speciilor parazitare identificate la pisici cu habitat interior

Parazit identificat	Frecvența (n = 89)	Prevalența (%)	IC 95%
<i>Isospora felina</i>	8	8,99	4,63 – 16,75
<i>T. gondii</i> / <i>H. hammondi</i>	5	5,62	2,42 – 12,49
<i>Sarcocystis</i> spp.	1	1,12	0,20 – 6,09
Total protozoare	14	15,70	9,60 – 24,70
<i>Dipylidium caninum</i>	2	2,25	0,62 – 7,83
<i>Toxocara cati</i>	12	13,48	7,88 – 22,10
<i>Toxascaris leonina</i>	4	4,5	1,8 – 11
<i>Ancylostoma caninum</i>	6	6,7	3,1 – 13,9*
Total helminți	24	27,0	18,8 – 37
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	1	1,1	0,2 – 6,1
Total ectoparaziți	1	1,1	0,2 – 6,1
Infecție parazitară totală	35	39,3	29,8 – 49,7
Semnificație statistică: Testul de confidențialitate (IC 95%) calculat prin metoda Wilson (EpiInfo 2000, CDC Atlanta; https://www.cdc.gov/epiinfo/); Testul Fisher exact bilateral (* p < 0,05 ** p < 0,01 *** p < 0,001) – comparație tânără / adultă și femelă / mascul. Steluța (*) se aplică celulei cu prevalența mai ridicată, când p < 0,05 (EpiInfo 2000, CDC Atlanta; https://www.cdc.gov/epiinfo/).			

Rezultatele investigațiilor parazitologice de laborator denotă o parazitofaună variată a pisicilor investigate și o infestare sporită susținută, cu o **prevalență totală** a speciilor parazitare de 39,3% (35/89; IC 95%: 29,8 – 49,7), confirmând faptul că aproximativ 2 din 5 pisici de apartament din municipiul Chișinău sunt purtătoare de cel puțin un agent parazitar (Tabelul 1). Helminții au fost identificați mai frecvent decât protozoarele, cu o prevalență de 27,0% (24/89; IC 95%: 18,8–37,0), comparativ cu 15,7% (14/89; IC 95%: 9,6–24,7) pentru grupul protozoarelor. Această distribuție reflectă preponderența transmiterii prin căi endogene, precum cea galactogenă, prin activarea larvelor aflate în stadiu de hipobioză, dar și prin contaminarea oro-fecală, mecanisme frecvent întâlnite și în mediul domestic urban (Morelli et al., 2021; Beugnet et al., 2014).

Din punct de vedere taxonomic, speciile parazitare identificate la pisicile de apartament (*Felis catus*) din municipiul Chișinău se încadrează în două regnuri (Chromista și Animalia), patru încrengături (Apicomplexa, Plathelminthes, Nematoda și Arthropoda), patru clase (Conoidasida, Cestoda, Chromadorea și Arachnida), cinci ordine (Eucoccidiorida, Cyclophyllidea, Ascaridida, Strongylida și Ixodida), șase familii (Sarcocystidae, Dipylidiidae, Toxocaridae, Ascarididae, Ancylostomatidae și Ixodidae), opt genuri și opt specii (Tabelul 2).

Diversitatea taxonomică identificată în studiul de față se înscrie în tiparele descrise în literatura de specialitate pentru felinele din mediul urban european, deși numărul de specii înregistrat este inferior față de seriile care includ populații mixte (indoor/outdoor). Într-un studiu multicentric pe 1.519 pisici de companie din Austria, Belgia, Franța, Ungaria, Italia, România și Spania, a fost identificată o rată generală de infestare de 50,7%, cu endoparaziți prezenți la 35,1% dintre animale (Beugnet et al., 2014). Această valoare este superioară celei obținute în prezentul studiu, diferență explicabilă prin includerea în lotul european a pisicilor cu acces exterior, factor de risc independent și semnificativ; meta-analizele au cuantificat că pisicile cu acces exterior sunt de 2,77

ori mai expuse infestărilor parazitare comparativ cu cele de interior (Chalkowski et al., 2019). Prin urmare, restricția la habitatul exclusiv interior limitează, în mod previzibil, atât diversitatea specifică, cât și prevalențele individuale, îndeosebi pentru speciile al căror ciclu biologic depinde de gazde intermediare libere în mediu.

Tabelul 2. Structura taxonomică a speciilor parazitare

Clasă	Familie	Specie / Autor
Conoidasida	<i>Sarcocystidae</i>	<i>Cystoisospora felis</i> (Wenyon, 1923) Frenkel, 1977
		<i>T. gondii</i> (Nicolle & Manceaux, 1908) / <i>H. hammondi</i> (Frenkel & Dubey, 1975)
		<i>Sarcocystis</i> spp.
Chromadorea	<i>Toxocaridae</i>	<i>T. cati</i> (Schrunk, 1788)
	<i>Ascarididae</i>	<i>T. leonina</i> (Linstow, 1902)
	<i>Ancylostomatidae</i>	<i>A. caninum</i> (Ercolani, 1859)
Cestoda	<i>Dipylidiidae</i>	<i>D. caninum</i> (Linnaeus, 1758)
Arachnida	<i>Ixodidae</i>	<i>R. sanguineus</i> (Latreille, 1806)
Notă: <i>Isospora felina</i> (Wenyon, 1923) – sin. <i>Cystoisospora felis</i> (Frenkel, 1977) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Toxoplasma gondii</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Hammondia hammondi</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Cystoisospora felis</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Sarcocystis felis</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Toxocara cati</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Toxascaris leonina</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Ancylostoma caninum</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Dipylidium caninum</i>) • Taxonomy browser Taxonomy Browser (<i>Rhipicephalus sanguineus</i>)		

În contrast, un studiu efectuat pe 1.150 de pisici din Grecia a raportat o prevalență generală de 50,7%, cu identificarea a 10 specii de paraziți gastrointestinali, incluzând co-infecții cu până la 5 specii simultan în același eșantion fecal (Symeonidou et al., 2018). Studiul din Transilvania, România, desfășurat într-o zonă apropiată geografic și climatic de Republica Moldova, a descris o prevalență totală de 34,3% (142/414), cu 17,6% dintre pisici prezentând infecții cu două sau mai multe specii (Mircean et al., 2010). Această valoare, obținută pe un eșantion ce a inclus pisici de gospodărie cu acces exterior, constituie un reper epidemiologic esențial pentru interpretarea rezultatelor din municipiul Chișinău.

Clasa Conoidasida (Încrengătura Apicomplexa, Regnul Chromista)

Clasa Conoidasida (Încrengătura Apicomplexa, Regnul Chromista) reunește 3 specii (37,5%): *Cystoisospora felis* (Wenyon, 1923), complexul *Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi* și *Sarcocystis* spp., toate aparținând familiei *Sarcocystidae* și ordinului *Eucoccidiorida*. Aceasta reprezintă clasa cu cea mai înaltă diversitate specifică în lotul studiat, incluzând totodată taxonii cu cel mai pronunțat potențial zoonotic.

În studiul de față, *Cystoisospora felis* a fost identificată cu o frecvență de 8 cazuri din 89 investigate și o prevalență de 8,99% (IC 95%: 4,63 – 16,75%), situându-se pe locul al doilea între endoparaziții diagnosticați. Prezența acestei specii la pisicile de habitat exclusiv interior poate fi explicată prin transmiterea fecal-orală directă, realizată prin intermediul oochiștilor sporulați care persista în litieră, independent de contactul cu mediul exterior. De asemenea, au fost evidențiate două asociații parazitare bispecifice, *C. felis* cu *Toxocara cati* și, respectiv, *C. felis* cu *Ancylostoma caninum*.

Dominanța numerică a protozoarelor (37,5%) în structura taxonomică a studiului nostru este în concordanță cu datele europene recente, care subliniază subestimarea istorică a protozoarelor față de infestările helmintice. Prezența *Cystoisospora felis* (sin. *Isospora felis*) a fost identificată cu prevalențe variabile în funcție de țară și metodologie. Identificarea speciei *Cystoisospora* spp. în 9,7% din probe constituie cel mai frecvent protozoar intestinal detectat coproscopic în seria europeană (Beugnet et al., 2014), plasând *Cystoisospora* spp. pe locul al doilea ca frecvență (16,4%), după *Toxocara cati*, în seria greacă (Symeonidou et al., 2018), iar *Isospora rivolta* este raportată în 8,9% și *Isospora felis* în 5,3% la pisicile de casă din Transilvania (Mircean et al., 2010). Prezența *Cystoisospora felis* la pisicile de apartament din Chișinău, în pofida habitatului interior, este explicabilă prin mecanismul de transmitere fecal-orală directă, prin rezistența sporită a oochiștii sporulați în litiera contaminată și prin posibilitatea infestării prin ingestia de gazde paratenice (rozătoare).

În studiul nostru, *C. felis* a înregistrat o prevalență 8,99% și o frecvență de 8/89 (IC~95% încadrat între 4,63 – 16,75%), reprezentând al doilea endoparazit ca frecvență în categoria de pisici investigate. Relevanță biologică: transmitere fecal-orală directă prin oochiștii sporulați prezenți în litieră, independentă de accesul exterior, ceea ce explică prezența sa în habitatul exclusiv interior. Au fost înregistrate două asociații parazitare bispecifice: *C. felis* + *T. cati*; *C. felis* + *A. caninum*.

Complexul *Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi*, în studiul realizat, a fost identificat cu o prevalență de 5,62% (5/89; IC 95%: 2,42–12,49%). Importanța acestui complex parazitar este deosebită, în special prin prisma sănătății publice, deoarece pisica reprezintă gazda definitivă pentru *T. gondii*. În absența metodelor moleculare, diferențierea coproscopică a celor două specii nu este posibilă. Prezența acestui complex la pisicile de habitat interior poate fi explicată prin consumul de carne crudă sau insuficient preparată termic, inclusiv carne de pradă (rozătoare, păsări). În lotul investigat, acesta a fost identificat în două asociații parazitare bispecifice: *T. gondii* / *H. hammondi* + *T. cati*; *T. gondii* / *H. hammondi* + *A. caninum*.

Din perspectiva sănătății publice, complexul (*Toxoplasma gondii*/*Hammondia hammondi*) reprezintă cel mai important taxon identificat. Unii autori raportează o seroprevalență de 37,4% (165/441) pentru *T. gondii* la pisicile din Slovacia, fără diferențe semnificative statistic între pisicile adăpostite și cele de companie (27,6% față de 38,4%; $p = 0,60$) (Antolová et al., 2025). Prezența *T. gondii* la pisicile de habitat interior este posibilă prin consumul de carne crudă sau insuficient procesată termic furnizată de proprietar, cale de transmitere frecvent neglijată în contextul urban.

Specia parazitară *Sarcosystis* spp. a fost identificată în studiul actual cu o prevalență de 1,12% și o frecvență de 1/89 (IC 95%: 0,20 – 6,09%), sub forma cazurilor izolate de monoinvazie. Relevanța biologică a acestui parazit în condițiile habitatului exclusiv interior este redusă, întrucât ciclul său biologic presupune obligatoriu ingestia unor gazde intermediare infestate, precum rozătoarele sau păsările. Prevalența foarte scăzută observată în prezentul studiu este în concordanță cu limitarea comportamentului de vânatoare la pisicile de apartament.

În literatură științifică, *Sarcocystis* spp. a fost raportat cu o prevalență de 1,0% la pisicile de casă din Transilvania (Mircean et al., 2010), prevalență redusă este justificată de ingestia de pradă infectată (rozătoare, păsări), practic absentă la pisicile cu habitat strict de interior.

Astfel, în cadrul clasei Conoidasida, au fost identificate *Cystoisospora felis* (menționată anterior ca *Isospora felina*), cu o prevalență de 8,99%, *T. gondii* / *H. hammondi* – 5,62% și *Sarcocystis* spp. – 1,12%. Per ansamblu, reprezentanții acestei clase au însumat o prevalență totală de 15,70%.

Clasa Cestoda

Clasa Cestoda (Încrângătura *Platyhelminthes*, Regnul *Animalia*) cuprinde o specie (25,0%): *Dipylidium caninum* (Linnaeus, 1758) din ordinul *Cyclophyllidea*, familia *Dipylidiidae*. Specia are un ciclu biologic heteroxen obligatoriu cu gazde intermediare, care presupune ingestia accidentală a unui purice (*Ctenocephalides felis*/*C. canis*) infestat cu cisticercoizi. Prin urmare, în mod normal, aceștia lipsesc din habitatul interior, iar identificarea respectivei specii parazitare la pisicile de apartament indică un acces episodic nesupravegheat la exterior.

Dipylidium caninum a fost evidențiat în cercetările noastre cu o prevalență de 2,25% și o frecvență de 2/89 (IC 95% : 0,62–7,83%), în ambele cazuri fiind înregistrat în monoinfecții. Importanța biologică a acestei specii derivă din ciclul său dioxen obligatoriu, infestarea realizându-se prin ingestia accidentală a puricilor (*Ctenocephalides felis* / *C. canis*) infectați cu cisticercoizi (gazde intermediare). Prin urmare, identificarea sa la pisicile de apartament constituie un indicator indirect al prezenței ectoparaziților în mediul domestic. Cazurile înregistrate sugerează existența unor deficiențe în profilaxia antiparazitară, în special în controlul infestării cu purici.

Raportarea speciei *D. caninum* în 3,0% la pisicile europene de companie (Beugnet et al., 2014), este o valoare concordantă cu prevalențele reduse așteptate în țările cu bune practici antiparazitare. În contrast, datele din țările balcanice privind pisicile de stradă indică prevalențe semnificativ mai ridicate. Astfel, *D. caninum* este raportat drept cel mai frecvent helminț identificat la pisicile vagabonde din Thessaloniki, cu o prevalență de 39,53% (necropsie), urmat de *T. cati* (18,14%) și *Ancylostoma* spp. (11,63%), date care reflectă prevalența puricelui (Pulicidae) în populațiile feline fără supraveghere veterinară (Lefkaditis et al., 2014). Un alt studiu de necropsie pe pisici din Tirana (Albania) descrie o prevalență sporită a *D. caninum* de 83,3%, explicabilă prin infestarea endemică cu *Ctenocephalides* spp. și absența tratamentelor antiparazitare sistematice în contextul balcanic (Knaus et al., 2011). Această comparație evidențiază faptul că habitatul interior și profilaxia antiparazitară sistematică reduc dramatic prevalența *D. caninum*, dar nu o elimină complet.

Astfel, din clasa Cestoda a fost identificată o singură specie, *Dipylidium caninum*, cu o prevalență de 2,25%, ceea ce indică o răspândire redusă a cestodelor în populația investigată.

Clasa Chromadorea (Încrângătura Nematoda, Regnul Animalia)

Clasa *Chromadorea* este reprezentată prin 3 specii (37,5%): *Toxocara cati* (Schränk, 1788) și *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902) din ordinul *Ascaridida*, familia *Toxocaridae*, și *Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859) din ordinul *Strongylida*, familia *Ancylostomatidae*. Primele două specii prezintă un ciclu direct, iar *T. cati* se distinge suplimentar prin căi de transmitere transplacentară și galactogenă, ceea ce explică identificarea sa inclusiv la pisicile fără acces în mediul exterior. *Ancylostoma caninum* prezintă, de asemenea, transmitere transplacentară și galactogenă, precum și infestare transcutanată cu larve L3.

La pisicile investigate, *Toxocara cati* a înregistrat cea mai ridicată prevalență: 13,48% și frecvență de 12/89 (IC 95% : 7,88–22,10%). Importanța sa biologică și epidemiologică este majoră, deoarece transmiterea maternă contribuie la menținerea infestării în absența accesului la exterior, simpla întreținere a pisicilor în apartament nefiind suficientă fără deparazitări periodice. Specia prezintă, de asemenea, relevanță zoonotică, fiind implicată *Larva migrans viscerală* și oculară la om. În studiul de față, *T. cati* a fost identificată în două asociații bispecifice: *T. cati* + *C. felis*; *T. cati* + *T. gondii* / *H. hammondi*.

Literatura de specialitate indică *T. cati* drept cel mai frecvent endoparazit diagnosticat la pisicile domestice în Europa, constituind un indicator-cheie al persistenței parazitare în populație. Această specie se raportează la 19,7% (IC-95%~ 17,8–21,8%) din pisicile europene examinate (Beugnet et al., 2014), seroprevalențe raportate la pisicile domestice din Europa Centrală și de Est variind între 18,6% la pisicile de interior din Budapesta (Dunay et al., 2024), valoare confirmată în România cu 20,3% (Mircean et al., 2010) și 60,7% în unele serii din Ungaria (Györke et al., 2024). fiind identificate și valori de 27,1% în nordul Germaniei (Becker et al., 2012) și 24,2% în Grecia (Symeonidou et al., 2018). Persistența *T. cati* la pisicile de interior este explicată prin transmiterea transplacentară și galactogenă, fiind considerate căi independente de expunere la mediul extern, ceea ce face imposibilă eliminarea sa prin restricția de habitat interior în absența deparazitărilor periodice.

Specia *Toxascaris leonina* a fost identificată la pisicile investigate din studiul nostru cu o prevalență de 4,49% (4/89; IC 95%: 1,76-10,99%), toate cazurile fiind monoinvazii. Având un ciclu biologic direct (ingestia ouălor sau a gazdelor paratenice), dar fără transmitere transplacentară sau lactogenă, frecvența sa este mai redusă la pisicile de apartament. La nivel european, această specie reprezintă, de regulă, sub 5% din totalul endoparaziților diagnosticați la pisicile de companie (Beugnet et al., 2014; Barrera et al., 2025). În studiul de față, toate cele 4 cazuri de *T. leonina* au fost înregistrate ca monoinvazii, fără asociere cu alte specii parazitare.

Specia *Ancylostoma caninum* a fost identificată în cercetările noastre cu o prevalență de 6,74% și o frecvență de 6/89 (IC 95%: 3,13 – 13,94%). Deși specifică câinilor, specia poate infesta și felinele, prin contact cu larvele infestante din mediul contaminat. În habitatul domestic, infestarea poate surveni și indirect, prin introducerea mecanică a elementelor infestante din exterior. Specia prezintă importanță zoonotică (sindromul *Larva migrans cutanata*). În studiul nostru, a fost înregistrată în 2 asociații: (*A. caninum* + *C. felis*) și (*A. caninum* + *T. gondii* / *H. hammondi*). Prevalența înregistrată este mai redusă decât în mediul rural din România (10,1%) (Mircean et al., 2010) sau decât rata excepțională de 44,4% raportată în Albania (Knaus et al., 2011), explicabilă prin climatul cald și umed favorabil dezvoltării larvelor L3 în sol.

Clasa Arachnida (Încrengătura *Arthropoda*, Regnul *Animalia*)

Clasa *Arachnida* este reprezentată printr-o singură specie (12,5%): *Rhipicephalus sanguineus* s.l. (Latreille, 1806), din ordinul *Ixodida*. Specia a avut o prevalență de 1,12% (1/89; IC 95%: 0,20–6,09%). Relevanța sa rezidă în capacitatea sa de a se dezvolta în habitate interioare și în rolul de vector pentru *Rickettsia conorii* și *Bartonella* spp. (Persichetti et al., 2018). Pnderea mai redusă a *R. sanguineus* la o pisică de apartament poate sugera coabitarea cu câini sau proveniența recentă a animalului dintr-un areal endemic.

Într-un studiu realizat în sudul Italiei pe 197 de pisici, se raportează faptul că pisicile expuse la ectoparaziți și lipsite de tratament preventiv manifestă o rată semnificativ mai mare de infecții cu agenți transmiși de vectori față de pisicile de interior tratate preventiv pentru rickettsioză (*Rickettsia* spp.) și bartoneloză (*Bartonella* spp.), fapt care atestă dovada prezenței patogenilor vectoriali (Persichetti et al., 2018). La nivel european, s-a înregistrat o infestare cu ectoparaziți în 29,6% la pisicile de companie, cu *Otodectes cynotis* (17,4%) și *Pulcidae* (15,5%) ca specii dominante (Beugnet et al., 2014). Ponderea mai redusă a *R. sanguineus* în lotul nostru, față de raportările studiilor mediteraneene și balcanice, este justificată de climatul continental temperat al Republicii Moldova, mai puțin favorabil activității căpușelor din familia Ixodidae, comparativ cu regiunile sudice.

Distribuția procentuală a speciilor identificate pe clase taxonomice relevă predominanța speciilor din clasa *Conoidasida* (37,5%), urmate de cele din clasa *Cestoda* (25,0%) și clasa *Chromadorea* (25,0%), în timp ce ectoparaziții din clasa *Arachnida* dețin ponderea cea mai redusă (12,5%) în tabloul parazitologic al pisicilor investigate.

Considerațiile integrative privind spectrul taxonomic în baza comparațiilor distribuției speciilor parazitare pe clase taxonomice între cercetarea de față și seriile de studii europene și balcanice de referință, elucidează o convergență structurală: dominanța protozoarelor (*Conoidasida*) și a nematodelor (*Chromadorea*) reprezintă o caracteristică stabilă, confirmată din România (Mircean et al., 2010) până în Peninsula Iberică (Beugnet et al., 2014; Symeonidou et al., 2018). Diferența esențială față de studiile la pisici cu acces exterior constă în absența sau prevalența semnificativ redusă a helminților pulmonari (*Aelurostrongylus abstrusus*, *Troglostrongylus brevior*) și a trematodelor, specii strict dependente de gazde intermediare din mediu liber. Profilul taxonomic al pisicilor de interior din Chișinău reflectă, astfel, un echilibru între speciile cu transmitere directă sau verticală, care persistă independent fără acces exterior (Chalkowski et al., 2019), iar speciile cu ciclu heteroxen obligatoriu, a căror identificare poate indica nerespectarea strictă a regimului de întreținere în interior sau existența unor deficiențe în alimentație și profilaxia antiparazitară (Beugnet et al., 2014; Knaus et al., 2011).

Clasa *Arachnida* a fost reprezentată exclusiv de *Rhipicephalus sanguineus*, cu o prevalență de 1,1%, valoare ce reflectă caracterul sporadic al ectoparaziți în lotul studiat. În consecință, structura taxonomică a parazitofaunei identificate la pisicile cu habitat interior din municipiul Chișinău evidențiază predominarea speciilor care se transmit direct sau pe cale verticală (materno-fetală), având capacitatea de a se menține independent de accesul animalului în mediu exterior (Chalkowski et al., 2019). Totodată, identificarea speciilor cu ciclu heteroxen obligatoriu indică nerespectarea strictă a condițiilor de întreținere specifice habitatului interior sau existența unor deficiențe în alimentație și profilaxia antiparazitară (Beugnet et al., 2014; Knaus et al., 2011).

Rezultatele privind prevalența paraziților identificați la pisicile investigate cu habitat interior din mun. Chișinău relevă predominarea helminților, în care *Toxocara cati* ocupă poziția dominantă, cu o prevalență de 13,48%. Dintre protozoare, cea mai răspândită specie a fost *Isospora felina* (8,99%), urmată de *T. gondii* / *H. hammondi* (5,62%), în timp ce *Sarcocystis* spp. a fost identificat sporadic (1,12%). În categoria helmintilor, pe lângă *T. cati*, mai sunt evidențiate *Ancylostoma caninum* (6,7%), *Toxascaris leonina* (4,5%) și *Dipylidium caninum* (2,25%). Ectoparazitazele au o importanță redusă, fiind reprezentate doar de *Rhipicephalus sanguineus* (1,1%). Prevalența globală a infecției parazitare a constituit 39,3%, confirmând o circulație semnificativă a speciilor parazitare în populația de pisici cu habitat interior (apartament) și rolul predominant al helmintozelor în structura invaziilor identificate.

Analiza pe categorii taxonomice evidențiază predominarea helminților, cu o prevalență totală de 27,0%, comparativ cu protozoarele, care au însumat 15,70%, și cu ectoparazitazele, înregistrate doar în 1,1% din cazuri. Per ansamblu, infestarea parazitare totală a constituit 39,3%, evidențiind predominarea speciilor aparținând clasei *Chromadorea* (27,0%), urmate de reprezentanții clasei *Conoidasida* (15,70%). Clasele *Cestoda* (2,25%) și *Arachnida* (1,1%) au avut o pondere redusă, ceea ce demonstrează că mai mult de o treime dintre pisicile investigate au fost pozitive pentru cel puțin un parazit, cu predominarea clară a infestațiilor helmintice în structura generală a parazitofaunei identificate.

Gruparea rezultatelor după gradul de confidență al estimărilor prevalenței (IC 95%) are valoare statistică și biologică, deoarece permite distingerea estimărilor stabile de cele marcate de incertitudine. În condițiile unui eșantion de 89 de exemplare, această abordare contribuie la o interpretare mai riguroasă a distribuției parazitare și la aprecierea relevanței epidemiologice reale a speciilor identificate.

Criteriul de separare aplicat este lărgimea relativă a intervalului de încredere Wilson față de estimarea punctuală, corelată cu efectivul de cazuri pozitive (n). Pragul convențional utilizat: specii cu $n \geq 5$ generează estimări stabile și interpretabile clinic; specii cu $n \leq 4$ generează intervale excesiv de largi, cu valoare inferențială limitată.

Tabelul 3. Estimări confidente

Specia	n	P (%)	IC-95%	Lărgime IC
<i>Toxocara cati</i>	12	13,48	7,88–22,10	14,22 pp
<i>Cystoisospora felis</i>	8	8,99	4,63–16,75	12,12 pp
<i>Ancylostoma caninum</i>	6	6,74	3,13–13,94	10,81 pp
<i>T. gondii</i> / <i>H. hammondi</i>	5	5,62	2,42–12,49	10,07 pp
Estimări confidente ($n \geq 5$; IC-95%~ interpretabil) PP - puncte procentuale				

Rezultatele prezentate pot fi considerate estimări fidele din punct de vedere statistic, deoarece pentru toate speciile incluse numărul de cazuri este $n \geq 5$, iar IC 95% este interpretabil (Tabelul 3). Totuși, lărgimea intervalelor de încredere, cuprinsă între 10,07 și 14,22 puncte procentuale, arată că precizia estimărilor rămâne moderată, ceea ce sugerează necesitatea unor loturi mai mari pentru o cuantificare mai exactă a prevalenței.

Semnificația statistică constă în faptul că cea mai stabilă estimare din grup este pentru complexul *Toxoplasma gondii* / *Hammondia hammondi* (IC 95%: 2,42–12,49; lărgime 10,07 pp), urmată de *Ancylostoma caninum* (lărgime 10,81 pp), ceea ce indică o variabilitate relativ mai redusă. În schimb, pentru *Toxocara cati* (IC 95%: 7,88–22,10; lărgime 14,22 pp) și *Cystoisospora felis* (IC 95%: 4,63–16,75; lărgime 12,12 pp), intervalele sunt mai largi, reflectând o incertitudine statistică mai mare, chiar dacă prevalențele observate sunt mai înalte.

Relevanța biologică derivă din faptul că *Toxocara cati* are cea mai mare importanță, deoarece deține atât cea mai înaltă prevalență observată (13,48%), cât și o limită inferioară relativ ridicată a IC 95%, ceea ce susține rolul său de specie dominantă în structura invaziilor diagnosticate. *Cystoisospora felis* ocupă locul secund, confirmând importanța coccidiozelor în lotul examinat. *Ancylostoma caninum* și *T. gondii* / *H. hammondi*, deși au prevalențe mai reduse, păstrează relevanță biologică prin impactul lor patogen și epidemiologic, fiind specii care contribuie constant la tabloul general al parazitismului.

Tabelul 4. Estimări neconfidente

Specia	n	P (%)	IC-95%	Lărgime IC
<i>Toxascaris leonina</i>	4	4,49	1,76–10,99	9,23 pp
<i>Dipylidium caninum</i>	2	2,25	0,62–7,83	7,21 pp
<i>Sarcocystis spp.</i>	1	1,12	0,20–6,09	5,89 pp
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	1	1,12	0,20–6,09	5,89 pp
Estimări neconfidente ($n \leq 4$; IC-95%~ excesiv de larg/nesemnificativ) PP - puncte procentuale				

Estimările neconfidente din punct de vedere statistic sunt considerate rezultatele cu un număr de cazuri foarte redus ($n < 5$), fapt care limitează robustețea inferenței și reduce puterea de generalizare a prevalențelor observate (Tabelul 4). Deși IC 95% rămâne calculabil, aceste intervale trebuie interpretate cu prudență, întrucât valorile obținute pot varia considerabil în loturi mai mari. Lărgimea intervalului de încredere, cuprinsă între 5,89 și 9,23 puncte procentuale, reflectă o precizie aparent acceptabilă numeric, dar insuficientă ca valoare inferențială din cauza frecvenței foarte mici a cazurilor. Din puncte de vedere bioecologic, estimările neconfidente cu număr de cazuri foarte scăzut ($n < 5$) confirmă nivelul redus de infestare cu specii parazitare la pisicile cu habitat interior, ceea ce reflectă limitarea riscului de contaminare cu paraziți din mediul exterior.

Din punct de vedere statistic, cea mai puțin instabilă estimare din grup este pentru *Sarcocystis* spp. și *Rhipicephalus sanguineus* (IC 95%: 0,20 – 6,09; lărgime 5,89 pp), urmate de *Dipylidium caninum* (IC 95%: 0,62 – 7,83; lărgime 7,21 pp). Cea mai mare variabilitate a fost înregistrată la *Toxascaris leonina* (IC 95%: 1,76–10,99; lărgime 9,23 pp), ceea ce indică cea mai mare incertitudine statistică din acest subgrup. În ansamblu, toate aceste estimări sugerează prezențe sporadice, insuficient susținute numeric pentru a fi considerate stabile.

Sub aspect biologic, speciile incluse păstrează totuși relevanță epidemiologică, chiar dacă apar la frecvențe joase. *Toxascaris leonina* are cea mai mare importanță relativă în acest grup, prin prevalența observată de 4,49%, sugerând o circulație redusă, dar existentă, în populația investigată. *Dipylidium caninum* (2,25%) indică o transmitere ocazională, dependentă de prezența gazdelor intermediare. *Sarcocystis* spp. și *Rhipicephalus sanguineus* (câte 1,12%) reflectă apariții izolate, cu semnificație biologică mai ales calitativă, prin confirmarea prezenței acestor paraziți în lot, decât cantitativă, prin amploarea infestării.

Astfel, putem conchide că separarea rezultatelor în funcție de gradul de confidență al estimărilor prevalenței, exprimat prin intervalele de încredere de 95% (IC 95%), prezintă importanță atât statistică, cât și biologică. Din punct de vedere statistic, această abordare permite diferențierea estimărilor mai stabile și mai precise de cele caracterizate printr-un grad mai mare de incertitudine, determinat în special de frecvența redusă a unor specii parazitare în eșantionul analizat ($N = 89$). Din perspectivă biologică, delimitarea în grupe confidente și neconfidente facilitează interpretarea corectă a relevanței epidemiologice a speciilor identificate, permițând distingerea paraziților cu răspândire mai constantă de cei semnați sporadic sau accidental în populația investigată.

CONCLUZII

1. Frecvența cea mai înaltă este înregistrată la specia *Toxocara cati* – 12 cazuri identificate din 89 animale examinate, urmată de *Cystoisospora felis* – 8/89 și de *Ancylostoma caninum* – 6/89. O frecvență moderată s-a constatat la *T. gondii* / *H. hammondi* – 5/89 și la *Toxascaris leonina* – 4/89. Frecvență redusă a fost determinată la *Dipylidium caninum* – 2/89, iar frecvență rară s-a identificat la *Sarcocystis* spp. – 1/89 și *Rhipicephalus sanguineus* – 1/89.
2. Clasa *Chromadorea* (27,0%) are ponderea dominantă în structura parazitofaunei identificate, fiind reprezentată de *Toxocara cati* (13,48%), *Ancylostoma caninum* (6,7%) și *Toxascaris leonina* (4,5%). Predominanța acestei clase poate fi explicată prin circulația mai intensă a nematodelor în mediul de viață al pisicilor și prin transmiterea facilă a formelor infestante, ceea ce favorizează menținerea unui nivel mai înalt al infestării.

3. Clasa *Conoidasida* (15,70%) s-a situat pe locul al doilea ca frecvență. În această clasă au fost incluse *Cystoisospora felis* (8,99%), *T. gondii* / *H. hammondi* (5,62%) și *Sarcocystis* spp. (1,12%). Prezența acestor protozoare indică participarea importantă a contaminării alimentare și de mediu în transmiterea infecției, însă ponderea lor mai redusă comparativ cu nematodele sugerează condiții mai limitate de răspândire.
4. Clasa *Cestoda* (2,25%) a fost reprezentată exclusiv de *Dipylidium caninum* (2,25%). Ponderea redusă a acestei clase poate fi explicată prin faptul că transmiterea cestodelor depinde de prezența gazdelor intermediare, în special a puricilor, ceea ce limitează extinderea infestării în absența unui contact constant cu acești vectori.
5. Clasa *Arachnida* (1,1%) a înregistrat cea mai mică prevalență, fiind reprezentată doar de *Rhipicephalus sanguineus* (1,1%). Caracterul sporadic al acestei clase se explică prin faptul că ectoparaziții depind în mare măsură de expunerea la mediul exterior și de condițiile ecologice favorabile dezvoltării lor.
6. Estimări statistice suficient de confidente au fost constate la speciile parazitare cu $n \geq 5$, care au generat rezultate interpretabile, deși lărgimea moderată a IC 95% indică o precizie limitată. Cea mai importantă specie din punct de vedere bioecologic rămâne *Toxocara cati*, urmată de *Cystoisospora felis*, în timp ce *Ancylostoma caninum* și *T. gondii* / *H. hammondi* au relevanță bioecologică secundară, dar constantă.
7. Speciile cu $n < 5$ au generat estimări neconfidente statistic, deoarece frecvența redusă a cazurilor limitează precizia și puterea de generalizare a prevalențelor observate. Aceste rezultate confirmă prezența sporadică a unor specii parazitare cu relevanță bioecologică secundară, dintre care *Toxascaris leonina* are cea mai mare pondere, iar *Dipylidium caninum*, *Sarcocystis* spp. și *Rhipicephalus sanguineus* reflectă apariții izolate la pisicile investigate.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului 010701, „Evaluarea structurii și funcționării lumii animale și ecosistemelor acvatice sub influența factorilor biotici și abiotici în contextul asigurării securității ecologice și bunăstării populației”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANTOLOVÁ, D.; D. VALENTOVÁ; K. STRIŠKOVÁ and D. KAŇUK (2025). Prevalence of intestinal parasites in owned and shelter cats in Slovakia and felines from Slovak Zoos: a three-year survey with special focus on *Toxoplasma gondii*. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, vol. 8. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2025.100294>
2. BARRERA, J. P.; A. MONTOYA; V. MARINO; J. SARQUIS; R. CHECA et al. (2026). Intestinal parasite prevalences in dogs and cats: a decade of retrospective data from a reference veterinary laboratory in Madrid, Spain. *Parasites Vectors*, vol. 19(45). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/s13071-025-07168-1>
3. BECKER, A.-C.; M. ROHEN; C. EPE and T. SCHNIEDER (2012). Prevalence of endoparasites in stray and fostered dogs and cats in Northern Germany. *Parasitology Research*, vol. 111, nr. 3, pp. 849-857. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2909-7>
4. BEUGNET, F.; P. BOURDEAU; K. CHALVET-MONFRAY; V. COZMA; R. FARKAS et al. (2014). Parasites of domestic owned cats in Europe: co-infestations and risk factors. *Parasites & Vectors*, vol. 7(291). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-291>
5. CHALKOWSKI, K.; A. E. WILSON; C. A. LEPCZYK and S. ZOHDY (2019). Who let the cats out? A global meta-analysis on risk of parasitic infection in indoor versus outdoor domestic cats (*Felis catus*). *Biology Letters*, vol. 15, no. 4. Disponibil: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0840>
6. DUNAY, M. P.; D. ZÓLYOMI; E. GULYÁS and I. R. DUNAY (2024). *Toxoplasma gondii* seroprevalence and risk factors of cats in the Budapest area. *Acta Veterinaria Hungarica*, vol. 14, nr. 4, pp. 340-345. DOI 10.1556/1886.2024.00079.

7. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC) (2000). *Epi Info™*. CDC's website. Disponibil: <https://www.cdc.gov/epiinfo/>
8. GYÖRKE, A.; A. BALEA; S. BORȘAN; C. SU; T. JIANG et al. (2024). Toxoplasma gondii genotypes and frequency in domestic cats from Romania. *BMC Veterinary Research*, nr. 20(1), p. 369. DOI 10.1186/s12917-024-04210-9.
9. KNAUS, M.; I. KUSI; D. RAPTI; D. XHAXHIU; R. WINTER et al. (2011). Endoparasites of cats from the Tirana area and the first report on *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) in Albania. *Wiener Klinische Wochenschrift*, vol. 123, Suppl. 1, pp. 31-34. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s00508-011-1588-1>
10. LEFKADITIS, M. A.; A. I. PAȘTIU; A. RODI-BURIEL; A.V. SOSSIDOU; A. H. PANORIAS et al. (2014). Helminth burden in stray cats from Thessaloniki, Greece. *Helminthologia*, vol. 51, no. 1, pp. 33-37. Disponibil: <https://doi.org/10.2478/s11687-014-0211-1>
11. MENDOZA ROLDAN, J. and D. OTRANTO (2023). Zoonotic parasites associated with predation by dogs and cats. *Parasites Vectors*, nr. 16(55). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05670-y>
12. MIRCEAN, V.; V. COZMA and A. GYORKE (2011). *Diagnostic coproparazitologic în bolile parazitare la animale*. Cluj-Napoca, 344 p. identificat in citari
13. MIRCEAN, V.; A. TITILINCU and C. VASILE (2010). Prevalence of endoparasites in household cat (*Felis catus*) populations from Transylvania (Romania) and association with risk factors. *Veterinary Parasitology*, vol. 171, nr. 3-4, pp. 163-166. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.03.005>
14. MORELLI, S.; A. DIAKOU; A. Di CESARE; M. COLOMBO and D. TRAVERSA (2021). Canine and Feline Parasitology: Analogies, Differences, and Relevance for Human Health. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 34(4). DOI 10.1128/CMR.00266-20.
15. NEWCOMBE, R. G. (1998). Two-sided confidence intervals for the single proportion: comparison of seven methods. *Statistics in Medicine*, vol. 17, nr. 8, pp. 857-872. Disponibil: 10.1002/(sici)1097-0258(19980430)17:8<857::aid-sim777>3.0.co;2-e
16. PERSICHETTI, M. F.; M. G. PENNISI; A. VULLO; M. MASUCCI; A. MIGLIAZZO et al. (2018). Clinical evaluation of outdoor cats exposed to ectoparasites and associated risk for vector-borne infections in southern Italy. *Parasites & Vectors*, vol. 11(136). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2725-8>
17. SELYEMOVÁ, D.; D. ANTOLOVÁ; B. MANGOVÁ; J. JAROŠOVÁ; M. LIČKOVÁ et al. (2024). Cats as a sentinel species for human infectious diseases - toxoplasmosis, trichinellosis, and COVID-19. *Current Research Parasitology & Vector Borne Diseases*, vol. 6. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2024.100196>
18. SYMEONIDOU, I.; A. I. GELASAKIS; K. ARSENOPOULOS; A. ANGELOU; F. BEUGNET et al. (2018). Feline gastrointestinal parasitism in Greece: emergent zoonotic species and associated risk factors. *Parasites & Vectors*, vol. 11(227). Disponibil: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2812-x>
19. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM). (2026). *NCBI Taxonomy*. NLM, USA.gov website. Disponibil: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/taxonomy/>
20. WILSON, E. B. (1927). Probable Inference, the Law of Succession, and Statistical Inference. *Journal of the American Statistical Association*, nr. 22(158), pp. 209-212. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/01621459.1927.10502953>
21. КОЗЛОВ, Д. П. (1977). *Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР*. Москва: «Наука», 1977. 275 с.
22. КОТЕЛНИКОВ, Г. А. (1984). *Гельминтологические исследования животных и окружающей среды*. Москва: Колос, 208 с.
23. РЫЖИКОВ, К. М.; Е. В. ГВОЗДЕВ и М. М. ТОКОБАЕВ (1978). *Определитель гельминтов грызунов фауны СССР. Цестоды и трематоды*. Москва: Наука, 232 с.
24. РЫЖИКОВ, К. М.; Е. В. ГВОЗДЕВ; М. М. ТОКОБАЕВ; Л. С. ШАЛДЫБИН; Г. В. МАЦАБЕРИДЗЕ и др. (1979). *Определитель гельминтов грызунов фауны СССР. Нематоды и акантоцефалы*. Москва: Наука, 272 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 14.04.2026; Accepted 16.05.2026

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).