



---

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

ISSN 1857-0003

E-ISSN 2587-3202

**ȘTIINȚA AGRICOLĂ**  
**AGRICULTURAL SCIENCES**

**01 / 2023**

**CHIȘINĂU 2023**

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

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

**Domenii de publicare:**

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

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

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

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

---

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

**Redactor-șef:**

Dragoș CIMPOIEȘ, Dr. hab. prof. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei, [dragos.cimpoies@em.utm.md](mailto:dragos.cimpoies@em.utm.md)

**Redactor-șef adjunct:**

Sergiu POPA, Dr. conf. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei. [sergiu.popa@h.utm.md](mailto:sergiu.popa@h.utm.md)

**Colegiul de redacție:**

Boris GĂINĂ, doctor habilitat, academician al Academiei de Științe a Moldovei (Republica Moldova)  
Gheorghe CIMPOIEȘ, 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 POTOPOVÁ, 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)  
Roibu CĂȚĂLIN, doctor, conferențiar 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)  
Gheorghe SAVUȚA, doctor, profesor universitar, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (România)  
Nadiia DAVYDENKO, doctor, profesor universitar, Universitatea Națională de Științe ale Vieții și Mediului din Ucraina (Ucraina)

**Redactor coordonator:**

Viorica LUPU, [viorica.lupu@lib.utm.md](mailto:viorica.lupu@lib.utm.md)

**Producție editorială:**

Dr. Rodica CUIBA  
Dr. Nina PUȚUNTEAN  
Silvia GOLBAN  
Dr. Roman RABINOVICI  
Octavian TVERDOHLEB  
Ana RURAC

**Editor-in-Chief**

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

**Deputy Editor-in-chief**

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

**Editorial Board**

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

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

Ioan ȚENU, 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 Science (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 Brașov (România)

Radu SESTRĂȘ, 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 JIȚĂREANU, 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 POTOPOVÁ, 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 CĂTOI, Ph. D., Professor, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca (Romania)

Bogdan POPA, Ph. D., Professor, Transilvania University of Brașov (România)

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

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

Roibu CĂTĂLIN, Ph. D., Associate 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 (Republica Moldova)

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

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

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

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

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

**Coordinator Editor**

Viorica LUPU, [viorica.lupu@lib.utm.md](mailto:viorica.lupu@lib.utm.md)

**Editorial Production:**

Ph. D. Rodica CUJBA  
Ph. D. Nina PUȚUNTEAN  
Silvia GOLBAN  
Ph. D. Roman RABINOVICI  
Octavian TVERDOHLEB  
Ana RURAC

## CUPRINS

Rodion DOMENCO, Ion BURCOVSCHI, Ilie BOIAN, Rodica MARTEA, Mihail MACHIDON, Maria DUCA <b>IMPACTUL PRECIPITAȚIILOR ATMOSFERICE ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI.....</b>	<b>7</b>
Nicolae BUCOR, Silvia SECRIERU <b>STUDIUL PRIVIND CARACTERELE MORFOLOGICE, RITMUL DE PIERDERE A APEI DIN BOABE ȘI PRODUCȚIA HIBRIZILOR DE PORUMB .....</b>	<b>17</b>
Valentina BESSONOVA, Elena PONOMARYOVA, Olga IVANCHENKO, Olena DZHYGAN <b>CHANGES IN THE MORPHOMETRIC AND ANATOMICAL PARAMETERS OF SHOOTS AND LEAVES OF ACER PLATANOIDES L. AFTER REJUVENATION PRUNING.....</b>	<b>25</b>
Oleg CALESTRU <b>EFICIENȚA RĂRIRII CHIMICE ÎN DIFERITĂ DOZĂ DE TRATARE LA SOIUL GALA MUST CU PRODUSE PE BAZĂ DE NAD, ANA ȘI BA.....</b>	<b>35</b>
Andrei LOZAN <b>IMPACTUL AMBALAJELOR CU ATMOSFERĂ MODIFICATĂ ASUPRA CONCENTRAȚIEI DE CO<sub>2</sub> ȘI O<sub>2</sub> ÎN PERIOADA POST-RECOLTARE LA DOUĂ SOIURI DE CIREȘE.....</b>	<b>47</b>
Irina MIHAILOV <b>PHILONTHUS JURGANS TOTTENHAM, 1937, SPECIE CU STATUT DUBLU: ADVENTIVĂ ȘI NOUĂ PENTRU FAUNA REPUBLICII MOLDOVA (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE).....</b>	<b>58</b>
Евгений ХАУСТОВ <b>ЦИКАДКИ ПЕРЕНОСЧИКИ ФИТОПЛАЗМЕННОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЧЕРНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ (BOIS NOIR) В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА.....</b>	<b>66</b>
Svetlana GROZDEVA, Valeriu DERJANSCHI, Irina MIHAILOV <b>DIVERSITY OF HOPPER SPECIES (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) IN THE VINEYARDS ESTABLISHED IN CONGAZ VILLAGE, COMRAT DISTRICT, REPUBLIC OF MOLDOVA.....</b>	<b>75</b>
Julia CHERNOBAI, Viktor RIABCHUN <b>VARIABILITY OF PERFORMANCE AND YIELD CONSTITUENTS IN WINTER BREAD WHEAT ACCESSIONS .....</b>	<b>86</b>
Victor POPESCU, Oleg STIOPCA, Vitali VIȘANU, Dinu VOINESCO, Tatiana BALAN, Anatol CECAN, Tatiana TODIRAȘ <b>STUDIUL ASUPRA SISTEMULUI FIABIL PENTRU ÎNTREPRINDERILE SPECIALIZATE ÎN USCAREA SEMINȚELOR .....</b>	<b>93</b>
Davit MARKOSYAN, Vardan ALEKSANYAN <b>STIMULATING CIRCULAR ECONOMY IN THE FOOD INDUSTRY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GOVERNANCE STRATEGIES IN GREECE AND ARMENIA .....</b>	<b>99</b>
Silvia ZAHARCO, Efim ZUBCO <b>ANALIZA EVOLUȚIEI PIȚEI FUNCiare AGRICOLE PRIN PRISMA TRANZACȚIILOR DE VÂNZARE-CUMPĂRARE.....</b>	<b>110</b>

## CONTENTS

Rodion DOMENCO, Ion BURCOVSCHI, Ilie BOIAN, Rodica MARTEA, Mihail MACHIDON, Maria DUCA <b>IMPACT OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON SUNFLOWER PRODUCTIVITY .....</b>	<b>7</b>
Nicolae BUCOR, Silvia SECRIERU <b>STUDY ON MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS, MOISTURE CONTENT LOSS RATE IN GRAINS AND PRODUCTION OF MAIZE HYBRIDS .....</b>	<b>17</b>
Valentina BESSONOVA, Elena PONOMARYOVA, Olga IVANCHENKO, Olena DZHYGAN <b>CHANGES IN THE MORPHOMETRIC AND ANATOMICAL PARAMETERS OF SHOOTS AND LEAVES OF ACER PLATANOIDES L. AFTER REJUVENATION PRUNING.....</b>	<b>25</b>
Oleg CALESTRU <b>EFFICIENCY OF CHEMICAL THINNING OF GALA MUST VARIETY IN DIFFERENT TREATMENT DOSES WITH PRODUCTS BASED ON NAD. ANA AND BA .....</b>	<b>35</b>
Andrei LOZAN <b>THE IMPACT OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE CO<sub>2</sub> AND O<sub>2</sub> CONCENTRATION IN THE POST-HARVEST PERIOD OF TWO SWEET CHERRY VARIETIES.....</b>	<b>47</b>
Irina MIHAILOV <b>PHILONTHUS JURGANS TOTTENHAM, 1937, SPECIES WITH DOUBLE STATUS: ADVENTIVE AND NEW FOR THE FAUNA OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE).....</b>	<b>58</b>
Evghenii HAUSTOV <b>HOPPERS AS TRANSMITTERS OF PHYTOPLASMA BOIR NOIR IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA.....</b>	<b>66</b>
Svetlana GROZDEVA, Valeriu DERJANSCHI, Irina MIHAILOV <b>DIVERSITY OF HOPPER SPECIES (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) IN THE VINEYARDS ESTABLISHED IN CONGAZ VILLAGE, COMRAT DISTRICT, REPUBLIC OF MOLDOVA .....</b>	<b>75</b>
Julia CHERNOBAI, Viktor RIABCHUN <b>VARIABILITY OF PERFORMANCE AND YIELD CONSTITUENTS IN WINTER BREAD WHEAT ACCESSIONS .....</b>	<b>86</b>
Victor POPESCU, Oleg STIOPCA, Vitali VIȘANU, Dinu VOINESCO, Tatiana BALAN, Anatol CECAN, Tatiana TODIRAȘ <b>STUDY ON THE RELIABLE SYSTEM FOR ENTERPRISES SPECIALIZED IN SEED DRYING .....</b>	<b>93</b>
Davit MARKOSYAN, Vardan ALEKSANYAN <b>STIMULATING CIRCULAR ECONOMY IN THE FOOD INDUSTRY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GOVERNANCE STRATEGIES IN GREECE AND ARMENIA .....</b>	<b>99</b>
Silvia ZAHARCO, Efim ZUBCO <b>ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL LAND MARKET DEVELOPMENT THROUGH THE PRISM OF SALE-PURCHASE TRANSACTIONS .....</b>	<b>110</b>

DOI: 10.55505/SA.2023.1.01  
UDC: 633.854.78:631.559(478)



## IMPACTUL PRECIPITAȚIILOR ATMOSFERICE ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI

Rodion DOMENCO<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-2419-5602,  
Ion BURCOVSCHI<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-4417-3846,  
Ilie BOIAN<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-7632-2562,  
Rodica MARTEA<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-1244-7147,  
Mihail MACHIDON<sup>2</sup>,  
Maria DUCA<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-5855-5194

<sup>1</sup>Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

<sup>2</sup>Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a Ministerului Agriculturii și  
Industriei Alimentare, Republica Moldova

\*Correspondență: Rodion DOMENCO - e-mail: [rodion.domenco@gmail.com](mailto:rodion.domenco@gmail.com)

**Abstract.** The regime of atmospheric precipitation is one of the most important factors in determining sunflower harvest. Besides the sum of precipitation, an important role in sunflower development is also played by the annual distribution of precipitation amounts. The purpose of this study is to determine the impact of atmospheric precipitation on the sunflower productivity. Research objectives consist in identifying the correlations between sunflower harvest and precipitation, as well as identifying the period of the year when the recorded precipitation has a greater impact on crop productivity. In order to identify the periods when precipitation influences the production of sunflower seeds, the data on harvest and precipitation in 2015-2020 for 21 hybrids from five stations of the State Commission for Plant Variety Testing, located in different regions of the country were analyzed. Based on the correlation degree between the two variables, it was established that the precipitation recorded in the growing season (April - September) explains over 55% of the yield variability, while the precipitation recorded in the period June-July explains over 57% of the variability. Territorial distribution of precipitation in summer is very fragmentary. Although, as a rule, higher yields were recorded in the north and center of the country, there were also recorded situations when the distribution of precipitation during the year resulted in higher yield values in the south of the country.

**Key words:** *Helianthus annuus*; Hybrids; Precipitation; Crop yield; Correlation; Growing season.

**Rezumat.** Regimul precipitațiilor atmosferice este unul dintre factorii cei mai importanți în stabilirea recoltei de floarea-soarelui. Pe lângă suma precipitațiilor, un rol important în dezvoltarea florii-soarelui o are și distribuția cantităților de precipitații pe parcursul anului. Scopul prezentului studiu este determinarea impactului precipitațiilor atmosferice asupra productivității florii-soarelui. Obiectivele cercetării constau în identificarea corelațiilor dintre roada de floarea-soarelui și precipitații, precum și identificarea perioadei din an în care precipitațiile înregistrate au impact mai mare asupra productivității. Pentru identificarea perioadelor în care precipitațiile influențează producția de semințe de floarea-soarelui, am analizat datele despre roada și precipitații din perioa-

da 2015-2020, pentru 21 de hibrizi de la cinci stații ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante, situate în diferite regiuni ale țării. În baza gradului de corelație între cele două variabile s-a stabilit că precipitațiile din perioada de vegetație (aprilie - septembrie) explică peste 55% din variabilitatea producției, iar precipitațiile din perioada iunie-iulie explică peste 57% din variabilitate. Distribuția teritorială a precipitațiilor în anotimpul de vară este foarte fragmentară. Deși, de regulă, producțiile mai mari s-au înregistrat în nordul și centrul țării, avem și situații când distribuția pe parcursul anului a precipitațiilor a determinat valori mai mari ale producției în sudul țării.

**Cuvinte-cheie:** *Helianthus annuus*; Hibrizi; Precipitații; Productivitate; Corelație; Perioadă de vegetație.

## INTRODUCERE

Agricultura este unul dintre cele mai importante sectoare în economia Republicii Moldova și care, spre deosebire de alte sectoare, este foarte dependentă de condițiile climaterice, în pofida perfecționării continue a tehnologiilor agricole și a potențialului genetic al soiurilor și hibrizilor de plante de cultură (Mavromatis, 2015; Rötter et al., 2013; Potopová et al., 2016). În multe țări în curs de dezvoltare, precum Republica Moldova, aceasta reprezintă o problemă iminentă și fundamentală, deoarece majoritatea populației rurale este dependentă direct sau indirect de agricultură (Potopová et al., 2016; Sutton et al., 2013).

Cu toate că floarea-soarelui are un potențial remarcabil de adaptare la schimbările climatice, efectul combinat al temperaturilor în creștere și distribuția neuniformă a precipitațiilor (Canavar, 2010; Debaeke, 2017; Sutton et al., 2013) determină vulnerabilitatea ei la condițiile de mediu. Efectul negativ al condițiilor de stres asupra productivității variază în funcție de etapele de dezvoltare a plantei, de intensitatea factorilor de stres, dar și de caracteristicile genetice ale hibridului cultivat (Marjanović-Jeromela et al., 2019).

Floarea-soarelui manifestă susceptibilitate înaltă la deficitul de apă în perioada de la începutul formării calatidiului până la umplerea semințelor, adică circa 45-60 de zile sau cu aproximativ 20 de zile înainte și după (Debaeke, 2017). Calendaristic, această perioadă este cuprinsă între 25-30 mai și 20-30 iulie. Stresul hidric în etapele de înflorire și umplere a boabelor cauzează cea mai mare reducere a recoltei, din considerentul obținerii unor calatidii și achene mai mici și a unui procent ridicat de semințe seci.

Acest studiu are ca scop evaluarea relațiilor dintre precipitații și productivitatea culturii de floarea-soarelui pe loturile experimentale ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP).

## MATERIALE ȘI METODE

Hibrizii de floarea-soarelui folosiți în studiul dat au servit ca grupă de control în experiențele de testare a hibrizilor pe loturile CSTSP. În diferiți ani au fost evaluați de la 6 până la 15 hibrizi de floarea-soarelui, aparținând diferitor grupe de maturitate. Toate genotipurile date sunt hibrizi cu productivitate înaltă, rezistenți la secetă și cu diferite niveluri de rezistență la agenți patogeni. Experimentele de teren au fost stabilite în sistemul de blocuri aleatorii în cinci repetiții; pe terenurile de testare nu au fost aplicate erbicide, fungicide și insecticide; nu s-a practicat irigarea; s-au aplicat 250 kg/ha de nitroamofos odată cu semănatul. Culturi predecesoare în toate cazurile au fost cerealele păioase. Loturile experimentale sunt situate în diferite regiuni ale țării: două



stații - în nordul țării: Vîsoca (48.257208 N; 27.911624 E) și Pelinia (47.911860 N; 27.807274 E); două stații - în sudul țării: Grigorievca (46.700859 N; 29.332644 E) și Svetlîi (46.018914 N; 28.539061 E); o stație - în regiunea centrală: Băcioi (46.945522 N; 28.871353 E).

Analiza a cuprins variabilitatea spațio-temporală a precipitațiilor în perioada anilor 2015-2020 la stațiile CSTSP, care au fost corelate cu roada de floarea-soarelui din aceeași perioadă. În primă instanță, pentru producția din fiecare an și la fiecare stație s-au calculat valorile medii. După analiza valorilor medii am analizat gradul de corelație cu suma precipitațiilor pentru perioada rece a anului (octombrie-martie) și perioada de vegetație (aprilie-septembrie).

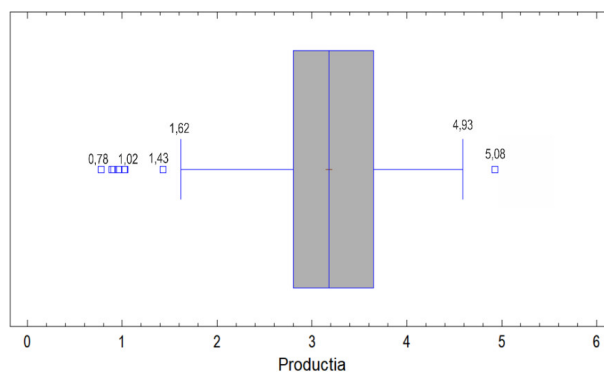
De asemenea au fost stabilite corelațiile între cantitatea precipitațiilor și media pentru diferite clase ale valorilor de producție. Datele privind producția de floarea-soarelui – indiferent de an și locație – au fost aranjate într-un șir din care, cu ajutorul diagramei boxplot (Figura 1) au fost identificate valorile aberante, după înlăturarea cărora, datele rămase au fost grupate în 12 clase (Tabelul 2).

Pentru fiecare clasă a fost calculată media roadei și a precipitațiilor din perioada rece a anului și a celor din sezonul de vegetație, apoi au fost analizate relațiile dintre acestea.

**Tablelul 2.** Clase ale valorilor de producție și media precipitațiilor pentru aceste clase

Clase pentru valori ale producției, t/ha	Media producției, t/ha	Media precipitațiilor din perioada de vegetație, mm	Media precipitațiilor din semestrul rece, mm
<2.00	1.76	268	226
2.01-2.25	2.14	256	177
2.26-2.50	2.40	221	193
2.51-2.75	2.64	245	200
2.76-3.00	2.90	229	248
3.01-3.25	3.13	248	231
3.26-3.50	3.37	239	225
3.51-3.75	3.62	260	246
3.76-4.00	3.89	295	219
4.01-4.25	4.11	332	239
4.26-4.50	4.37	310	224
>4.50	4.64	357	229

Pentru identificarea relației dintre producția de floarea-soarelui și precipitații, trebuie să ținem cont nu doar de suma precipitațiilor dar și de distribuția acestora pe parcursul anului, ceea ce ar putea fi mai important decât cantitatea de precipitații, din cauza mai multor motive, cum ar fi: disponibilitatea inadecvată a apei în fazele critice de dezvoltare și capacitatea de stocare ineficientă a solurilor în timpul precipitațiilor abundente, mai ales după o perioadă secetoasă (Monti & Venturi, 2007). În acest sens,



**Figura 1.** Distribuția producției de floarea soarelui

am analizat asigurarea cu necesarul optim de precipitații, pe parcursul semestrului rece al anului, pentru perioada de vegetație, pentru luna aprilie, pentru luna mai, luna iunie și pe decade, luna iulie și pe decade, luna august, lunile iunie-iulie. Analiza valorilor corelațiilor s-a realizat atât în aspect temporal pentru perioada 2015-2020, cât și în aspect spațial.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru floarea-soarelui sunt determinante rezerva de apă acumulată în perioada octombrie-martie: cca 400-450 mm și precipitațiile din timpul vegetației: 300-450 mm. De asemenea, floarea-soarelui se poate dezvolta în zonele în care cad anual peste 350 mm precipitații, dar aceasta se dezvoltă bine în zonele în care cad anual 450-600 mm precipitații (Tabără, 2005).

În perioada de cercetare 2015-2020, suma precipitațiilor anuale necesare pentru dezvoltarea optimă a florii-soarelui, la majoritatea stațiilor, a fost peste limită (Tabelul 3).

Cantitatea precipitațiilor căzute în semestrul rece al anului a variat spațio-temporal în limite mari, situându-se sub necesarul optim la toate stațiile analizate, variind între 13% (2020, Svetlîi) și 96% (2018, Băcioi).

**Tablelul 3.** Ponderea cantității anuale de precipitații (%) căzute la stațiile monitorizate din cadrul CSTSP pentru perioada 2015-2020, raportate la necesarul optim (limita inferioară)\* de precipitații

Anul	Vísoca			Pelinia			Băcioi			Grigorievca			Svetlîi		
	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.
2015	102	66	59	60	59	18	86	78	39	112	58	54	101	48	56
2016	154	68	89	111	46	67	139	59	101	112	83	64	112	62	79
2017	120	85	87	109	66	87	131	59	93	132	49	104	101	51	67
2018	144	73	111	87	55	56	114	96	81	89	85	49	70	61	60
2019	119	48	111	90	37	90	60	20	52	92	34	81	84	19	85
2020	95	31	77	76	20	45	115	22	104	56	18	53	53	13	47

\* Necesarul optim de precipitații anuale (an) - 450...600mm; perioada rece a anului (p.r.) - 400...450mm; perioada de vegetație (p.v.) - 350...450mm (Tabără, 2005)

Valori critice, din punct de vedere pluviometric, s-au înregistrat, cu mici excepții, și pe parcursul perioadei de vegetație. Cel mai mare deficit s-a înregistrat la Pelinia și Svetlîi, unde în decursul intervalului studiat, cantitățile de precipitații din perioada aprilie-septembrie au fost sub limita necesarului optim. Anii 2018 și 2019, la Vísoca; 2016 și 2020, la Băcioi și 2017, la Grigorievca sunt singurele situații în care suma precipitațiilor acumulate în intervalul aprilie-septembrie a depășit valoarea necesarului optim.

La nivelul întregii țări, în anul 2015 cantitatea anuală de precipitații a variat între 320 și 520 mm. Din cauza insuficienței de precipitații în perioada de vegetație și a rezervelor scăzute de umezeală productivă în sol, recolta de floarea-soarelui a constituit în medie 1,2 t/ha fiind cu 0,3 t/ha mai scăzută față de media recoltei din ultimii 10 ani. Producția medie a hibridilor utilizați în studiul nostru a fost de 3,0 t/ha. Cele mai mici valori ale producției s-au înregistrat la Pelinia. Aici, în iunie-iulie, au căzut doar 6 mm de precipitații, în timp ce la toate celelalte stații suma precipitațiilor acumulate în aceste luni a variat între 67 și 110 mm. La Băcioi, unde s-a obținut cea mai mare producție, precipitațiile căzute în perioada de vegetație s-au suprapus cu cele căzute în perioada rece a anului (peste 300 mm).

Pentru anul 2015, cea mai înaltă corelație ( $r=0,609$ ) a productivității cu precipitațiile s-a semnalat în luna aprilie, urmată de precipitațiile din luna iulie ( $r=0,402$ ) (Tabelul 4).

Condițiile agrometeorologice în cea mai mare parte a perioadei de vegetație în anul 2016 au fost favorabile pentru formarea recoltei de floarea-soarelui, înregistrându-se recolte de 1,9 t/ha, fiind cu 0,4 t/ha mai ridicată față de roada medie din ultimii 10 ani, iar pe loturile CSTSP producția medie a fost de 3,1 t/ha. Cea mai mică roadă s-a obținut la Pelinia, unde s-au înregistrat cele mai mici cantități de precipitații pentru toate intervalele analizate. La Grigorievca, în lunile iunie-iulie au căzut cantități de precipitații similare cu cele de la Pelinia, dar valorile mai mari ale producției pot fi explicate prin cantitățile mai mari de precipitații din perioada anterioară. În lunile aprilie-mai, la Pelinia au căzut 98 mm, iar la Grigorievca 115 mm.

Producția de semințe pentru hibridii analizați au prezentat pe parcursul anului 2016 coeficienți de corelație cu precipitațiile între 0,036 (luna august) până la 0,424 (luna mai).

**Tabelul 4.** Coeficienți de corelație a precipitațiilor și recoltei de floarea-soarelui în funcție de an și locație

Perioada	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Vîsoca	Pelinia	Băcioi	Grigorievca	Svetlii
Per. vegetație (IV-IX)	-0.275	0.260	0.124	0.618	0.169	0.445	0.420	0.276	0.214	0.139	-0.268
Aprilie (IV)	0.609	-0.113	-0.139	0.747	-0.145	0.683	-0.310	0.052	0.727	0.189	0.077
Mai (V)	-0.203	0.424	0.136	-0.732	0.627	0.095	-0.144	0.241	0.163	0.186	0.040
Iunie (VI)	0.042	0.209	0.172	0.727	0.127	0.090	0.567	0.399	-0.230	0.179	-0.106
Iulie (VII)	0.402	0.180	-0.058	0.541	0.402	0.639	0.454	0.416	0.127	0.352	0.047
August (VIII)	-0.237	-0.036	0.027	-0.124	-0.678	0.100	-0.470	0.019	0.057	-0.066	-0.304

Coeficient de corelație ( $r$ ):  $[-0.2...0.2]$  → corelație inexistentă;  $[0.2...0.4 / -0.2...-0.4]$  → corelație slabă;  $[0.4...0.6 / -0.4...-0.6]$  → corelație rezonabilă;  $[0.6...0.8 / -0.6...-0.8]$  → corelație înaltă;  $[0.8...1.0 / -0.8...-1.0]$  → corelație foarte înaltă. (După Ratner, 2009)

Pe parcursul anului 2017 coeficienții de corelație dintre precipitații și producția de semințe au fost ne semnificativi, având valori de la 0,058 (luna iulie) până la 0,172 (luna iunie). Situația corelațiilor dintre producție și cantitatea de precipitații din diferite perioade ale sezonului de vegetație, demonstrează încă odată importanța distribuției în timp a precipitațiilor. Din punct de vedere al sumelor de precipitații, în anul 2017 s-a asigurat necesarul optim pentru dezvoltarea culturii de floarea-soarelui, însă faptul că ele au căzut foarte neuniform în timp, nu au fost decisive la formarea recoltei. Media recoltei de floarea-soarelui în republică a constituit 2,2 t/ha. Pe loturile CSTSP s-a obținut o producție medie de 3,4 t/ha, cu valoarea maximă la Băcioi, unde și precipitațiile din perioada iunie-iulie au fost cele mai însemnate cantitativ (Figura 2.c).

În anul 2018 constatăm cele mai variate valori ale coeficientului de corelație dintre precipitații și producția de semințe (Tabelul 4). În perioada de vegetație totalul de precipitații a corelat înalt ( $r=0,618$ ) cu producția de semințe de floarea-soarelui. Cantitatea anuală de precipitații căzute pe teritoriu a constituit 400-650 mm, însă au căzut neuniform în decursul anului. Deși sfârșitul semestrului rece s-a remarcat prin precipitații însemnate cantitativ, în luna martie, suma lunară a acestora a constituit 60-120 mm. Perioada de vegetație a început cu deficit semnificativ de precipitații – în luna aprilie,

pe 80% din teritoriul țării, precipitațiile căzute nu au depășit 1-5 mm, iar în perioada aprilie-mai – 10-50 mm. În schimb, începând cu a doua decadă a lunii iunie – mai ales în nordul și centrul țării – și până la sfârșitul lunii iulie – inclusiv în sudul țării, s-au acumulat cantități lunare de precipitații care au variat între 34 și 190 mm în luna iunie și între 73 și 154 mm în luna iulie. Deși distribuția precipitațiilor în decursul anului a fost neuniformă, faptul că la sfârșitul semestrului rece au căzut cantități care au favorizat acumularea umidității în sol, a determinat rezistența culturii la insuficiența de precipitații din lunile aprilie-mai. Media recoltei de floarea-soarelui în anul 2018 a constituit în republică 2,2 t/ha, iar pe loturile CSTSP producția a înregistrat valori în descreștere, dinspre nord spre sud și a variat între 4,3 t/ha și 2,7 t/ha.

Pentru anul 2019, producția de semințe a corelat direct cu precipitațiile în lunile mai ( $r=0,627$ ) și iulie ( $r=0,402$ ), dar și invers, în luna august ( $r=-0,678$ ). Cantitatea anuală de precipitații a constituit în anul 2019, în cea mai mare parte a țării, 380-700 mm, doar izolat suma acestora nu a depășit 340-370 mm. Precipitațiile au căzut în fond în prima jumătate a anului. În perioada de vegetație din anul 2019, la majoritatea stațiilor meteo ale SHS, suma precipitațiilor a constituit 315-570 mm, iar izolat – 245-310 mm. Media roadei de floarea-soarelui a fost de 2,4 t/ha fiind cu 0,7 t/ha mai mare decât media ultimilor 10 ani. Distribuția spațio-temporală a precipitațiilor din perioada de vegetație a determinat valori diferite ale producției la cele cinci stații analizate – de la 2,1 t/ha (Svetlîi), la 5,0 t/ha (Vîsoca). În luna mai, în nordul țării, au căzut de 2-4 ori mai multe precipitații decât în centrul și sudul țării, iar în iunie, la Vîsoca și Svetlîi au căzut cu 30-90 mm mai mult decât la celelalte trei stații. Producția medie a hibridilor analizați în anul 2019 a constituit 3,2 t/ha, fiind cu 0,1 t/ha mai mică decât în anul precedent. Producția mai mică înregistrată în anul respectiv, poate fi pusă pe seama cantităților mai mici de precipitații înregistrate în perioada iunie-iulie 2019, comparativ cu aceeași perioadă a anului 2018 (Figura 2.e-d).

În anul 2020, suma precipitațiilor anuale a variat între 375 mm în sudul țării și 615 mm în partea de nord (SHS, 2022). Totuși, sfârșitul semestrului rece și începutul perioadei de vegetație s-a caracterizat prin deficit de precipitații, care a determinat apariția secetei atmosferice și pedologice rezultând valori ale producției de 1.3 t/ha, cu 1.1 t/ha mai puțin decât în 2019.

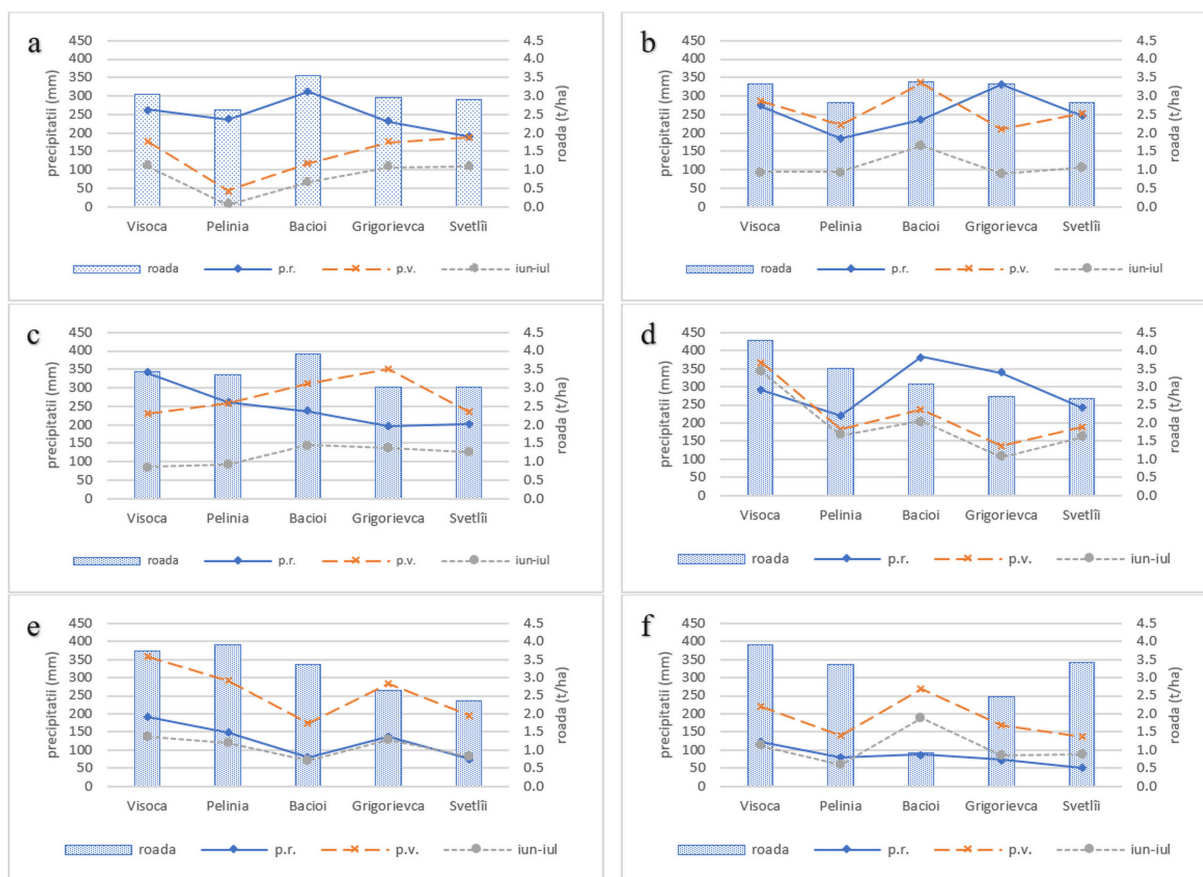
Dacă excludem datele privind producția medie la Băcioi – unde semănatul s-a realizat mai târziu (28 aprilie) în așteptarea precipitațiilor, dar din cauza lipsei umidității în sol, răsăritul plantelor a avut loc abia pe 9 iunie – producția medie pe loturile CSTSP a constituit 3,1 t/ha, cu o diminuare a productivității cu 13%. În localitatea Băcioi, unde, din cauza secetei și a temperaturilor înalte în perioada vegetativă, plantele au rămas subdezvoltate, diminuarea recoltei a constituit 74%.

Putem observa că valorile medii ale producției hibridilor analizați pentru perioada 2015-2020 sunt mai mari și variază foarte puțin (3,0 ... 3,4 t/ha), comparativ cu valorile înregistrate la nivel național (1,1...2,4 t/ha).

Aceste valori, în funcție de an și poziție geografică, au oscilat, mai mult sau mai puțin, din cauza variației sumelor de precipitații anuale, a celor din semestrul rece sau a celor din perioada de vegetație. Totuși, la Vîsoca și Pelinia în perioada anilor 2015-2020 se poate observa o tendință clară de creștere a roadei; la Grigorievca tendința este de scădere, iar la Băcioi și Svetlîi nu putem vorbi despre anumite tendințe clare (Figura 2.a-f).

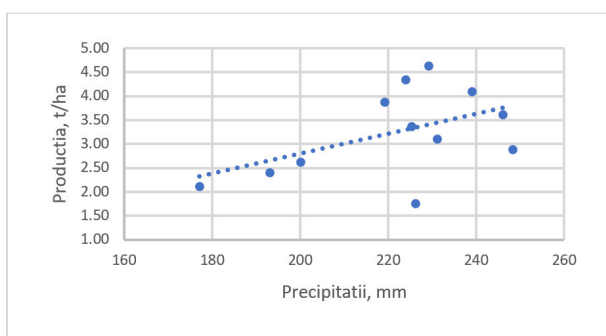
În aspect teritorial, anii 2015, 2016 și 2017 se evidențiază prin variația mică a roadei medii pe toate loturile experimentale. În acești trei ani recolta maximă s-a obținut la Băcioi (Figura 2.a-c). În anii 2019 și 2020 recolta medie a crescut dinspre sudul, spre nordul țării și a variat între 2,36 t/ha și 4,27 t/ha. Această distribuție a roadei este în

relație cu distribuția generală a precipitațiilor multianuale pe teritoriul țării și anume, valori mai mari în nordul țării, care scad spre sud.



**Figura 2.** Variația valorilor medii de producție la stațiile CSTSP în perioada 2015-2020: a – 2015; b – 2016; c – 2017; d – 2018; e – 2019; f - 2020

În cazul legăturii dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din semestrul rece al anului, valoarea P din tabelul ANOVA este mai mare decât 0,05, ceea ce relevă faptul că nu există o relație semnificativă statistic între aceste două variabile (Figura 3).

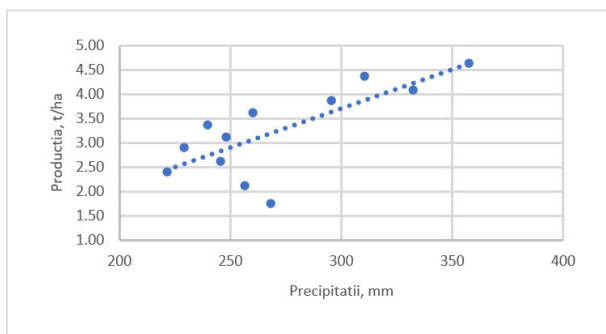


**P-Value:** 0.1048;  
**Coefficientul de corelație:** 0.491;  
**R<sup>2</sup> :** 24.13;  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = -1.38557 + 0.0209247\*pp\_rece

**Figura 3.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din semestrul rece al anului

Pentru relația dintre precipitațiile din perioada de vegetație și producția de floarea-soarelui, rezultatele indică faptul că modelul, așa cum este ajustat, explică 55,7% din variabilitatea în producție. Deoarece valoarea P din tabelul ANOVA este mai mică de 0,05, există o relație semnificativă statistic între producția de floarea-soarelui și suma precipitațiilor din perioada de vegetație. Coeficientul de corelație este egal cu 0,746, indicând o relație moderat puternică între variabile (Figura 4). Menționăm că, în acest

studiu nu am analizat datele privind temperatura, iar prin perioadă de vegetație avem în vedere, intervalul aprilie – septembrie și nu perioada cu temperaturi medii zilnice ale aerului de +5° și mai mult.



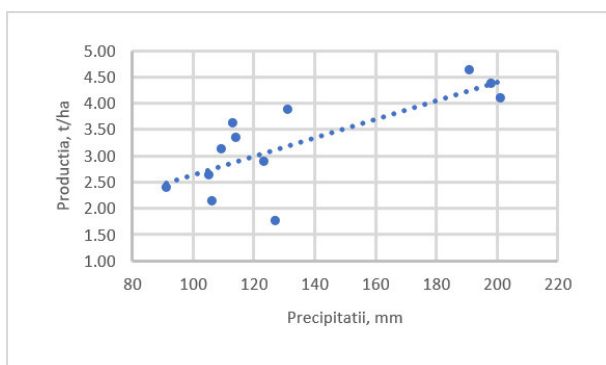
**P-Value:** 0.0053;  
**Coeficientul de corelație:** 0.746;  
**R<sup>2</sup>** : 55.70.  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = -1.0881 + 0.0159593\*pp\_vegetație

**Figura 4.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din perioada de vegetație

Variația coeficientului de corelație în diferiți ani poate fi explicată prin distribuția neuniformă în timp și spațiu a precipitațiilor. Dacă precipitații sunt, în general, mai puține, dar sunt distribuite în perioadele fenologice critice pentru disponibilitatea apei, floarea-soarelui poate prezenta recoltă bună. Invers, dacă se înregistrează precipitații abundente în perioade mai puțin sensibile la lipsa apei și lipsesc precipitațiile în perioadele sensibile, rezultă o reducere a recoltei.

Dacă analizăm coeficienții de corelație pentru toți anii putem afirma că se identifică o corelare mai puternică pentru precipitațiile din lunile iunie și iulie. Rezultate care se regăsesc și la alți autori. Potopova et al. (2016) indică cele mai înalte corelații pozitive pentru lunile iunie și iulie ( $r=0,4$  și respectiv  $r=0,5$ ). După Harsányi (2021) corelațiile sunt destul de variate în diferite localități, dar autorul menționează că în majoritatea localităților cele mai înalte corelații pozitive sunt pentru luna iunie, iulie ( $r=3,8-6,3$ ).

În studiul nostru, suma precipitațiilor căzute în lunile iunie și iulie explică 57,5 din variabilitatea producției de floarea soarelui. Coeficientul de corelație este egal cu 0,758 indicând o relație moderat puternică între variabile (Figura 5).



**P-Value:** 0.0042;  
**Coeficientul de corelație:** 0.758;  
**R<sup>2</sup>** : 57.52.  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = 0.882325 + 0.0176396\*PP\_iun-iul

**Figura 5.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și suma precipitațiilor din lunile iunie-iulie

Pentru a identifica mai exact fenofaza care determină cele mai înalte corelații cu cantitatea de precipitații, am calculat și coeficienții de corelație a recoltei cu precipitațiile decadelor lunilor iunie și iulie. Cele mai strânse corelații, în majoritatea anilor, se atestă în decadele II și III ale lunii iunie și decada II a lunii iulie. Ultimele două decade ale lunii iunie, în general, coincid cu etapele finale de dezvoltare a butonului floral, etape sensibile la cantitatea de apă disponibilă pentru plantă. Decada a II a lunii iulie coincide cu perioada înfloririi și începutul formării semințelor. De asemenea, consta-

tăm că, pentru a doua decadă a lunii iunie, în general, coeficienții de corelație a recoltei cu cantitatea de precipitații indică corelații slabe sau rezonabil pozitive în majoritatea anilor incluși în studiu, cu excepția anilor 2020 și 2017. Tot în acești ani se atestă o întârziere a începutului înfloririi, tendință care se observă și în deplasarea corelațiilor pozitive din decada a doua în decada a treia a lunii iulie pentru acești ani.

## CONCLUZII

În formarea roadei de floarea-soarelui, un rol important, pe lângă cantitatea precipitațiilor, îl are și distribuția acestora în timpul anului, fapt confirmat și de marea variabilitate a coeficienților de corelație.

La nivelul perioadei de vegetație, corelația precipitațiilor cu producția, analizată separat pe ani și stații, variază în limite mari, fără să se observe vreo legitate. După gruparea datelor privind producția și compararea valorilor medii ale roadei cu valorile medii ale precipitațiilor din perioada de vegetație s-a determinat un grad de corelare puternic.

Analiza corelațiilor producției cu suma precipitațiilor din diferite perioade ale sezonului de vegetație a scos în evidență gradul înalt de corelare cu precipitațiile acumulate în perioada iunie-iulie, care explică peste 57% din variabilitatea producției.

Producția de floarea-soarelui din perioada anilor 2015-2020 nu a prezentat o relație semnificativă statistic cu precipitațiile din semestrul rece în locațiile analizate. Slaba corelație a valorilor de producție supuse studiului cu precipitațiile din semestrul rece trebuie înțeleasă, inclusiv, prin prisma distribuției acestora în cadrul perioadei și a capacității lor de a asigura rezerva necesară de apă în sol, factori, care în lucrarea de față, nu au fost luați în calcul.

În aspect teritorial, de obicei, valori mai mari ale producției se înregistrează în nordul și centrul țării. Însă, întrucât în perioada caldă a anului precipitațiile cad foarte neuniform din punct de vedere spațio-temporal, în funcție de distribuția acestora pe parcursul perioadei de vegetație, întâlnim situații în care și în sudul țării se pot înregistra valori mai mari ale producției.

## Acknowledgment

This study was funded by the project of the State Program 20.80009.5107.01 - Genetico-molecular and biotechnological studies of the sunflower in the context of sustainable management of agricultural ecosystems, financed by the National Agency for Research and Development of the Republic of Moldova.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CANAVAR, Ö., ELLMER, F., CHMIELEWSKI, F. (2010). Investigation of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the ecological conditions of Berlin(Germany). In: *Helia*, vol. 33 (53), pp. 117-130. <http://doi.org/10.2298/HEL1053117C>
2. DEBAEKE, P., CASADEBAIG, P., FLENET, F., LANGLADE, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. In: *OCL*, vol. 24(1), pp. 1-15. <http://doi.org/10.1051/ocl/2016052>
3. HARSANYI, E. et al. (2021). Impact of Agricultural Drought on Sunflower Production across Hungary. In: *Atmosphere*, vol. 12 (10). <http://doi.org/10.3390/atmos12101339>
4. LOTZE-CAMPEN, H. (2011). Regional Climate Impacts on Agriculture in Europe. In: S.S. YADAV, ed. et al. *Crop Adaptation to Climate Change*, pp. 78-83. <http://doi.org/10.1002/9780470960929.ch7>

5. MARJANOVIC JEROMELA, A. et al. (2019). Dissection of year related climatic variables and their effect on winter rapeseed (*Brassica Napus* L.) development and yield. In: *Agronomy*, vol. 9 (9), pp. 1-21. <http://doi.org/10.3390/agronomy9090517>
6. MAVROMATIS, T. (2015). Crop-climate relationships of cereals in Greece and the impacts of recent climate trends. In: *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 120 (3-4), pp. 417-432. <http://doi.org/10.1007/s00704-014-1179-y>
7. MONTI, A., VENTURI, G. (2007). A simple method to improve the estimation of the relationship between rainfall and crop yield. In: *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 27 (3), pp. 255-260. <http://doi.org/10.1051/agro:2007019>
8. POTOPOVÁ, V., BORONEANȚ, C., BOINCEAN, B., SOUKUP, J. (2016). Impact of agricultural drought on main crop yields in the Republic of Moldova. In: *International journal of climatology*, vol. 36 (4), pp. 36, pp. 2063-2082. <http://doi.org/10.1002/joc.4481>
9. RATNER, B. (2009). The correlation coefficient: its values range between + 1 / - 1, or do they ? In: *Journal of Targeting Measurement and Analysis for Marketing*, vol. 17 (2), pp. 139-142. <http://doi.org/10.1057/jt.2009.5>
10. RÖTTER, R.P. et al. (2013). Modeling shifts in agroclimate and crop cultivar response under climate change. In: *Ecology and Evolution*, vol. 3 (12), pp. 4197-4214. <http://doi.org/10.1002/ece3.782>
11. Serviciul Hidrometeorologic de Stat (2021). Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2021 [online] [accesat 30 iunie 2022]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2021.htm>
12. TABĂRĂ, V. (2005). *Fitotehnie. Vol. I: Plante tehnice oleaginoase și textile*. Timișoara: Brumar.
13. SUTTON, W.R. et al. (2013). *Reducing the Vulnerability of Moldova's Agricultural Systems to Climate Change: Impact Assessment and Adaptation Options: Report No. 81591*. World Bank, Washington D.C., 148 p.

#### **Conflict of interests**

No competing interests were disclosed.

#### **Paper history**

Received 30 March 2023; Accepted 5 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).



DOI: 10.55505/sa.2023.1.02  
UDC: 633.15:631.526.325



## STUDIUL PRIVIND CARACTERELE MORFOLOGICE, RITMUL DE PIERDERE A APEI DIN BOABE ȘI PRODUCȚIA HIBRIZILOR DE PORUMB

Nicolae BUCOR<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-1131-3227,  
Silvia SECRIERU<sup>1</sup>, ORCID: 0009-0001-2999-5158

<sup>1</sup>Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului,  
Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

\*Corespondență: Nicolae BUCOR - e-mail: [nicolae.bucor@doctorat.utm.md](mailto:nicolae.bucor@doctorat.utm.md)

**Abstract.** The paper presents a synthesis of investigations with 30 inbred lines of maize from different germplasm groups (BSSS, Iodent, Lacaune, Lancaster) and different maturity groups as parental forms. The research was carried out at the Institute of Crop Science „Porumbeni”, in the pedoclimatic conditions of 2022. As a result of topcross pollinations, hybrids from 6 maturity groups were obtained, which differ in morphological characters, productivity and the rate of water loss from the grains. Hybrids from the middle maturity group resulted in a higher productivity, compared to the hybrids from the other maturity groups. The rate of grain moisture loss for the hybrids from middle maturity group is more pronounced compared to early hybrids and is at the same level as late maturity group hybrids.

**Key words:** *Zea mays*; Inbred lines; Topcross; Hybrids; Maturity groups; Water loss capacity.

**Rezumat.** Se prezintă o sinteză a investigațiilor cu 30 de linii consangvinizate de porumb din diferite grupe de germoplasmă (BSSS, Iodent, Lacaune, Lancaster) și diferite grupe de maturitate ca forme parentale, efectuate în condițiile pedoclimatice ale anului 2022, în cadrul Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”. În urma încrucișării de tip topcross s-au obținut hibrizi din 6 grupe de maturitate, care se deosebesc după caracterele morfologice, productivitate și ritmul de scădere a apei din boabe. Hibrizi din grupa de maturitate mijlocie s-au remarcat cu o productivitate mai mare, în comparație cu hibridii din celelalte grupe de maturitate. Ritmul de pierdere a apei din boabe la hibridii din grupa de maturitate mijlocie este mai evidențiată în comparație cu hibridii timpurii și la același nivel cu hibridii tardivi.

**Cuvinte-cheie:** *Zea mays*; Linii consangvinizate; Încrucișări topcross; Hibrizi; Grupe de maturitate; Capacitate de pierdere a apei.

### INTRODUCERE

Cerealele sunt baza sectorului agroindustrial al economiei mondiale. Nivelul producției de cereale determină în mare măsură bogăția statului, importanța sa economică și politică în comunitatea mondială (Bâlțeanu, 1998).

Porumbul este obiectul de cercetare al geneticii, ameliorării plantelor și biotehnologiilor vegetale (Horia et al., 2016). Cultura porumbului este o specie valoroasă, cu un potențial de producție ridicat, cu o diversitate largă de utilizare, cultivată pe suprafețe întinse în întreaga lume, dar și în Republica Moldova (Ona, 2014). Creșterea populației,

micșorarea suprafeței agricole, condițiile climaterice schimbătoare, necesită măsuri suplimentare în vederea ameliorării situației din agricultură. O problemă de importanță majoră este crearea de noi soiuri și hibrizi înalt productivi, dar nu este suficient ca să fie productivi. Ei trebuie, în același timp, să posede calități înalte, rezistență la condițiile nefavorabile ale mediului, la boli și dăunători, precum și capacitate rapidă de pierdere a apei din boabe (DEKALB, 2023; Musteața et al., 2022).

Pierderea apei din boabele de porumb este o caracteristică genetică a hibrizilor și depinde, în mare măsură, de condițiile de mediu, în special de precipitațiile din această perioadă (Horia et al., 2016). Cercetările dedicate creării formelor înzestrate cu capacitatea de pierdere rapidă a apei din boabe au devenit prioritare în programele de ameliorare începând cu anii 70 ai secolului XX (Gribincea, 2021).

Folosirea hibrizilor cu umiditate scăzută rezultă în reducerea cheltuielilor cu 30% pentru uscarea artificială a boabelor, recoltarea timpurie, evitarea deteriorării calității boabelor prin reducerea sau inhibarea dezvoltării după recoltare a patogenilor care produc micotoxine (Gribincea, 2021; Horia et al., 2016).

Obiectivul activităților de ameliorare a porumbului este crearea de hibrizi între linii consangvinizate cu un potențial de producție ridicat, bine adaptați la condițiile de mediu și însușirile agronomice superioare (Ona, 2014; Musteața et al., 2022).

## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în cadrul Laboratorului de Genetică și Genofond al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni” în anul 2022.

În cercetare s-au inclus 30 de linii consangvinizate din diferite grupe de germoplasmă *BSSS*, *Iodent*, *Lacaune*, *Lancaster*. În urma încrucișării de tip *topcross* s-au obținut hibrizi din diferite grupe de maturitate.

Experiențele au fost amplasate în 3 repetiții, cu suprafața de evidență a parcelei de 10 m<sup>2</sup>, 25 plante pe parcelă, fiind asigurată densitatea de 50 mii plante la hectar (Доспехов, 1985).

În perioada de vegetație a plantelor, la 24 de hibrizi de creație autohtonă din diferite grupe de maturitate (FAO), s-a analizat caracterele morfologice ale plantelor, elementele productivității și capacitatea pierderii apei din boabe. Observațiile fenologice au fost efectuate când a avut loc răsărirea a 75% din plante, s-a determinat perioada răsării – înfloririi plantelor (Доспехов, 1985). Măsurările biometrice s-au referit la caracterele morfologice ale plantelor: înălțimea plantei, înălțimea inserției plantei, lungimea paniculului, numărul de ramificații (Gribincea, 2021). Elementele productivității plantelor sunt indicii fundamentali în baza cărora se poate caracteriza un hibrid. La analiza elementelor productivității s-au luat 5 plante, la care s-a studiat lungimea știuletelui, numărul de boabe pe rând, numărul de boabe de rânduri, masa știuletelui, masa boabelor și masa a 100 de boabe (Gribincea, 2021; Tritan, 2015). Determinarea pierderii apei din boabe în câmp s-a realizat cu ajutorul umidometrului electronic, o dată la 7 zile, până la recoltare (Tritan, 2015). Examinarea dinamicii scăderii umidității boabelor la recoltare, la toate grupele de maturitate, a fost executată în următoarele perioade: 07.09.2022; 14.09.2022; 21.09.2022; 28.09.2022; 05.10.2022 și 19.10.2022.

Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin analiza simplă și dublă a variantei după Б. А. Доспехов. Calcularea diferenței limite (DL05) s-a realizat prin aplicarea programului de calculator Microsoft Excel.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările în vederea ameliorării porumbului și obținerea caracterelor valoroase s-au efectuat prin încrucișare de tip *topcross*, care prevede încrucișarea formelor dintr-o colecție cu o formă cunoscută, denumită tester, ce permite obținerea sau evidențierea celor mai valoroase caractere ale formelor parentale.

În cercetările realizate s-au folosit diferite grupe de germoplasmă (*BSSS, Iondent, Lacaune, Lancaster*) și diferite grupe de maturitate, ca forme parentale.

Ca rezultat, s-au obținut 24 de hibrizi, care au fost clasificați în 6 grupe de maturitate:

- Hibrizi extratimpurii (FAO 150-200);
- Hibrizi semitimpurii (FAO 201-300);
- Hibrizi timpurii (FAO 301-350);
- Hibrizi mijlocii (FAO 351-450);
- Hibrizi semitardivi (FAO 451-500);
- Hibrizi tardivi (FAO 500-599).

Datele experimentale (Tabelul 1), demonstrează că toate grupele de maturitate obținute posedă ritm diferit de creștere a plantelor. În grupa de maturitate extratimpurie, înălțimea plantelor la martor constituie 151,8 cm; lungimea știuletelui – 18,1 cm; lungimea paniculului – 34,4 cm; numărul de ramificații ale paniculului – 5,8 buc.

Hibridii obținuți se caracterizează cu o creștere mai înaltă de 1,8-16,8 cm, în comparație cu varianta martor. Lungimea știuletelui și a paniculului este mai mare la hibridul P22207 – de 1,1-1,2 corespunzător. Numărul de ramificații crește de 1,1-1,2 ori față de martor. Grupa de maturitate timpurie se caracterizează cu creșterea înălțimii plantelor, a lungimii știuletelui, a lungimii paniculului în limitele de 1,1 ori.

Grupa a IV<sup>a</sup> de maturitate are o creștere similară ca și grupa de maturitate timpurie, după caracterele morfologice. La grupa de maturitate semitardivă – tardivă, caracterele morfologice se reduc sau sunt la nivel de martor.

**Tabelul 1.** Caracterele morfologice ale hibrizilor studiați după grupa de maturitate (FAO), Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, anul 2022

Nr, d/o	Denumirea hibridului	Înălțimea plantei, cm	Lungimea știuletelui, cm	Lungimea paniculului, cm	Numărul de ramificații, nr
<i>Grupa de maturitate: Extratimpurie</i>					
1	P176 mt.	151,8	18,1	34,4	5,8
2	P20186	153,6	14,0	31,8	7,0
3	P212207	157,8	19,2	39,6	6,6
4	P211221	168,6	18,2	34,0	7,2
<b>Media</b>		<b>158,0</b>	<b>17,4</b>	<b>35,0</b>	<b>6,7</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>9,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>
<i>Grupa de maturitate: Semitimpurie</i>					
5	P235 mt.	166,2	16,1	36,8	9,2
6	P212215	163,6	17,7	38,6	7,0
7	P212221	154,2	17,0	32,4	6,0
8	P212372	161,4	17,1	32,2	8,6
<b>Media</b>		<b>157,8</b>	<b>17,1</b>	<b>32,3</b>	<b>7,3</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>6,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>	<b>1,3</b>

<i>Grupa de maturitate: Timpurie</i>					
9	P310 mt.	167,4	18,0	33,2	8,2
10	P20237	183,2	17,9	34,2	7,6
11	P328	180,6	18,0	29,6	6,6
12	P211404	172,6	18,2	36,6	7,2
<b>Media</b>		<b>176,6</b>	<b>18,1</b>	<b>33,1</b>	<b>6,9</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>7,1</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>1,3</b>
<i>Grupa de maturitate: Mijlocie</i>					
13	P352 mt.	173,6	16,6	32,6	8,6
14	P329	185,4	16,4	39,2	8,8
15	P22428	176,4	15,8	30,6	9,2
16	P212516	180,6	16,8	35,4	9,2
<b>Media</b>		<b>180,8</b>	<b>16,3</b>	<b>35,1</b>	<b>9,1</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>12,7</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>1,9</b>
<i>Grupa de maturitate: Semitardivă</i>					
17	P427 mt.	181,0	16,2	33,8	11,0
18	P211312	165,6	17,2	34,4	7,0
19	P22424	158,6	20,6	34,8	8,0
20	P212869	178,6	17,8	35,2	9,2
<b>Media</b>		<b>167,6</b>	<b>18,5</b>	<b>34,8</b>	<b>8,1</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>7,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>
<i>Grupa de maturitate: Tardivă</i>					
21	P461 mt.	162,4	13,7	30,0	11,2
22	P424	170,6	13,2	34,2	6,4
23	P21819	165,4	19,0	34,2	10,2
24	P392	153,4	16,8	29,0	7,6
<b>Media</b>		<b>159,4</b>	<b>17,9</b>	<b>31,6</b>	<b>8,9</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		<b>6,4</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>1,7</b>

În grupa de maturitate semitardivă se evidențiază hibridul P22424 cu creșterea lungimii știuletelui de 1,3 ori și în grupa de maturitate tardivă – hibridul P21819 cu o creștere a lungimii știuletelui de 1,4 ori.

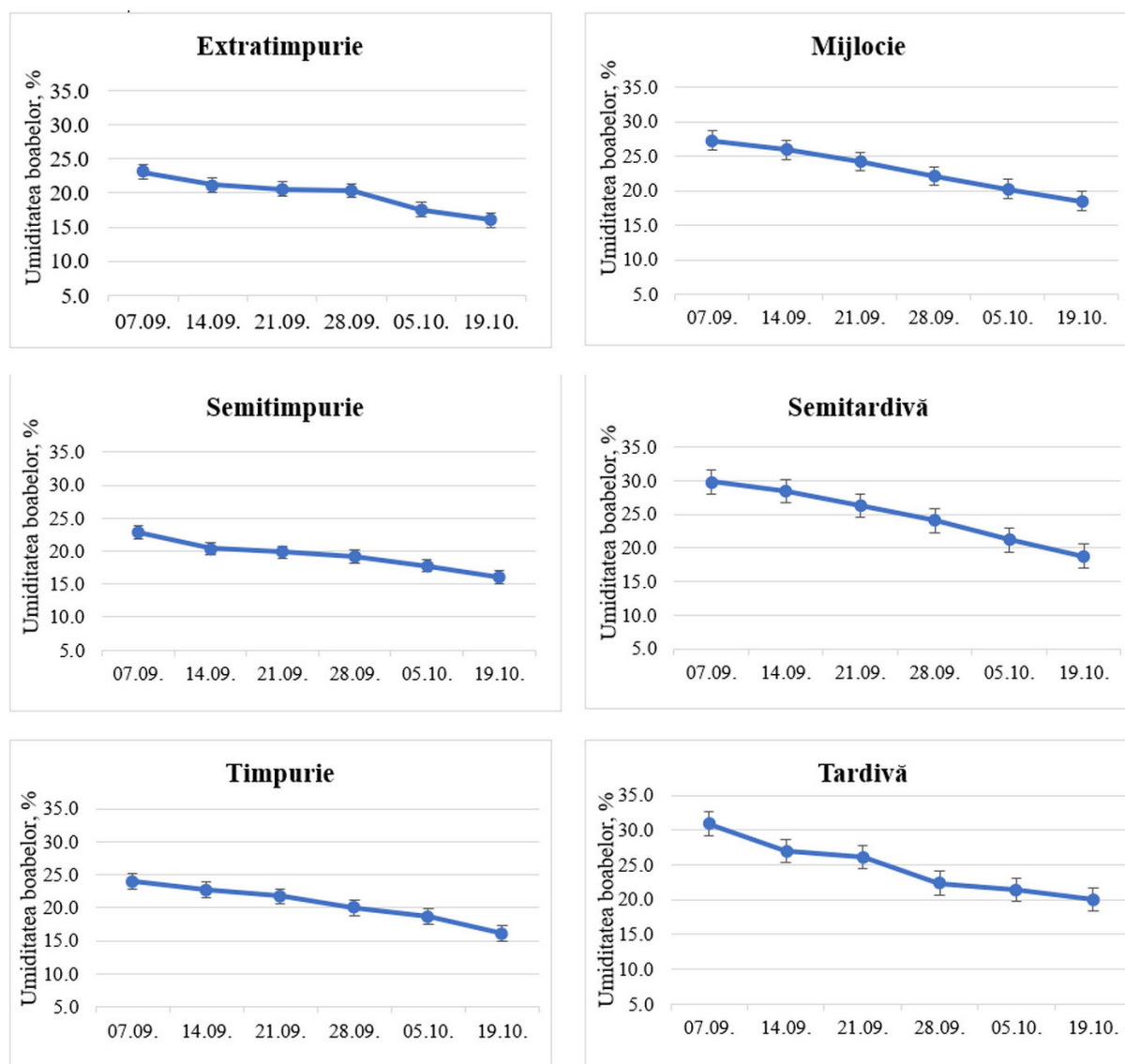
Condițiile climaterice ale anului 2022 au favorizat o diferențiere obiectivă a hibridurilor, stabilindu-se că caracterele morfologice ale plantelor variază în dependență de hibrid și grupa de maturitate.

Agricultorii se axează, cu precădere, pe cultivarea unor hibriduri de porumb care la momentul recoltării posedă un conținut redus de apă în boabe, în așa mod, producția fiind păstrată în condiții normale fără deprecierea calității.

Pe măsură ce boabele de porumb ajung la maturitate, umiditatea acestora scade prin mecanismele plantei la nivel de știulete, frunze și tulpină. Această scădere variază în funcție de temperatura aerului și de precipitații (Horia et al. 2016).

Pentru determinarea ritmului de pierdere a apei din boabe s-au prelevat probe de la fiecare hibrid în parte, umiditatea s-a determinat cu ajutorul umidometrului electronic, o dată la 7 zile, începând cu 7.09.2022 și până la recoltare (19.10.2022), ceea ce

a constituit 6 perioade. Am avut ca scop determinarea procentului de apă cedată din boabe pe zi la hibridii studiați din diferite grupe de maturitate. Precipitațiile din luna septembrie au influențat la evaluarea dinamicii de pierdere a apei din boabe la hibridii studiați, rezultatele fiind reprezentate în figura 1.



**Figura 1.** Dinamica pierderii umidității din boabe la hibridii de porumb după grupele de maturitate. Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, anul 2022

După datele obținute se observă că ritmul mai mare de scădere a umidității din boabe se înregistrează în perioada 05.10.2022 și constituie, în medie, 0,18-0,34% pe zi. Un ritm mai accentuat de pierdere a apei din boabe, în medie, s-a remarcat la următorii hibridi din grupa de maturitate *extratimpurie*: P20186 – 0,31%, P212207 – 0,18 %; grupa de maturitate *semitimpurie*: P22259, P212372 – 0,20%; grupa de maturitate *timpurie*: P211404 – 0,25 %, P328 – 0,17%; grupa de maturitate *mijlocie*: P329 – 0,28%, P212516 – 0,26%; grupa de maturitate *semitardivă*: P211312, P22424 – 0,23%; grupa de maturitate *tardivă*: P392 – 0,43%, P424 – 0,34%.

Grupele de maturitate mijlocie (IV), semitardivă (V) și tardivă (VI) se caracterizează printr-un ritm mai accentuat de pierdere a apei din boabe, în comparație cu grupele (I –III) și constituie 0,21 – 0,27 % pe zi, ca rezultat s-au obținut hibridi cu capacitatea de pierdere a apei din boabe diferit.

Condițiile agrometeorologice, în cea mai mare parte a perioadei de vegetație în anul 2022, au fost nefavorabile pentru formarea recoltei înalte la culturile agricole, din cauza regimului termic ridicat și deficitului de precipitații (Serviciul Hidrometeorologic de Stat, 2022). Temperatura medie a aerului în primăvară a constituit +10,8°C, fiind cu 1,0°C mai ridicată față de normă. Vara a fost caniculară, temperatura medie constituind +23,7°C, adică cu 3,2°C mai ridicată față de norma multianuală, ceea ce a influențat considerabil procesul de polenizare și de fecundare a plantelor.

Cantitatea redusă de precipitații (325,0 – 335,0 mm) a contribuit la scăderea rezervei de umezeală productivă din sol, ce a influențat esențial la formarea productivității porumbului (Serviciul Hidrometeorologic de Stat, 2022).

S-a constatat că productivitatea hibrizilor variază în dependență de grupa de maturitate, în medie de la 3,97 până la 5,55 t/ha. Reieșind din datele tabelor 2 și 3 constatăm că s-au evidențiat hibrizi cu o productivitate mai înaltă față de alți hibrizi din aceeași grupă de maturitate după cum urmează: grupa I (extratimpurie): hibridul P211221 – 4,47 t/ha; grupa II (semitimpurie): hibridul P212372 – 4,97 t/ha; grupa III (timpurie): hibridul P20237 – 5,34 t/ha, grupa IV (mijlocie): hibridul P212516 – 6,41 t/ha; grupa V (semitardivă): hibridul P211312 – 5,95 t/ha; grupa VI (tardivă): hibridul P21819 – 5,77 t/ha.

**Tabelul 2. Producția hibrizilor de porumb din grupa de maturitate extratimpurie, semitimpurie și timpurie, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, anul 2022**

Nr. d/o	Denumirea hibridului	Nr. de zile răsărire - înflorire	Randamentul de boabe, %	MMB, g	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha
<i>Grupa de maturitate: Extratimpurie</i>						
1	P176 mt.	52	81,6	290,0	14,9	3,05
2	P20186	52	86,1	270,0	17,6	4,06
3	P212207	54	85,2	290,0	15,8	4,28
4	P211221	52	87,4	270,0	15,9	4,47
<b>Media</b>		<b>53</b>	<b>85,1</b>	<b>280,0</b>	<b>16,1</b>	<b>3,97</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>0,59</b>
<i>Grupa de maturitate: Semitimpurie</i>						
5	P235 mt.	55	82,7	220,0	13,3	3,22
6	P212215	55	87,1	290,0	17,1	4,61
7	P212221	56	89,5	230,0	14,3	4,41
8	P212372	56	86,0	300,0	19,5	4,97
<b>Media</b>		<b>56</b>	<b>87,7</b>	<b>265,0</b>	<b>16,1</b>	<b>4,30</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>0,49</b>
<i>Grupa de maturitate: Timpurie</i>						
9	P310 mt.	58	78,9	280,0	16,5	3,39
10	P20237	57	81,8	310,0	16,5	5,34
11	P328	57	88,0	280,0	16,4	5,33
12	P211404	59	82,2	280,0	15,1	5,26
<b>Media</b>		<b>58</b>	<b>85,1</b>	<b>280,0</b>	<b>16,1</b>	<b>4,83</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>0,39</b>

Este necesar de menționat că toți hibridii obținuți au o recoltă mai mare în comparație cu varianta standard. În același timp, se poate de evidențiat hibridii din grupa de maturitate mijlocie, recolta fiind în medie 5,55 t/ha, în comparație cu celelalte grupe de maturitate.

Umiditatea medie a boabelor la recoltare, la hibridii studiați din diferite grupe de maturitate, a fost cuprinsă între 16,1 – 20,0%.

Tabelul 3. Producția hibridilor de porumb din grupa de maturitate mijlocie, semitardivă și tardivă, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, anul 2022

Nr. o/d	Denumirea hibridului	Nr. de zile răsărire - înflorire	Randamentul de boabe, %	MMB, g	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha
<i>Grupa de maturitate: Mijlocie</i>						
13	P352 mt.	59	85,2	300,0	20,0	4,66
14	P329	58	86,1	320,0	17,4	5,47
15	P22428	59	88,2	280,0	15,8	5,64
16	P212516	61	87,2	330,0	20,8	6,41
<b>Media</b>		<b>59</b>	<b>87,2</b>	<b>310,0</b>	<b>18,5</b>	<b>5,55</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>0,71</b>
<i>Grupa de maturitate: Semitardivă</i>						
17	P427 mt.	62	84,7	340,0	15,9	3,38
18	P211312	62	86,4	410,0	19,2	5,95
19	P22424	63	83,5	270,0	20,5	5,40
20	P212869	62	80,5	320,0	19,6	5,80
<b>Media</b>		<b>62</b>	<b>83,5</b>	<b>333,3</b>	<b>18,8</b>	<b>5,13</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>0,63</b>
<i>Grupa de maturitate: Tardivă</i>						
21	P461 mt.	64	74,0	390,0	19,7	3,35
22	P424	63	80,4	320,0	19,6	5,34
23	P21819	63	79,0	320,0	22,1	5,77
24	P392	64	80,6	370,0	18,6	5,28
<b>Media</b>		<b>64</b>	<b>79,8</b>	<b>345,0</b>	<b>20,0</b>	<b>4,94</b>
<b>DL<sub>05</sub></b>		-	-	-	-	<b>1,09</b>

Cea mai redusă umiditate medie a boabelor la recoltare s-a înregistrat la hibridii din grupa de maturitate extratimpurie, semitimpurie, timpurie și a constituit 16,1%, evidențiindu-se hibridii P212207 – cu 15,8 %, P212221 – cu 14,3%, P211404 – cu 15,1 %. Cea mai mare umiditate s-a înregistrat la hibridii din grupa de maturitate mijlocie, semitardivă, tardivă, aceasta constituind 18,0 – 20,4%. Cu precădere, ritmul de pierdere a apei din boabe este proprietatea genetică a hibridului și condițiile climaterice ale anului de cultivare.

Putem concluziona că în urma realizării încrucișărilor de tipul *topcross* s-au obținut hibridi care se deosebesc atât după parametrii de creștere, cât și după productivitate, evidențiindu-se grupa de maturitate mijlocie.

## CONCLUZII

În rezultatul încrucișării de tip *topcross* a liniilor consangvinizate din diferite grupe de germoplasmă (*BSSS*, *Iodent*, *Lacaune*, *Lancaster*) și grupe de maturitate, ca forme parentale, s-au obținut 24 de hibrizi, care au fost clasificați în 6 grupe de maturitate, care se deosebesc după caracterele morfologice, productivitate și ritmul de scădere a apei din boabe. Condițiile climaterice ale anului 2022 au favorizat o diferențiere obiectivă a hibrizilor, stabilindu-se că caracterele morfologice ale plantelor variază în dependență de hibrid și grupa de maturitate.

Rezultatele obținute indică un ritm mai bun de scădere a umidității boabelor la hibridii din grupa de maturitate mijlocie, semitardivă, tardivă, în medie constituind 0,21 – 0,27% pe zi. S-au evidențiat hibridii: P22428 – cu 0,24%, P427 – cu 0,28%, P212869 – cu 0,31% și P424 – cu 0,33% pe zi.

Productivitatea hibrizilor variază, în dependență de grupa de maturitate, în medie de la 3,97 până la 5,55 t/ha. Se evidențiază hibridii din grupa cu maturitatea mijlocie, recolta fiind în medie mai mare, în comparație cu celelalte grupe de maturitate.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BĂLTEANU, Gh. (1998). Fitotehnie. Vol. 1: Cereale și leguminoase pentru boabe. Ed. a 2-a. București: Editura Ceres, 501 p. ISBN 973-40-0403-4.
2. DEKALB. Viteza de pierdere a apei din bob - caracteristică a hibrizilor BAYER. Umiditatea la porumb [online], DEKALB®. Bayer Group, 2023 [accesat 20.03.2023]. Disponibil: <https://www.dekalb.ro/porumb/biblioteca-agronomica/tehnologie/umiditate-porumb>
3. GRIBINCEA, V. (2021). Crearea, utilizarea și evaluarea diversității genetice a liniilor consangvinizate de porumb: tz. de dr. în științe agricole. Pașcani, 194 p.
4. HORIA, L.I., BIȚICĂ, A.R., BĂDUȚ, C. (2016). Selecția genotipurilor cu ritm rapid de pierdere a apei din boabe, obiectiv prioritar al lucrărilor de ameliorare a porumbului desfășurate la I.N.C.D.A. FUNDULEA. In: Analele Institutului INCDA Fundulea, vol. LXXXIV, pp. 25-35 [accesat 09.04.2023]. Disponibil: <https://www.incda-fundulea.ro/anale/84/84.3.pdf>
5. MUSTEAȚA, S. et al. (2022). Capacitatea de producție a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu în condiții climaterice favorabile. In: Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective: conferință științifică cu participare internațională, Ed. a 6-a, Bălți, 20-21 mai 2022. Balti, pp. 199-203.
6. ONA, Andreea-Daniela (2014). Studiul fenotipic și genotipic al unor linii consangvinizate obținute din două composite heterotice de porumb (*Zea mays* L.): rezumat al tezei de doctorat [online]. Cluj-Napoca, 35 p. [accesat 05.03.2023]. Disponibil: <https://usamvcluj.ro/files/teze/2014/ona.pdf>
7. Serviciul hidrometeorologic de stat (2022). Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2022 [online]. [accesat 05.03.2023]. Disponibil: <http://www.meteo.md/index.php/meteo/caracterizari-ale-vremii/anul-precedent/>
8. TRITEAN, N. (2015). Ereditatea unor elemente ale capacității de producție și a perioadei de vegetație la porumbul timpuriu: rezumat al tezei de doctor [online]. Cluj-Napoca, 28 p. [accesat 02.04.2023]. Disponibil: <https://www.usamvcluj.ro/files/teze/2015/tritean.pdf>
9. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва, 351 с.

### Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

### Authors' contributions

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

### Paper history

Received 21 April 2023; Accepted 4 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).



DOI: 10.55505/SA.2023.1.03  
UDC: 635.9:582.772.2:631.542.3



## CHANGES IN THE MORPHOMETRIC AND ANATOMICAL PARAMETERS OF SHOOTS AND LEAVES OF ACER PLATANOIDES L. AFTER REJUVENATION PRUNING

Valentina BESSONOVA<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-4310-0971,  
Elena PONOMARYOVA<sup>\*</sup>, ORCID: 0000-0002-6519-709X,  
Olga IVANCHENKO<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-4946-3116,  
Olena DZHYGAN<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-0927-5970

<sup>1</sup>Department of Garden and Park Architecture, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine

<sup>\*</sup>Author for correspondence: Elena PONOMARYOVA - e-mail: [lponomareva@i.ua](mailto:lponomareva@i.ua)

**Abstract.** The influence of rejuvenation pruning on changes in anatomical and morphometric characteristics of annual shoots and leaves of *Acer platanoides* L. in the conditions of Dnipro (Ukraine) has been investigated. In the first two years after pruning, a significant intensification of growth processes is observed. The length and diameter of annual shoots, the number of internodes and leaves, and the area of the leaf blade increased. Pruning has a particularly noticeable effect on the increase in the length of annual shoots and the area of the assimilation surface of the shoot – in the first year after pruning, they increased by 4.6 and 3.2 times, respectively. In rejuvenated plants, a thickening of the leaf blade occurs, mainly due to the development of a spongy parenchyma. In the fourth year after pruning, the intensity of growth processes decreases and differs little from the control (unpruned) plants. The leaves of crowned plants are damaged more significantly than those of unpruned ones. In four years, the rejuvenated plants restore their crowns well.

**Key words:** *Acer platanoides* L.; Rejuvenation pruning; Annual shoots; Leaf area; Biometric parameters; Stomatal index.

### INTRODUCTION

Pruning is one of the methods to properly maintain the urban tree plantations. It is carried out to rejuvenate plants, to improve crown decorativeness (Брикелл, 1992), in order to prevent the spread of disease damage (Marciulynienea et al., 2017), to increase drought resistance of plants and improve the quality of wood (Maurin & Desrochers, 2013). It has been established that proper pruning of the tree crowns in field-protective forest belts increases the yield of grain crops (Jones et al., 1998; Bayala et al., 2002). In urban areas, pruning is usually done to reduce potential contact between trees and power lines (Lecigneia et al., 2018). The following pruning practices are recommended: crown reduction pruning and planting on the „trunk”, cutting into the „trunk” with planting on a tree stump, crown reduction and canopy raising, shaping the tree crown by fork pruning (Кругляк, 2006).

Tree pruning is used to remove old and dying skeletal branches, after which the aesthetic appeal of renewed plants is significantly improved, which is primarily necessary for urban plantations, whose growth conditions are unfavorable and therefore they do not achieve natural longevity (Казарян, 1969). Tree vitality depends on the degree and method of pruning. For example, annual shaping in roadside plantations in

Krasnoyarsk had a positive effect on the tree condition of the small elm (Latin name of the tree) (Татаринцев, 2012), and pruning trees “under the trunk” in the Tyumen plantations reduced their vitality and decorativeness (Казанцев & Казанцев, 2009).

Relatively recently, attention has been paid to studying the response of urban trees to hard rejuvenation pruning, which is widely used in street plantations. (Головинская, 2000; Горбенко, 2006; Капелюш & Бессонова, 2006; Kristoffersen et al., 2010; Ponomaryova & Bessonova, 2010; Курницька & Пахолук, 2012; Олексійченко & Матковская, 2015; Fini, et al. 2015). Many authors point to a number of violations of the tree pruning rules in large cities, namely, the failure to comply with the terms and technology of this procedure (Shigo, 1984; Курницька & Пахолук, 2012; Олексійченко & Матковская, 2015), as well as the fact of not taking into account plant age and species specificity (Горбенко, 2006).

At the same time, in Malaysia, in order to improve plant maintenance practices, not only tree health is taken into account, but also the skill level of workers who prune trees in urban areas (Badrulhisham & Othman, 2016). Therefore, it is necessary to pay more attention to compliance with the rules and proper time for pruning in urban settings.

A number of international publications (Sharma, 1975; Fini et al., 2009; Sjöman et al. 2015; Percival, 2017) have also been devoted to the study of species resistance of the genus *Acer L.* under urban conditions, including the effect of pruning on this species (Dănescu et al., 2015).

The purpose of this paper is to analyze the effect of hard rejuvenation pruning of Norway maple (*Acer platanoides L.*) on the growth of annual shoots and leaf area, as well as their anatomical parameters during three years of tree crown restoration.

## MATERIAL AND METHODS

Research was carried out in a large industrial city (Dnipro) located in the steppe zone of Ukraine. The city is located in a climatic zone with insufficient moisture and high summer temperatures. The anthropogenic load in the area where the experimental plants are located is mainly caused by the high traffic congestion levels. There are no industrial enterprises in this area. Experimental and control trees grow in linear street plantings along Gagarin avenue directly at the roadbed (the average traffic intensity is 1900 cars/hour). The coordinates of the research site are 48°42'70" N, 35°03'40" E.

The objects of the study were 25-year-old trees of *Acer platanoides L.*, 10 sample plants in each option. Experimental plants were subjected to hard rejuvenation pruning (option 2), while the control variants were not (option 1).

We observed the dynamics of tree crown formation, measured the growth of annual shoots in the growing branches, as well as the size of leaves on these shoots. Samples were taken in early September from the southeastern side under the same lighting conditions at a height of 2 m from the soil level. The morphometric parameters of the shoots were measured by conventional methods (Молчанов & Смирнов, 1967). The leaf area was determined by the contour-weight method (Карманова, 1976; Бессонова, 2006).

For anatomical study, the 3rd-4th leaf from the start of the shoot of the current year was used. Fragments of a leaf in its middle part, enclosed between the main vein and the edge, were selected for analysis (Васильев, 1988). In order to study the changes in the indices of the anatomical components of a one-year-old shoot, the authors used its section at a distance of 1.0 cm from its base. Shoots were cross-sectioned using a hand-held microtome (Клейн & Клейн, 1974).

To study the size of cells and tissues, a Biomed-4 microscope and an eyepiece micrometer were used, the division value of which was determined by an object micrometer. The measurements were repeated 30 times. Stomata density was determined on the prints obtained by the method of G. Kh. Molotkovsky (1935). The stomatal index ( $Ui$ )

was calculated using the formula:  $Ui = \frac{Nu \times 100}{Nne + Nu}$ , where  $Nu$  is the number of stomata

per 1 mm<sup>2</sup> of leaf surface area, and  $Nne$  is the number of epidermal cells per 1 mm<sup>2</sup> (Gupta, 1961). The xeromorphic index ( $Ixr$ ) was calculated using the formula:

$Ixr = \frac{Ne + Nn}{100}$ , where  $Ne$  is the density of epidermal cells, pcs/mm<sup>2</sup>;  $Nn$  – stomata

density, pcs/mm<sup>2</sup>. The palisade index was determined as the ratio of the palisade mesophyll size to the total leaf thickness and was expressed as a percentage (Brailko, 2013).

The research results were processed using Microsoft Office Excel 2007. The arithmetic mean error was calculated. To compare the morphological and anatomical parameters of the control and experimental variants, Student's t-test was used ( $p \leq 0.05$ ).

### RESULTS AND DISCUSSIONS

In maple plants, after hard rejuvenation pruning, more intensive shoot growth occurs than in the trees without rejuvenation (Table 1). Length excess of annual shoots of plants that underwent rejuvenation in the second year after this procedure is 460.66%, in the third – 306.31%, in the fourth – 222.12%.

In pruned trees, internodes of annual shoots are longer than in the control option. This pattern is observed in the second, third and fourth years after rejuvenation (Table 1).

The greatest difference between the variants, both in the length of annual shoots and internodes, is observed in the second year after pruning. The number of internodes on annual shoots in rejuvenated plants also increases, most of all in the second year after this procedure. However, in the fourth year, no significant difference was established in their number in both options.

**Table 1.** The effect of pruning on the length of annual shoots and internodes

Option	After 1 year	After 2 years	After 3 years
Length of annual shoots, cm			
With no pruning (control)	16.12±1.09	15.84±0.96	13.38±0.85
With pruning (experiment)	74.26±2.33*	48.52±1.10*	29.72±1.15*
% to control	460.66	306.31	222.12
Length of internodes of annual shoots, cm			
With no pruning (control)	4.27±0.31	3.27±0.27	3.11±0.34
With pruning (experiment)	8.50±0.42*	8.32±0.39*	6.57±0.50*
% to control	199.06	223.85	211.25
Number of internodes, pcs.			
With no pruning (control)	3.77±0.21	4.84±0.42	4.30±0.32
With pruning (experiment)	8.71±0.52*	7.62±0.51*	5.12±0.47*
% to control	231.83	157.43	119.06

Note: \* - differences between the control and the experimental variant are significant of  $p \leq 0.05$

Tree pruning had a similar effect on the number of leaves on annual shoots (Table 2). An increase in their number is significant, especially one year and two years after tree pruning; there are no statistical differences between the variants three years later (i.e., in the fourth year after pruning).

**Table 2.** Changes in the leaf area in *Acer platanoides* due to pruning

Option	After 1 year	After 2 years	After 3 years
Number of leaves, pcs.			
With no pruning (control)	5.20±0.47	7.10±0.42	6.60±0.34
With pruning (experiment)	11.70±0.62*	9.52±0.31*	7.23±0.45
% to control	225.00	134.08	109.54
Area of leaves, cm <sup>2</sup>			
With no pruning (control)	102.3±3.12	110.5±2.14	92.8±3.55
With pruning (experiment)	142.2±2.25*	146.0±2.54*	134.0±4.33*
% to control	139.14	132.29	144.42
Assimilation area of one-year shoot, cm <sup>2</sup>			
With no pruning (control)	531.96±23.21	784.76±30.42	612.68±25.32
With pruning (experiment)	1665.38±79.52*	1391.92±45.51*	969.33±54.47*
% to control	313.06	177.48.43	158.21

Note: \* - differences between the control and the experimental variant are significant of  $p \leq 0.05$

In trees, after deep rejuvenation, larger leaves formed on annual shoots. The average leaf area is 139.14% after one year, 132.29% after two years and 144.42% after three years following the pruning, compared to unpruned trees. Increased degree of leaf size in comparison with the control values over the years changes less than other morphometric parameters. However, the area of the assimilation surface of the annual shoot in plants after hard rejuvenation pruning is especially larger than in the control variant after one year (Table 2). This is related, as already noted, to the formation of the largest number of leaves on the tree shoots of this variant in this period compared to the control option. The size of the leaf surface of the shoot is determined by both the leaves' area and their number. In the 3rd year, their number decreases, and in the 4th year, it is almost the same as in unpruned trees.

The leaves of pruned plants were damaged more significantly than those of the unpruned ones. The damage caused to leaves of roadside plantings increases from June to September, while the proportion of damage by marginal and interveinal necrosis in leaves of rejuvenated plants is higher, especially in the first years after pruning.

It should be noted that the crowns of trees with pruned skeletal branches usually restore in 4 years. During this period, 1.8–2.5 m long branches are formed, and their average number is 41 pieces. The crown formed in this case is much larger than that of 5-year-old trees of the same species.

Annual shoots that form on branches in the first years after the pruning have a larger diameter than the annual shoots of unpruned trees. However, they develop a thinner periderm due to weaker phellogen development. The phellogen layer is the same in both variants. Collenchyma is better developed in the shoots of pruned trees. The thickness of the parenchyma of the primary cortex is not statistically different in both variants. The secondary bark of pruned trees is thicker. Similar changes occur in the wood layer. Characteristically, the values of the xylem/phloem ratio are close in plants

of both variants, which indicates a relatively proportional growth of these tissues after pruning. The core diameter is 33.84% larger than that of the control plants. (Table 3).

According to the differentiation of the mesophyll, the leaves of *Acer platanoides* L. are dorsiventral, hypostomatic (the stomata are located on the leaf underside).

**Table 3.** Influence of rejuvenation pruning on the thickness of histological elements of the annual shoots of *Acer platanoides*,  $\mu\text{m}$

Tissue	Unpruned trees (control)	Pruned trees (experiment)	% to unpruned samples
Cork (felema)	68.31±1.15*	57.29±1.20*	86.79
Phelloderm	38.25±1.20*	32.11±0.78*	83.86
Collenchyme	47.14±0.60*	61.73±1.40*	130.95
Parenchyma of the primary bark	49.72±0.65*	48.26±1.32	97.06
Primary bark	96.86±3.46	109.99±2.01*	113.55
Secondary bark (phloem)	220.26±1.25*	290.47±2.24*	131.87
Wood (xylem)	337.63±2.71*	475.25±3.21*	140.76
Core (diameter)	1136.21±13.16*	1520.77±14.81*	133.84

Note: \* - differences between the control and the experimental variant are significant of  $p \leq 0.05$

Leaves of greater thickness are formed on the annual shoots of branches of rejuvenated trees compared to those formed on unpruned trees (Table 4). At the same time, on the transverse section of the leaf, the thickness of some histological elements is greater, of others is less or does not change in comparison with the indicators established in the plants that have not undergone anti-aging tree pruning. Consequently, the cuticle layer is much thinner, the bottom and upper epidermis is somewhat thicker.

**Table 4.** Influence of the rejuvenation pruning on the anatomical structure of leaves on annual shoots,  $\mu\text{m}$

Tissue	Unpruned trees (control)	Pruned trees (experiment)	% to unpruned samples
Thickness, micron:			
leaf	157.38±2.45*	186.62±4.26*	118.58
cuticles	3.21±0.04	2.16±0.02*	67.29
epidermis			
upper	18.17±0.45*	20.56±0.51*	113.15
bottom	12.60±0.30*	14.50±1.06*	115.08
columnar parenchyma	53.34±1.02*	60.11±0.97*	112.69
spongy parenchyma	70.06±1.96*	89.29±2.12*	127.45
Cell size, $\mu\text{m}$ :			
columnar parenchyma			
length	45.03±0.83*	49.21±0.91*	109.28
width	8.65±0.94*	12.34±1.24*	142.65
spongy parenchyma			
length	16.81±0.61*	24.09±0.85*	143.30
width	15.11±0.45*	22.38±0.29*	148.11
Palisade coefficient	5.20±0.11	3.98±0.10	76.54
Columnar/spongy	0.76±0.02	0.67±0.03	88.15

Note: \* - differences between the control and the experimental variant are significant of  $p \leq 0.05$

The thickness of the columnar and spongy mesophylls is greater in the shoot leaves of the pruned trees. The value of their ratio decreases, which indicates that in the shoot leaves of rejuvenated plants, the development of spongy parenchyma is more significantly stimulated than that of columnar. The spongy mesophyll of the leaves of this variant has larger intercellular spaces.

The outlines of epidermal cells are sinuous, and the stomata are relatively evenly distributed over the leaf area in both variants. According to the structural features of the stomata and adjacent cells, they belong to the anamocytic (disordered) type. Their density per 1 mm<sup>2</sup> in the leaves of annual shoots of rejuvenated plants is lower than in the unpruned trees (Table 5). Stomatographic analysis indicates that the size of the stomatal guard cells (length and width) and the degree of their openness are greater in pruned trees. The stomatal-epidermal index is practically the same in both variants. The xeromorphic index is lower in the leaves of annual shoots of pruned trees.

Analysis of the obtained results shows that the annual shoots of the branches of hardly rejuvenated *Acer platanoides* L. trees are characterized by more intensive growth due to reparative regeneration than the shoots of unpruned plants. A significantly larger assimilation surface is formed after two years due to an increase in both the number of leaves and their average area, and after three years only due to a larger area, since there are almost no differences in the number of leaves.

**Table 5.** Changes in the parameters of the stomatal apparatus after pruning

Index	Unpruned trees (control)	Pruned trees (experiment)	% to unpruned samples
Number of stomata per 1mm <sup>2</sup> , pcs	273.22±3.41	221.10±5.33*	80.92
Number of epidermal cells per 1 mm <sup>2</sup> , pcs	893.87±5.33	748.31±7.25*	83.71
Stomatal-epidermal index	23.15±0.61	22.80±0.58	98.49
Guard cell length, μm	20.51±0.48	25.08±0.51*	122.28
Guard cell width, μm	4.21±0.15	5.48±0.28*	130.16
Stoma openness, μm	3.05±0.10	7.12±0.21*	233.44
Xeromorphic index,%	11.67±0.53	9.69±0.31*	83.03

K.E. Bakhtadze (1948) highlighted an increase in the leaf size of the newly formed shoots after pruning the plants of tea. M.N. Kazantseva and A.A. Soloviova (2009) obtained similar data on the increase in the leaf area of *Populus balsamifera* on shoots formed after radical pruning. N.P. Krenke (1950) believed that the increase in leaf parameters during the regeneration period is explained from the point of view of the theory of cyclic aging and rejuvenation. It is the rejuvenation of the newly formed shoots after pruning that, according to this researcher, represents the reason explaining the more active growth of leaves.

More intensive growth processes in the annual shoots of pruned *Acer platanoides* L. plants were observed in the process of crown restoration after hard rejuvenation pruning also in other objects - *Platanus orientalis* and *acerifolia* (Капелюш & Бессонова, 2006), as well as *Tilia cordata* and *T. platyphyllos* (Ponomaryova & Bessonova, 2010). Also N.P. Krenke (1950) pointed out that in the process of plant regeneration, it is of considerable interest to assess the correlative relationships of separate parts of an individual. There is a strong correlation between root functions and assimilation mass. The deciduous surface is formed depending on the thickness of the sucking roots (Казарян,

1969). A change in the ratio of underground and aboveground mass of trees in favor of the former leads to intensive growth of shoots and leaves.

More intensive growth processes in the annual shoots of pruned *Acer platanoides* plants were observed in the process of crown restoration after deep rejuvenating pruning also in other objects - *Platanus orientalis* and *acerifolia* (Капелюш & Бессонова, 2006), as well as *Tilia cordata* and *T. platyphyllos* (Ponomaryova & Bessonova, 2010). Also N.P. Krenke (1950) pointed out that in the process of plant regeneration, it is of considerable interest to assess the correlative relationships of separate parts of an individual. There is a strong correlation between root functions and assimilation mass. The deciduous surface is formed depending on the thickness of the sucking roots (Казарян, 1969). A change in the ratio of underground and aboveground mass of trees in favor of the former leads to intensive growth of shoots and leaves.

Currently, a large number of various compounds are known that move into shoots together with mineral salts in the sap (a large set of amino acids, their amides, ureides, peptides, proteins, organic acids, organophosphorus compounds, growth activators, etc.) (Казарян, 1969; Кулаева, 1973). It has been shown that stem and leaf growth regulation by the root system, as well as the leaf aging process, is carried out with the participation of cytokinins, which can be considered as a hormonal factor of the root system affecting the vital activity of aboveground organs (Mothes & Engelbrecht, 1963; Кулаева, 1973). Cytokinins, along with auxins, are involved in the regulation of cell division and growth, their differentiation, metabolism of organs that have completed growth, and influence some organs in the whole plant (Werner & Schmülling, 2009; Schäfer et al., 2015; Jameson & Song, 2016).

Thus, the activation of the growth processes of shoots and leaves can be explained by a decrease in the aboveground / underground mass ratio after the pruning procedure of skeletal branches and regrowth of a new tree crown. This leads to a significantly better supply of organs, which are formed as a result of regeneration, with water, nutrients, as well as with growth stimulants, which are synthesized in the roots, primarily with cytokinins.

Rejuvenation pruning of *Acer platanoides* L. trees significantly affects the formation of the histological elements of the shoot. Thus, the thickness of the secondary bark (phloem), wood (xylem), collenchyme and the diameter of the core increase. The size of the secondary bark does not differ in both variants, and the layer of cork and felleum is thinner in the shoots of pruned trees. Better development of xylem elements promotes greater flow of water and dissolved minerals into the leaves, which may also be one of the reasons for the increase in their surface area, and the phloem – for the outflow of assimilates, their movement in a downward direction.

Changes in leaf anatomical characteristics present a structural reflection of plant response to external factors (Капелюш & Бессонова, 2006; Georgy, 2009; Sack et al., 2003), primarily to water availability (Torres et al., 2003; Крохмаль, 2015). The leaves of annual shoots of newly growing branches of pruned trees have a more mesomorphic structure than those of unpruned ones. This is highlighted by a decrease in the xeromorphic index, the thickness ratio of the columnar parenchyma to the spongy parenchyma, an increase in the stomata size with a smaller amount per unit area of the epidermis (mm<sup>2</sup>), and a greater openness of the stomatal fissures. It is known that such changes in the structure of leaves may be observed under conditions of their better water supply.

## CONCLUSIONS

In the first 2–4 years after hard rejuvenation pruning of trees, a very significant intensification in the growth of annual shoots and the formation of leaves of a larger area in comparison with unpruned plants was observed, which can be explained by an increase in the ratio of the root system to the aboveground part.

Annual shoots of pruned trees have larger diameters in comparison with unpruned trees due to the thickening of such histological elements as secondary bark, wood and pith.

The anatomical structure of leaves in pruned trees changes towards mesomorphism: there is a decrease in the index of prosenchymality and xeromorphism, a more significant development of spongy parenchyma, and a decrease in the number of stomata per unit area of the epidermis with an increase in their size. Xeromorphization of leaves can be considered as an adaptive response to environmental pollution, since this helps to reduce the intake of toxic gases into their tissues and to reduce the area of damage.

## REFERENCES

1. BADRULHISHAM, N., OTHMAN, N. (2016). Knowledge in Tree Pruning for Sustainable Practices in Urban Setting: Improving Our Quality of Life. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 234, pp. 210-217. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.236>
2. BAYALA, J., TEKLEHAIMANOT, Z., OUEDRAOGO, S.J. (2002). Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. In: *Agroforestry Systems*, vol. 54(3), pp. 203-214. <http://doi.org/10.1023/A:1016058906682>
3. BRAILKO, V.A. (2013). Characteristics of leaf anatomy in some species of genus *Lonicera* L., cultivated in the southern coast of Crimea. In: *Plant Introduction*, no. 3, pp. 61-65. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1558605>
4. DĂNESCU, A., EHRING, A., BAUHUS, J., ALBRECHT, A.T., HEIN, S. (2015). Modelling discoloration and duration of branch occlusion following green pruning in *Acer pseudoplatanus* and *Fraxinus excelsior*. In: *Forest Ecology and Management*, vol. 335(1), pp. 87-98. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.027>
5. FINI, A., FERRINI, F., AMOROSO, G., FRANGI, P., PIATTI, R. (2009). Withholding irrigation during the establishment phase affected growth and physiology of Norway maple (*Acer platanoides*) and Linden (*Tilia* spp.). In: *Arboriculture & Urban Forestry*, vol. 35(5), pp. 241-251. DOI:10.48044/jauf.2009.038
6. FINI, A., FRANGI, P., FAORO, M., PIATTI, R., AMOROSO, G., FERRINI, F. (2015). Effects of different pruning methods on an urban tree species: a four-year-experiment scaling down from the whole tree to the chloroplasts. In: *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 14(3), pp. 664-674. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.06.011>
7. GEORGY, E. (2009). Anatomic adaptive strategies of some cormophytes with individuals growing in light and shady (trebuie de verificat sursa) conditions. In: *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 37(2), pp. 33-39. <http://doi.org/10.15835/nbha3723254>
8. GUPTA, B. (1961). Correlation of tissues in leaves II. Absolute stomatal numbers. In: *Annals of Botany*, vol. 25, pp. 71-77.
9. JAMESON, P.E., SONG, J. (2016). Cytokinin: A key driver of seed yield. In: *Journal of Experimental Botany*, vol. 67(3), pp. 593-606. <http://doi.org/10.1093/jxb/erv461>
10. JONES, M., SINCLAIR, F.L., GRIME, V.L. (1998). Effect of tree species and crown pruning on root length and soil water content in semi-arid agroforestry. In: *Plant and Soil*, vol. 201(2), pp. 197-207. <http://doi.org/10.1023/A:1004324616942>
11. KRISTOFFERSEN, P., BÜHLER, O., LARSEN, S., RANDRUP, T. (2010). Growth of Newly Established *Tilia platyphyllos* 'Rubra' Roadside Trees in Response to Weed Control and Pruning. In: *Arboriculture & Urban Forestry*, vol. 36 (1), pp. 35-40. <http://doi.org/10.48044/jauf.2010.005>
12. LECIGNEA, B., DELAGRANGE, S., MESSIER, Ch. (2018). Crown reaction and acclimation to cyclical V-trimming of city trees: An analysis using terrestrial laser scanning. In: *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 29, pp. 183-191. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.012>



13. MARCIULYNIENEA, D., DAVYDENKO, K., STENLID, J., CLEARY, M. (2017). Can pruning help maintain vitality of ash trees affected by ash dieback in urban landscapes? In: Urban Forestry & Urban Greening, vol. 27, pp. 69-75. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.017>
14. MAURIN, V., DESROCHERS, A. (2013). Physiological and growth responses to pruning season and intensity of hybrid poplar. In: Forest Ecology and Management, vol. 304, pp. 399-406. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.039>
15. MOTHE, K., ENGELBRECHT, L. (1963). On the activity of kinetin-like root factor. In: Life Sciences, vol. 11, pp. 852-857.
16. PERCIVAL, G.C. (2017). The influence of glyphosate on carotenoid pigments, reactive oxygen species scavenging enzymes and secondary stress metabolites within leaf tissue of three Acer species. In: Urban Forestry & Urban Greening, vol. 24, pp. 19-25. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.018>
17. PONOMARYOVA, O.A., BESSONOVA, V.P. (2010). Аналіз відновлення крони у рослин *Tilia platyphyllos* та *T. cordata* після глибокого омолоджувального обрізування [Analysis of crown restoration in *Tilia platyphyllos* and *Tilia cordata* plants after deep rejuvenating pruning]. In: Visnyk of Dnipropetrovsk University Biology ecology, vol. 18(2), pp. 76-80. <http://doi.org/10.15421/011028>. Ukrainian.
18. SACK, L., COWAN, P.D., JUIKUMAR, N., HOLBROOK, N.M. (2003). The hydrology of leaves: coordination of structure woody species. In: Plant, Cell and Environment, vol. 26, pp. 1343-1356.
19. SCHÄFER, M., BRÜTTING, C., MEZA-CANALES, I.D., GROFKINSKY, D.K., VANKOVA, R., BALDWIN, J.T., MELDAN, S. (2015). The role of cis-zeatin-type cytokines in plant growth regulation and mediating responses to environmental interactions. In: Journal of Experimental Botany, vol. 66(16), pp. 4873-4884. <http://doi.org/10.1093/jxb/erv214>
20. SHARMA, G.K. (1975). Leaf surface effects of environmental pollution on sugar maple (*Acer saccharum*) in Montreal. In: Canadian Journal of Botany, vol. 53(20), pp. 2312-2314. <http://doi.org/10.1139/b75-255>
21. SHIGO, A.L. (1984). Tree decay and pruning. In: Arboricultural Journal, vol. 8(1), pp. 1-12. <http://doi.org/10.1080/03071375.1984.9746646>
22. SJÖMAN, H., HIRONS, A.D., BASSUK, N.L. (2015). Urban forest resilience through tree selection - Variation in drought tolerance in Acer. In: Urban Forestry & Urban Greening, vol. 14(4), pp. 858-865. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.08.004>
23. TORRES, S., FJELD, T., GISLERD, H.R., & MOE, R. (2003). Leaf anatomy and stomatal morphology of greenhouse roses growth and moderate or high air humidity. In: Journal American Society Horticultural Science, vol. 128(4), pp. 598-602. <http://doi.org/10.21273/JASHS.128.4.0598>
24. WERNER, T., SCHMÜLLING, T. (2009). Cytokinin action plant development. In: Current Opinion in Plant Biology, vol. 12(5), pp. 527-538. <http://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.07.002>
25. БАХТАДЗЕ, К.Э. (1948). Биология побегообразования чайного растения [Biology of shoot formation in a tea plant]. В: Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, вып. 4, с. 82-87. Russian
26. БЕССОНОВА, В.П. (2006). Практикум з фізіології рослин [Workshop on plant physiology]. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 316 с. ISBN 966-8490-19-3. Ukrainian.
27. БРИКЕЛЛ, К. (1992). Обрезка растений [Pruning plants]. Москва: Мир, 197 с. ISBN 978-5-458-25519-6.
28. ВАСИЛЬЕВ, Б.Р. (1988). Строение листьев древесных растений в разных климатических зонах [Leaf structure of woody plants in different climatic zones]. Ленинград: ЛГУ, 205 с. Russian.
29. ГОЛОВИНСКАЯ, Т.Я. (2000). Особенности экологии липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) примагистральных зон городской среды: на примере Центрального района г. Воронежа: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук в области экологии [Features of the ecology of the small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) in the main zones of the urban environment: on the example of the Central district of the Voronezh city: Dissertation for degree of Candidate of Biological Sciences in Ecology]. Воронеж, 193 с. Russian.
30. ГОРБЕНКО, О.С. (2006). Формування вуличних дерев обрізуванням та його ефективність [Formation of street trees by pruning and its efficiency]. В: Науковий вісник, вип. 16(4), с. 187-191. Ukrainian.
31. КАЗАНЦЕВ, П.А., КАЗАНЦЕВА, М.Н. (2009). Жизненное состояние и декоративность деревьев в городских насаждениях Тюмени [The vital state and decorativeness of trees in the urban plantings of Tyumen]. В: Актуальные проблемы лесного комплекса, № 23, с. 173-176. Russian.

32. КАЗАНЦЕВА, М.Н., СОЛОВЬЕВА, А.А. (2009). Экологические последствия радикальной обрезки крон тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в городских насаждениях Тюмени [Ecological consequences of radical pruning of balsam poplar crowns (*Populus balsamifera* L.) in urban plantations of Tyumen]. В: Вестник экологии, лесоводства и ландшафтоведения, № 9, с. 128-135. Russian.
33. КАЗАРЯН, В.О. (1969). Старение высших растений [Aging of higher plants]. Москва: Наука, 314 с. Russian.
34. КАПЕЛЮШ, Н.В., БЕССОНОВА, В.П. (2006). Особливості реакції рослин роду *Platanus*, що ростуть біля автошляхів, на обрізку крон (в умовах промислового міста) [Peculiarities of the reaction of plants of the genus *Platanus*, which grow near highways, to pruning crowns (under the conditions of an industrial city)]. В: Збірник наукових праць Полтавського державного університету імені Короленка, вип. 5(52), с. 117-124. Ukrainian.
35. КАРМАНОВА, И.В. (1976). Математические методы изучения роста и продуктивности растений: монография [Mathematical methods for studying the growth and productivity of plants: monograph]. Москва: Наука, 222 с. Russian.
36. КЛЕЙН, Р.М., КЛЕЙН, Д.Т. (1974). Методы исследования растений [Plant research methods]. Москва: Колос, 527 с. Russian.
37. КРЕНКЕ, Н.П. (1950). Регенерация растений [Plant Regeneration]. Москва-Ленинград: АН СССР, 675 с. Russian.
38. КРОХМАЛЬ, И.И. (2015). Функциональная анатомия и морфология листа *Campanula sibirica* L. [Functional anatomy and morphology of the leaf of *Campanula sibirica* L.]. In: Ecology and noospherology, vol. 26(1-2), pp. 54-65. Russian.
39. КРУГЛЯК, В.В. (2006). Особенности реконструкции топольных насаждений в г. Воронеже [Features of the reconstruction of poplar plantations in the city of Voronezh]. В: Вестник Воронежского государственного университета, вып. 1, с. 129-132. Russian.
40. КУЛАЕВА, О.Н. (1973). Цитокинины их структура и функция. [Cytokinins, their structure and function]. Москва: Наука, 264 с. Russian.
41. КУРНИЦЬКА, М.П., ПАХОЛЮК, О.Т. (2012). Аналіз реакції деревних рослин на сильне кронування [Analysis of reactions of woody plants to strong crowning]. В: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 22(5), с. 30-33. Ukrainian.
42. МОЛОТКОВСКИЙ, Г.Х. (1935). Исследование состояния устьиц методом целлюлозных оттисков [Study of the state of stomata by the method of cellulose prints]. В: ДАН СССР, № 3(8), с. 9-13. Russian.
43. МОЛЧАНОВ, А.А., СМИРНОВ, В.В. (1967). Методы изучения роста древесных растений [Methods for studying the growth of woody plants]. Москва: Наука, 95 с. Russian.
44. ОЛЕКСИЙЧЕНКО, Н.О., МАТКОВСКАЯ, С.И. (2015). Екологічна роль омолоджувального обрізування дерев роду *Tilia* L. у вуличних насадженнях Житомира [Ecological role of rejuvenating pruning of trees of the genus *Tilia* L. in street plantations of Zhytomyr]. In: Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine, vol. 25(9), pp. 14-18. Ukrainian.
45. ТАТАРИНЦЕВ, А.И. (2012). Санитарное состояние насаждений вяза в Красноярске [Sanitary condition of elm plantations in Krasnoyarsk]. В: Вестник КрасГАУ, вып.12, с. 68-72. Russian.

### 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 28 January 2023; Accepted 21 March 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2023.1.04  
UDC: 631.11:631.811.98



## EFICIENȚA RĂRIRII CHIMICE ÎN DIFERITĂ DOZĂ DE TRATARE LA SOIUL GALA MUST CU PRODUSE PE BAZĂ DE NAD, ANA ȘI BA

Oleg CALESTRU<sup>1</sup>, ORCID: 0009-0008-1004-5276

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova;  
Correspondență: Oleg Calestru - e-mail: [oleg.calestru@gmail.com](mailto:oleg.calestru@gmail.com)

**Abstract.** The researches were carried out in the period 2014-2017 in the intensive apple orchard of the enterprise „Codru ST” Ltd. founded in 2006. The efficiency of chemical fruit thinning was studied in Gala Must variety grafted on M9 rootstock. The following active substances were applied: 1. naphthalene-acetamide NAD (Geramid-New), 2. naphthylacetic acid ANA (Dirager) and 3. benzyladenine BA (Gerba 4LG), using different doses and thinning periods. During the research the following indicators were studied: the number and average weight of fruits, the yield per tree and per unit area, and the average fruit diameter. On average, over the years 2014-2017, the highest number of fruits in the crown of apple trees was obtained using the growth regulators Dirager (131.2 pcs/tree) and Geramid-New (128 pcs/tree), while the variants treated with Gerba 4LG recorded the highest yield per tree 18.01 kg/tree and the highest average fruit diameter 74.1 mm. The average fruit weight as a quality indicator varied greatly over the studied years. This indicator largely correlated with the number of fruits in the tree crown and weather conditions in the year of reference. It was established that the treatments with Geramid-New in a dose of 1.2 l/ha when 80% of the petals have fallen + 2-3 days, with Dirager in a dose of 0.3 l/ha when the diameter of the central fruit is 8-9 mm and with Gerba 4LG in a dose of 2.5 l/ha when the fruit diameter is 10-15 mm have a significant effect on the studied indicators.

**Key words:** Apple; Chemical fruit thinning; Growth regulators; Fruit; Average weight; Diameter; Crop yield.

**Rezumat.** Cercetările s-au desfășurat în perioada anilor 2014-2017 în livada intensivă de măr a întreprinderii SRL „Codru ST” fondată în anul 2006. S-a studiat eficiența răririi chimice a fructelor la soiul Gala Must altoit pe portaltoiul M9. Ca substanțe active în cercetare au fost aplicate: 1. naftilacetamidă NAD (Geramid-New), 2. acid naftilacetic ANA (Dirager) și 3. benziladenină BA (Gerba 4LG), folosind diferite doze și perioade de rărire. Pe parcursul cercetărilor au fost studiați indicatorii: numărul și greutatea medie a fructelor, producția pe pom și la o unitate de suprafață și diametrul mediu al fructelor. În medie pe anii 2014-2017 cel mai mare număr de fructe în coroana pomilor de măr a fost obținut în cazul tratării cu regulatorii de creștere Dirager (131,2 buc/pom) și Geramid-New (128 buc/pom), iar în variantele tratate cu Gerba 4LG s-a înregistrat cea mai mare producție de la un pom (18.01 kg/pom) și cel mai mare diametru mediu al fructului (74.1 mm). Greutatea medie a unui fruct ca indicator al calității a variat mult pe anii luați în studiu. Acest indicator în mare măsură este corelat cu numărul de fructe în coroana pomilor și condițiile meteorologice din anul de referință. S-a stabilit că, tratamentele cu Geramid-New 1,2 l/ha când 80% din petale au căzut + 2-3 zile, Dirager 0,3 l/ha când diametrul fructului central este de 8-9 mm și Gerba 4LG în doză de 2,5 l/ha când diametrul fructului constituie 10-15 mm au un efect semnificativ asupra indicatorilor studiați.

**Cuvinte-cheie:** Măr; Rărire chimică a fructelor; Regulatori de creștere; Fruct; Greutate medie; Diametru; Producție.

## INTRODUCERE

În ultimul deceniu clonele soiului Gala, atât la nivel mondial, cât și în Republica Moldova, sunt cele mai cultivate soiuri de măr de culoare roșie (Babuc et al., 2013; Balan et al., 2019; Bucarciuc, 2022; Cimpoieș, 2012; Peșteanu, 2015c; Peșteanu & Calestru, 2020). Soiul Gala Must înflorește abundent și regulat pe toate tipurile de ramuri de rod, formând recolte înalte, dar în unii ani se înregistrează o calitate inferioară (Ambrozic Turk & Stopar, 2010; Peșteanu, 2013a; Peșteanu, 2015c; Peșteanu & Calestru, 2020). Pentru a exclude acest fenomen negativ, se recomandă de intervenit prin normarea încărcăturii de rod prin diverse metode de rărire, (manuală, chimică) cu diferiți regulatori de creștere și în diverse doze de tratare (Greene, 2002; Dorrighoni & Lezzer, 2007; Ilie et al., 2016; Peșteanu, 2013b; Peșteanu, 2015a; 2015d; Peșteanu & Calestru, 2015; Peșteanu & Calestru, 2017).

De aceea, la etapa inițială, în plantațiile de măr, normarea încărcăturii de rod a pomilor se efectuează prin metoda chimică și apoi, după necesitate, poate fi corectat numărul de fructe prin metoda manuală în funcție de gradul de dezvoltare și starea fiziologică a plantelor (Vămășescu & Balan, 2014; Dennis, 2000; Peșteanu, 2017; Stopar, 2000).

Răirerea chimică a organelor reproductive la clonele provenite de la soiul Gala Delicious este studiată de mulți cercetători, dar să fie luate în investigație diferite faze de tratare cu diferiți regulatori de creștere nu s-a efectuat până acum (Peșteanu & Calestru, 2020).

Pentru soluționarea acestei probleme, este necesar de a studia utilizarea diferitor regulatori de creștere a căror substanță activă sunt produsele pe bază de NAD, ANA și BA, care permit de a efectua tratări de la căderea petalelor și până când fructul central din inflorescență are 15 mm diametru (Greene, 2002; Hiroshi et al., 2018; Peșteanu, 2013a, 2013b; Peșteanu, 2015b, 2015d; Peșteanu & Calestru, 2020).

## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada anilor 2014-2017, în livada intensivă de măr a întreprinderii SRL "Codru-ST", plantată în preajma satului Păulești, raionul Călărași. Plantația a fost fondată în toamna anului 2006, cu pomii de un an, sub formă de vargă.

Ca material biologic a fost luat soiul Gala Must altoit pe portaltoiul M9, coroana condusă după sistemul fus subțire ameliorat, distanța de plantare 3,5x1,2 m.

Pentru determinarea eficienței răririi fructelor la pomii de măr din soiul Gala Must au fost utilizați regulatori de creștere pe bază de NAD, ANA și BA, produși de compania "L.Gobbi" SRL, Italia și s-a realizat următoarea experiență (Tabelul 1).

Cercetările s-au efectuat după metodele generale de îndeplinire a experiențelor cu speciile pomicole atât în câmp, cât și în laborator.

Tratarea pomilor s-a făcut cu stropitoarea portabilă în orele fără vânt, de dimineață, la temperatura de +18°C. Cantitatea de soluție la un pom a constituit 0,42 litri, reieșind din numărul de pomi la o unitate de suprafață și cantitatea de apă recomandată de 1000 l/ha.

**Tabelul 1.** Schema experienței privind metoda de rărire și doza de tratare a pomilor de măr cu regulatori de creștere

Variantele experienței	Ingredient activ	Doza de tratare, l/ha	Modul de aplicare
Fără rărire (m)	-	-	-
Rărire manuală	-	-	Rărire manuală după căderea fiziologică, când fructul central atinge 15-20 mm în diametru
Geramid New	NAD (44,8 g/l)	1,2	Prin stropire, la căderea a 80% de petale +2-3 zile, când fructul central atinge 4-7 mm în diametru
		1,5	
		2,0	
Dirager	ANA (37g/l)	0,2	Prin stropire, când fructul central atinge 8-9 mm în diametru
		0,3	
		0,4	
Gerba 4 LG	6BA (41g/l)	2,0	Prin stropire, când fructul central atinge 10-15 mm în diametru
		2,5	
		3,0	

Evidențele pentru determinarea numărului de fructe, a greutateii medii a unui fruct, a producției la un pom, la o unitate de suprafață și diametrul fructelor s-a efectuat în perioada recoltării. Rezultatele au fost raportate la varianta martor.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Numărul de fructe în cadrul unui pom rezultă din ponderea de flori, coeficientul de legare, modul de normare a încărcăturii de rod și doza aplicată în cadrul fiecărui regulator de creștere în parte.

Datele prezentate în tabelul 2 scot în evidență, că numărul de fructe din coroana pomilor de măr au fost în corelație directă cu factorii luați în studiu. Un număr mai mare de fructe la pomii din soiul Gala Must a fost înregistrat pe variantele în studiu în anii 2014 și 2016, unde mediile au constituit 130,4 și, respectiv, 132,3 buc/pom. În anul 2017 numărul de fructe a fost cel mai mic din perioada cercetărilor (97,7 buc/pom), datorită unui număr mai mare de fructe în anul precedent și condițiilor nefavorabile în perioada de diferențiere a mugurilor de rod, ceea ce în final a influențat și indicele mediu multianual (145,7 buc/pom). Anul 2015 se caracterizează printr-un număr mediu de fructe (106,3 buc/pom).

Studiind în continuare cum a variat numărul de fructe pe parcursul cercetărilor, un decalaj mai destabilizat a fost înscris în varianta martor, unde indicele în studiu, în anii 2014 și 2015, a înregistrat cele mai mari valori, 231 și, respectiv, 244 buc/pom, iar în anii 2015 și 2016 cele mai mici, 65 și, respectiv, 43 buc/pom. În varianta respectivă și numărul de fructe pe parcursul cercetărilor a înregistrat cea mai mare valoare, constituind 145,7 buc/pom. În funcție de numărul de fructe obținut în coroana pomilor din varianta martor putem menționa că soiul Gala Must nu este predispus completamente la fructificare alternativă, când în coroana pomilor s-au înregistrat producții de 48,54 și 51,45 t/ha (Tabelul 5).

În anii 2015 și 2017 diferența dintre anii luați în studiu în funcție de numărul de fructe la un pom scoate în evidență valori mai mici ale indicelui în studiu, având la bază numărul mai mare de fructe din anii precedenți (2014, 2016).

**Tabelul 2. Influența regulatorilor de creștere și dozei de tratare asupra numărului de fructe din coroana pomilor de măr din soiul Gala Must, buc/pom**

Variantele experienței	Doza tratării (l/ha)	Anii				Media 2014-2017
		2014	2015	2016	2017	
Fără rărire (m)	-	231	65	244	43	145,7
Rărire manuală	-	110	112	108	110	110,0
Geramid New	1,2	116	110	114	99	109,7
	1,5	123	117	120	102	115,5
	2,0	137	130	140	105	128,0
Dirager	0,2	130	121	127	108	121,5
	0,3	115	110	118	98	110,2
	0,4	140	131	136	118	131,2
Gerba 4LG	2,0	130	103	133	107	118,2
	2,5	108	91	114	95	102,0
	3,0	95	80	101	90	91,5
Media	-	130,4	106,4	132,3	97,7	

Numărul de fructe la un pom de măr de soiul Gala Must diferă semnificativ și în funcție de modul de normare a încărcăturii de rod pe durata cercetărilor. În varianta fără rărire numărul de fructe la un pom după media multianuală a înregistrat valori mai mari (145,7 buc/pom), în comparație cu varianta rărire manuală (110,0 buc/pom). Numărul de fructe în varianta rărire manuală a fost constant pe parcursul cercetărilor și nu a variat esențial față de valoarea medie multianuală, deoarece scopul a fost de a menține în coroană 110-115 buc/pom.

Reglatorii de creștere utilizați la răirirea chimică a organelor reproductive pe parcursul cercetărilor au avut aportul lor asupra numărului mediu de fructe în cadrul coroanei pomilor de măr. Un număr mai mare de fructe în coroana pomilor de măr a fost înscris în cazul tratării cu regulatorul de creștere Dirager (110,2-131,2 buc/pom) în comparație cu produsul Geramid New (109,7-128,0 buc/pom), unde normarea încărcăturii de rod se declanșează imediat după căderea petalelor. Cel mai mic număr de fructe în coroana pomilor de măr a fost obținut în cadrul utilizării regulatorului de creștere Gerba 4 LG (91,5-118,2 buc/pom). Numărul diferit de fructe din cadrul pomilor de măr din soiul Gala Must se explică prin acțiunea fiecărei substanțe active în mod specific asupra blocării dezvoltării semințelor din camera seminală a fructelor, abscizia lor și condițiile climaterice care au fost înregistrate în perioada tratării.

Deoarece este cunoscut că soiul Gala Must face parte din soiurile la care mai dificil se răresc chimic organele reproductive, s-au luat în studiu și diverse doze de tratare, inclusiv cele recomandate pentru cultura mărului în Republica Moldova.

Dacă, spre exemplu, numărul de fructe în medie pe anii 2014-2017 în varianta tratată cu produsul Geramid New 1,2 l/ha a fost de 109,7 buc/pom, o valoare aproximativă cu varianta rărire manuală, atunci în cazul variantei Geramid New 1,5 l/ha valoarea acestui indice a constituit 115,5 buc/pom. Majorarea dozei de tratare a produsului Geramid New la 2,0 l/ha a influențat esențial numărul de fructe în cadrul pomilor, unde indicele în studiu a constituit 128,0 buc/pom.

Aceasta se explică prin faptul că în cadrul unor soiuri de măr, utilizarea dozelor mai mici de produs poate avea o reacție negativă asupra numărului de fructe obținut în

coroana pomilor, o influență mai scăzută asupra normării încărcăturii de rod. La astfel de rezultate, în condițiile anului 2018 în cadrul soiului Gala Buckeye în Republica Moldova, au ajuns A. Peșteanu și O. Calestru (2020).

Valori mai mari în cadrul variantelor unde s-a administrat produsul Dirager au fost obținute în varianta tratată cu doza 0,4 l/ha (131,2 buc/pom). În varianta Dirager 0,3 l/ha, indicele în studiu s-a diminuat (110,2 buc/pom), pe când în cazul variantei Dirager 0,2 l/ha numărul de fructe din coroana pomilor pe parcursul a 4 ani a fost de 121,5 buc/pom, sau o majorare față de varianta precedentă cu 10,2%.

În cazul variantelor tratate cu regulatorul de creștere Gerba 4 LG înregistrăm o influență mai esențială asupra indicelui luat în studiu, comparativ cu variantele tratate cu produsele Geramid New și Dirager. Cel mai mic număr de fructe la un pom în varianta Gerba 4 LG a fost obținut în cazul tratării cu doza de 3,0 l/ha (91,5 buc/pom), apoi valori mai mari ale indicelui în studiu au fost înscrise în varianta cu doza 2,5 l/ha (102,0 buc/pom). Un număr mai mare de fructe în cazul variantelor tratate cu produsul Gerba 4 LG a fost înscris în cazul administrării dozei de 2,0 l/ha (118,2 buc/pom), care a fost aproximativ la nivelul variantelor Geramid New 1,5 l/ha și Dirager 0,2 l/ha.

Greutatea medie a unui fruct, ca indicator al calității (Tabelul 3), a variat mult în decursul anilor luați în studiu în cadrul pomilor din soiul Gala Must. Cea mai mare greutate medie a unui fruct s-a înregistrat în anul 2017 (172,0 g), iar cea mai mică în 2016 (136,4 g). Pe parcursul anilor 2014 și 2015 greutatea medie a unui fruct a înregistrat valori medii constituind 143,1 și, respectiv, 162,2 g. Acest indicator în mare măsură este corelat cu numărul de fructe obținut în cadrul unui pom și condițiile meteorologice din anul de referință. De asemenea, greutatea medie a unui fruct în perioada respectivă s-a diminuat esențial din considerentul numărului mare de fructe în varianta martor, acolo unde indicele în studiu a înregistrat cele mai mici valori.

**Tabelul 3.** Influența regulatorilor de creștere și a dozei de tratare asupra greutății medii a unui fruct din coroana pomilor de măr din soiul Gala Must, g

Variantele experienței	Doza tratării (l/ha)	Anii				Media 2014-2017
		2014	2015	2016	2017	
Fără rărire (m)	-	88,3	190,1	86,3	192,1	139,2
Rărire manuală	-	158,1	154,2	149,8	157,1	154,8
Geramid New	1,2	154,6	166,4	151,6	178,8	162,8
	1,5	146,5	150,6	141,9	173,2	153,0
	2,0	122,2	127,3	117,2	151,8	129,6
Dirager	0,2	136,4	149,3	137,5	166,7	147,5
	0,3	152,1	163,0	153,6	175,3	161,0
	0,4	129,0	137,3	125,9	161,5	138,4
Gerba 4LG	2,0	138,7	173,1	132,0	168,4	153,0
	2,5	165,3	183,3	144,6	183,7	169,2
	3,0	182,5	189,3	159,9	183,7	178,8
Media	-	143,1	162,2	136,4	172,0	

Greutatea medie a unui fruct se schimbă și sub influența metodei de normare a încărcăturii de rod. Valori mai mici ale indicelui dat s-au înregistrat în variantele Geramid New 2,0 l/ha (129,6 g), Dirager 0,4 l/ha (138,4 g) și fără rărire (139,2 g) comparativ cu cele-

lalte variante (147,5-178,8 g). Decalajul esențial între variantele cu o greutate medie mai mică, se explică prin numărul diferit de fructe și reacția regulatorului de creștere asupra soiului luat în studiu pe parcursul anilor de cercetare. O greutate mai mică a unui fruct a fost obținută în varianta martor în anii 2014 și 2016 constituind 88,3 și, respectiv, 86,3 g, și diametral opus – fructele cu valori de greutate foarte mari înregistrate în anul 2015 (190,1 g) și 2017 (192,1 g). Acest fenomen a fost înregistrat în urma unei alternanțe parțiale de fructificare, care la soiul Gala Must nu este atât de accentuată ca la pomii din alte soiuri. În cadrul variantei cu rărire manuală înregistrăm o greutate medie (154,8 g), care are valori echilibrate pe parcursul cercetărilor.

Produsele utilizate la răirirea chimică a fructelor au influențat și ele asupra indicelui în studiu în mod diferențiat, înregistrând greutateți medii ale unui fruct în funcție de substanța activă utilizată la tratare și de doza administrată.

Comparând greutatea medie a unui fruct în funcție de reglatorii de creștere utilizați la răirirea chimică, s-a constatat, că în rezultatul tratării pomilor cu produsul Geramid New 1,2 l/ha s-a înregistrat o valoare de 162,8 g, adică o majorare, comparativ cu varianta rărire manuală, cu 17,0%. În cadrul variantei Geramid New 1,5 l/ha, indicele studiat a fost la nivelul variantei rărire manuală 153,0 g, iar cu majorarea dozei la 2,0 l/ha au fost înscrise cele mai mici valori (129,6 g). Majorarea greutateții medii a fructelor este corelată cu cantitatea de produs administrată în cadrul fiecărui pom pe variantele studiate.

În cazul variantelor cu utilizarea produsul Dirager, greutatea medie a unui fruct la diferite rate de tratament prezintă interes pentru pomicultura modernă. Astfel, dacă greutatea medie a unui fruct în varianta Dirager 0,2 l/ha a fost de 147,5 g, atunci la pomii tratați cu doza 0,3 l/ha, indicele din studiu a crescut până la 161,0 g. La majorarea în continuare a cantității de produs la o unitate de suprafață (Dirager 0,4 l/ha), înregistrăm valori mai mici ale indicelui luat în studiu (138,4 g).

Regulatorul de creștere Gerba 4 LG a avut o acțiune mai vizibilă asupra greutateții medii a unui fruct, înregistrând valori mai mici în varianta tratată cu doza 2,0 l/ha (153,0 g), apoi în ordine crescândă s-a plasat varianta cu doza 2,5 l/ha (169,2 g), iar fructe cu valori mai mari s-au înregistrat în varianta cu doza 3,0 l/ha (178,8 g).

Producția de fructe este principalul indice prin care se poate aprecia eficiența elementelor tehnologice aplicate la cultura mărului. Producția de fructe la măr este o caracteristică complexă, care depinde de modul de gestionare a încărcăturii de fructe, cantitatea de produs aplicată la răirirea chimică și modul în care aceste elemente tehnologice au interacționat cu factorii de mediu (Peșteanu & Calestru, 2017; Peșteanu & Calestru, 2020).

Datele din tabelul 4 arată că factorii menționați mai sus au avut un impact esențial asupra producției de fructe în cadrul unui pom.

Producția de fructe în cadrul unu pom este corelată de numărul de fructe înscris în coroana pomilor de măr și de greutatea medie a unui fruct. O producție mai mare de fructe în coroana pomilor de măr cu diferite metode de gestionare a încărcăturii de fructe a fost obținută în anul 2014, în comparație cu anii 2015 și 2016. În anul 2017, acest indice a înregistrat valori mai mici din cauza factorilor menționați anterior.

Metoda de normare a încărcăturii de rod pe parcursul cercetării a influențat indicele studiat, înregistrându-se valori mai mari în varianta Dirager 0,4 l/ha cu 18,06 kg/pom, iar valori mai mici în varianta martor, fără rărire (15,53 kg/pom). Dacă în varianta precedentă decalajul în timpul cercetării privind producția de fructe nu a fost suficient de mare, atunci în varianta martor se înregistrează valori mai mici ale indicatorului dat în anii 2015 (12,41 kg/pom) și 2017 (8,26 kg/pom) ca și în cazul numărului de fructe.



**Tabelul 4.** Influența regulatorilor de creștere și a dozei de tratare asupra producției de fructe în coroana pomilor de măr din soiul Gala Must, kg/pom

Variantele experienței	Doza tratării (l/ha)	Anii				Media 2014-2017
		2014	2015	2016	2017	
Fără rărire (m)	-	20,39	12,41	21,05	8,26	15,53
Rărire manuală	-	17,39	17,27	16,18	17,28	17,03
Geramid New	1,2	17,93	18,30	17,28	17,70	17,80
	1,5	18,01	17,62	17,03	17,67	17,58
	2,0	16,74	16,55	16,41	15,94	16,41
Dirager	0,2	17,73	18,06	17,46	18,00	17,81
	0,3	17,49	17,93	18,12	17,18	17,68
	0,4	18,06	17,99	17,12	19,06	18,06
Gerba 4LG	2,0	18,03	17,83	17,55	18,02	17,86
	2,5	17,85	16,68	16,48	17,45	17,11
	3,0	17,33	15,14	16,15	16,53	16,29
Media	-	17,90	16,89	17,35	16,64	

O valoare aproximativă cu răirirea manuală (17,03 kg/pom) a fost înregistrată în varianta tratată cu regulatorul de creștere Gerba 4 LG 2,5 l/ha - 17,11 kg/pom.

Producția de fructe în cadrul unui pom în celelalte variante a înregistrat valori mai mici, sau neînsemnat mai mari în comparație cu varianta rărire manuală.

Producția de fructe în coroana pomilor de măr a fost corelată și de doza de produs administrată în perioada de rărire chimică.

În cadrul pomilor din soiul Gala Must s-au obținut producții mai mari de mere în cadrul variantei Geramid New 1,2 l/ha (17,80 kg/pom) și Geramid New 1,5 l/ha (17,58 kg/pom). Majorarea dozei de produs administrat la 2,0 l/ha, a diminuat producția de fructe obținută în cadrul unui pom, comparativ cu variantele anterioare, cu 7,8 și, respectiv, 6,7%.

În cadrul variantelor tratate cu Dirager 0,2 l/ha, producția de fructe în cadrul unui pom a înregistrat valori neînsemnat mai mari comparativ cu variantele Dirager 0,3 l/ha și Dirager 0,4 l/ha.

Tratamentele efectuate cu regulatorul de creștere Gerba 4 LG au redus mai esențial producția de fructe din cadrul unui pom, comparativ cu produsele Geramid New și Dirager. Producția în cadrul unui pom din soiul Gala Must a variat între 16,29 și 17,86 kg/pom. Valoarea acestui indice pentru varianta Gerba 4 LG 2,0 l/ha a fost mai mare (17,86 kg/pom) decât în cazul variantei Gerba 4 LG 2,5 l/ha (17,11 kg/pom). În cazul variantei Gerba 4 LG 3,0 l/ha, producția în cadrul unui pom a înregistrat valori mai mici (16,29 kg/pom), adică cu o scădere de 8,8% în comparație cu varianta Gerba 4 LG 2,0 l/ha.

Producția de fructe pe o unitate de suprafață nu a fost foarte diferită față de cea obținută în cadrul unui pom. În medie pe anii de fructificare, cea mai mare producție de fructe a fost obținută în anul 2014 (42,87 t/ha), scăzând apoi în anii 2016 (41,40 t/ha), 2015 (40,25 t/ha) și valori mai mici ale acestui indice s-au înregistrat în anul 2017 (39,63 t/ha) (Tabelul 5).

Metoda de normare a încărcăturii de rod a influențat în mod diferit producția de fructe pe o unitate de suprafață. Astfel, dacă, în medie, în anii de fructificare 2014-2017 la pomii din soiul Gala Must în varianta tratată cu produsul Geramid New 1,2 l/ha, producția de fructe a fost de 42,38 t/ha, în varianta martor, fără rărire, valoarea indicelui

studiat a constituit 36,97 t/ha. Teoretic, ar persista ipoteza că producții de fructe mai mari ar trebui să se înregistreze în varianta martor, fără rărire, însă în baza studiilor efectuate înregistrăm rezultate diametral opuse, ceea ce se explică prin fructificare parțial alternativă a pomilor din soiul dat în anii 2015 și 2017.

**Tabelul 5.** Influența regulatorilor de creștere și a dozei de tratare asupra producției de fructe în plantația de măr din soiul Gala Must, t/ha

Variantele experienței	Doza tratării (l/ha)	Anii				Media 2014-2017
		2014	2015	2016	2017	
Fără rărire (m)	-	48,55	29,55	50,12	19,67	36,97
Rărire manuală	-	41,41	41,12	38,52	41,14	40,55
Geramid New	1,2	42,69	43,57	41,14	42,14	42,38
	1,5	42,88	41,95	40,55	42,07	41,86
	2,0	39,86	39,40	39,07	37,95	39,07
Dirager	0,2	44,90	43,00	42,62	42,86	43,34
	0,3	41,64	42,69	43,14	40,91	42,10
	0,4	43,00	42,83	40,76	45,38	43,00
Gerba 4LG	2,0	42,93	42,85	41,79	42,90	42,62
	2,5	42,50	39,72	39,24	41,55	40,75
	3,0	41,26	36,05	38,45	39,36	38,78
Media	-	42,87	40,25	41,40	39,63	

Studiul efectuat în continuare scoate în evidență că valori identice ale indicelui luat în studiu cu varianta rărire manuală (40,55 t/ha) au fost înregistrate în varianta tratată cu produsul Gerba 4 LG 2,5 l/ha (40,75 t/ha). În celelalte variante acest indice a fost mai mic, sau mai mare în comparație cu varianta rărire manuală. Doza de produs utilizată la răirirea chimică în cazul regulatorilor de creștere luați în studiu a avut o influență directă asupra producției de fructe. Dacă, de exemplu, producția de fructe în cazul tratării pomilor cu regulatorul de creștere Geramid New 1,2 l/ha a fost de 42,38 t/ha, atunci valoarea acestui indice în cazul variantei Geramid New 1,5 l/ha – 41,86 t/ha. Odată cu majorarea dozei de tratare, valoarea indicelui în studiu scade, înregistrând în varianta Geramid New 2,0 l/ha producție de 39,07 t/ha.

Dacă în cazul variantelor tratate cu regulatorul de creștere Geramid New, randamentul a fost de 39,07 – 42,38 t/ha, atunci în cadrul variantelor tratate cu produsul Dirager n-a fost înscrisă o oarecare legitate asupra normării organelor de rod în plantația de măr din soiul Gala Must, constituind 42,10 – 43,34 t/ha, însă luând în considerație diametrul mediu al fructelor, valori mai mari au fost înscrise în varianta Dirager 0,3 l/ha. Producții neînsemnat mai mari de fructe pe unitate de suprafață s-au înregistrat în varianta Dirager 0,2 l/ha (43,34 t/ha), apoi în descreștere se plasează varianta Dirager 0,4 l/ha (43,00 t/ha), și ultima poziție revine variantei Dirager 0,3 l/ha (42,10 t/ha), unde gradul de rărire a fost mai înalt. Influența regulatorului de creștere Dirager, atunci când fructul central a atins 8-9 mm diametrul, a avut o influență mai elocventă asupra indicelui studiat.

Produsul Gerba 4 LG a avut și el aportul său asupra producției de fructe pe variantele luate în studiu. Astfel, producția medie de fructe pe parcursul anilor 2014-2017

la pomii de măr din soiul Gala Must în varianta Gerba 4 LG 2,0 l/ha a fost de 42,62 t/ha, în varianta Gerba 4 LG 2,5 l/ha a constituit 40,75 t/ha, adică o scădere cu 4,4% față de varianta anterioară. Legitatea menționată anterior este valabilă și pentru varianta tratată cu regulatorul de creștere Gerba 4 LG 3,0 l/ha, unde producția de fructe a scăzut cu 9,0% față de varianta Gerba 4 LG 2,0 l/ha și cu 4,8% comparativ cu varianta Gerba 4 LG 2,5 l/ha. Temperatura mai ridicată de 250C pe parcursul a 4-5 zile în anul 2015, după tratament, a influențat gradul de rărire a fructelor la soiul Gala Must, fiind la nivel cu media multianuală (Gerba 4 LG 2,0 l/ha), sau mai mici.

Datele obținute ne permit să evidențiem că producții mai mari la răirea chimică a organelor de rod s-au înregistrat în varianta Geramid New 1,2 l/ha, în varianta Dirager 0,2 l/ha și la aplicarea produsului Gerba 4 LG în varianta tratată cu 2,5 l/ha.

Calitatea fructelor este o caracteristică deosebit de importantă atunci când se înregistrează producții aproximativ identice pe o unitate de suprafață și este necesar de a lua decizii privind influența produsului sau a dozei de tratare, ce se caracterizează prin diverse caracteristici morfologice, organoleptice, tehnologice, biochimice și, în final, prin valoarea alimentară.

Analizând diametrul fructelor, criteriu luat la clasificarea fructelor pe categorii de calitate, pe parcursul cercetărilor și variantele luate în studiu (Tabelul 6), înregistrăm că indicele în cauză este influențat de metoda de normare a încărcăturii de fructe, de produsele utilizate pentru răirea chimică și doza administrată în cadrul fiecărui produs.

**Tabelul 6.** Influența regulatorilor de creștere și a dozei de tratare asupra calității exprimată prin diametrul mediu al fructelor la soiul Gala Must, mm

Variantele experienței	Doza tratării, (l/ha)	Anii				Media 2014-2017
		2014	2015	2016	2017	
Fără rărire m)	-	58,4	77,0	59,0	77,3	67,9
Rărire manuală	-	72,0	71,5	71,8	72,1	71,8
Geramid New	1,2	72,6	74,0	72,3	76,5	73,8
	1,5	71,0	72,0	69,7	75,7	72,1
	2,0	65,3	66,2	64,4	73,2	67,3
Dirager	0,2	68,2	71,3	68,9	74,8	70,8
	0,3	71,3	73,4	72,7	75,1	73,1
	0,4	67,9	69,0	66,6	72,1	68,9
Gerba 4LG	2,0	66,2	72,7	67,3	72,7	69,7
	2,5	71,9	74,9	70,0	74,0	72,7
	3,0	73,9	76,7	71,9	74,0	74,1
Media	-	69,0	72,6	68,6	74,3	

Valori mai mici ale diametrului fructelor în perioada anilor 2014-2017 în variantele luate în cercetate au fost înscrise în anul cu producții mai mari, adică anul 2016 (68,6 mm), și anul 2014 (69,0 mm).

Cel mai mare diametru mediu al fructelor pe variantele luate în studiu a fost obținut în anul 2017 (74,3 mm), în timp ce în anul 2015 indicele studiat a înregistrat valori medii (72,6 mm). Valorile privind diametrul mediu al fructelor pe parcursul cercetărilor este considerat optimal pentru soiul Gala Must.

Metoda de normare a încărcăturii de rod influențează și ea asupra diametrului mediu al unui fruct. Valori mai mici ale indicelui dat s-a înregistrat în varianta martor fără rărire (67,9 mm) și în variantele Geramid New, 2,0 l/ha (67,3 mm), Dirager, 0,4 l/ha (68,9 mm) și Gerba 4 LG, 2,0 l/ha (69,7 mm). În celelalte variante, unde s-a efectuat rărire chimică, acest indice a evoluat pe parcursul anilor de cercetare, când înregistrăm o corelație mai rațională a diametrului mediu al fructelor, indicele în studiu fiind mai mare de 70 mm.

Varianta tratată cu Geramid New 2,0 l/ha și Dirager 0,4 l/ha a înregistrat valori identice cu varianta martor. Regulatorul de creștere Gerba 4 LG, care se caracterizează printr-un grad mai mare de rărire a organelor de rod, a indus o creștere mai mare asupra indicelui în studiu.

De asemenea, diametrul mediu al unui fruct se modifică sub influența dozei de produs aplicată pe variantele în studiu. Studiul efectuat a scos în evidență, că majorarea dozei de produs la tratarea cu Geramid New și Dirager a atras după sine micșorarea diametrului mediu al unui fruct. Dacă, de exemplu, în varianta Geramid New 1,2 l/ha diametrul mediu al unui fruct a fost de 73,8 mm, atunci, cu majorarea dozei la 1,5 l/ha, a constituit 72,1 mm, iar în varianta Geramid New 2,0 l/ha – 67,3 mm. În cazul tratamentelor cu produsul Dirager diametrul mai mare a fost înscris în varianta cu doza 0,3 l/ha (73,1 mm), însă la aplicarea produsului Gerba 4 LG, înregistrăm că odată cu majorarea dozei de produs sporește indicele în studiu. Valori maxime privind indicele în studiu fiind înscrise în varianta Gerba 4 LG 3,0 l/ha (74,1 mm).

În general, se constată că numărul de fructe pe pom, greutatea medie a fructelor, producția de fructe pe pom și pe unitatea de suprafață, precum și diametrul mediu al unui fruct sunt corelate de metoda de rărire a încărcăturii de rod, regulatorul de creștere și doza administrată, precum și de condițiile meteorologice din timpul perioadei de tratament, înainte și după aplicare.

## CONCLUZII

Regulatorii de creștere pe bază de NAD, ANA și BA, în diferite doze, influențează în mod special asupra numărului de fructe, asupra greutateii medii a acestora, asupra diametrului fructelor și productivității plantației de măr.

Pentru o reglare mai eficientă a încărcăturii de fructe în cadrul pomilor din soiul Gala Must prin metoda chimică și pentru a exclude influența fenomenelor climatice, este necesar ca la normarea încărcăturii de rod să se utilizeze 1 - 2 regulatori de creștere, în funcție de modul de acțiune și perioada de aplicare, pentru a putea elabora o strategie de rărire a fructelor.

Pentru soiul Gala Must s-au înregistrat producții mai mari și de o calitate competitivă la tratarea cu produsul Geramid New 1,2 l/ha la căderea a cca. 80% din petalele plus 2-3 zile. În cazul în care condițiile meteorologice nu sunt favorabile pentru tratamentul cu produsul Geramid New în această perioadă, mai târziu poate fi aplicat regulatorul de creștere Dirager 0,3 l/ha, când fructul central din inflorescență are 8-9 mm în diametru. În cazul când numărul de organe de rod din coroana pomilor este mare, se recomandă de tratat cu Gerba 4 LG 2,5 l/ha, când dimensiunea fructului central din inflorescență are 10-15 mm în diametru.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AMBROZIC TURK, B., STOPAR, M. (2010). Effect of 6-benzyladenine application time on apple thinning of cv. 'Golden Delicious' and cv. 'Idared'. In: Acta Agriculturae Slovenica, vol. 95 (1), pp. 69-73. Available: <https://www.researchgate.net/publication/289943227>
2. BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E., CUMPANICI, A. (2013). Producerea merelor: Manual tehnologic. Chișinău. 240 p. ISBN 978-9975-80-590-2.
3. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S., PEȘTEANU, A., BALAN, P. (2019). Influența fertilizării foliare asupra răririi fructelor și recoltei la soiul de măr Golden Delicious. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 47-51. ISSN 1857-0003.
4. BUCARCIUC, V. (2022). Ameliorarea mărului. Chișinău, 456 p. ISBN 978-9975-164-70-2.
5. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). Cultura mărului. Chișinău: Editura „Bons Offices”, 380 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
6. DENNIS, F.G. (2000). The history of fruit thinning. In: Plant Growth Regulation, vol. 31, pp. 1-16. <http://doi.org/10.1023/A:1006330009160>
7. DORRIGONI, A., LEZZER, P. (2007). Chemical thinning of apple with new compounds. In: Erwerbs-obstbau, vol. 49 (3), pp. 93-96. <http://doi.org/10.1007/s10341-007-0038-8>
8. GREENE, D.W. (2002). Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. In: Hortscience, vol. 37 (3), pp. 477-480. <http://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.3.477>
9. HIROSHI, I. et al. (2018). A model for representing the relationships among crop load, timing of thinning, flower bud formation, and fruit weight in apples. In: Scientia Horticulturae, vol. 242, pp. 181-187. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.001>
10. ILIE, A., HOZA, D., OLTENACU, V. (2016). A brief overview of hand and chemical thinning of apple fruit. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. 60, pp. 59-64. ISSN 2285-5653.
11. PEȘTEANU, A. (2013a). Efficiency of Fruitlet Thinning Apple „Golden Reinders” by use Naphthylacetamide Acid (NAD). In: Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture, vol. 70, no. 1, pp. 180-186. ISSN 1843-5254.
12. PEȘTEANU, A. (2013b). Fruit thinning by using NAA agent on the Jonagored apple variety. In: Analele universității din Craiova, vol. XVIII (LIV), pp. 267-272. ISSN 1453 - 1275.
13. PEȘTEANU, A. (2015a). Efficiency of fruitlet thinning apple „Golden Reinders” by use NAD and Ethephon. In: Analele universității din Craiova, Seria Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării Produselor Agricole, Ingineria Mediului, vol. XX (LV), pp. 125-131. ISSN 1453 - 1275.
14. PEȘTEANU, A. (2015b). Effect of thinning "Idared" apple variety using NAD and Ethephon. In: Lucrări științifice. Seria horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad". Iași, vol. 58, nr. 1, pp. 237-243. ISSN 1454 - 7376.
15. PEȘTEANU, A. (2015c). The influence of thinning agent on base of 6-BA and NAA on productivity and fruit quality of "Gala Must" variety. In: Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture, vol. 72 (1), pp. 151-156. <http://doi.org/10.15835/buas-vmcn-hort:10496>
16. PEȘTEANU, A. (2015d). Normarea încărcăturii de rod la soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire a fructelor. In: Lucrări științifice, UASM. Chișinău: CE UASM, vol. 42 (I): Horticultură, viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor, pp. 109-115. ISBN 978-9975-64-269-9.
17. PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. (2015). Eficiența răririi fructelor de măr de soiul Renet Simirenko prin utilizarea produselor pe bază de NAD, ANA și BA. In: Lucrări științifice, UASM. Chișinău: CE UASM, vol. 42 (I): Horticultură, viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor, pp. 121-125. ISBN 978-9975-64-269-9.
18. PEȘTEANU, A. (2017). Influence of growth regulators on productivity of plantation and quality of apple fruits. In: Annals of the University of Craiova. Biology, horticulture, food products processing technology, environmental engineering, vol. 22(57), pp. 215-220. ISSN 1453-1275.
19. PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. (2017). Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 37-42. ISSN 1857-0003.
20. PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. (2020). Eficacitatea normării încărcăturii de rod la unele soiuri de măr în perioada precoce de dezvoltare a organelor reproductive. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 46-54. 10.5281/ZENODO.3884002

21. STOPAR, M. (2000). Comparison of the most frequently used apple thinning compounds for the thinning of 'Jonagold', 'Elstar' and 'Golden delicious' apples. In: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, pp. 89-94. ISSN 1408-340X.
22. VĂMĂȘESCU, S., BALAN, V. (2014) Thinning and foliar fertilization influence on the yield of Idared apple cultivar. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. 58, pp. 107-110. ISSN 2285-5653.

#### **Conflict of Interests**

No competing interests were disclosed.

#### **Paper history**

Received 5 May 2023; Accepted 7 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2023.1.05  
UDC: 634.232:631.563



## IMPACTUL AMBALAJELOR CU ATMOSFERĂ MODIFICATĂ ASUPRA CONCENTRAȚIEI DE CO<sub>2</sub> ȘI O<sub>2</sub> ÎN PERIOADA POST-RECOLTARE LA DOUĂ SOIURI DE CIREȘE

Andrei LOZAN\*, ORCID: 0000-0001-8236-9829

Facultatea Științe Agricole, Silvice și ale Mediului, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

\*Correspondență: Andrei LOZAN - e-mail: [andreas.eden4@gmail.com](mailto:andreas.eden4@gmail.com)

**Abstract.** Sweet cherry fruits are considered to be highly perishable, with a short shelf life and very often cannot reach the final consumer at optimum quality after a longer period of transportation. In this research, four types of modified atmosphere packages were studied related to gas concentration dynamics during the post-harvest period to maintain fruit quality in Kordia and Regina varieties grafted on Gisela 5 rootstock. To determine the effectiveness of modified atmosphere packaging in contrast to normal atmosphere the following experiment was carried out: V1 - normal atmosphere (control); V2 - Trendlife; V3 - Decco; V4 - ESL; V5 - Xtend. Sweet cherries were stored for 42 days at the temperature of -0.5°C. At intervals of 0; 2; 4; 5 and 6 weeks after storage, the CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations were determined using the gas analyzer for CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> (Gas Analyzer Avi-Gas, TEXA, Poland). The results were compared to the control variant. Modified atmosphere packages had a positive effect on CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations during storage. The concentration of carbon dioxide increased significantly and the concentration of oxygen decreased, which created favourable conditions for extending the storage life of sweet cherries. The most rational CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations were in the variants where sweet cherries were stored in Decco and Xtend packages.

**Key words:** Sweet cherries; Modified atmosphere packages; Carbon dioxide; Oxygen.

**Rezumat.** Fructele de cireș se consideră foarte perisabile, a căror durată de depozitare și păstrare este redusă și foarte frecvent nu pot ajunge la consumatorul final la o calitate optimă de consum după o perioadă mai îndelungată de transportare. În cadrul acestei cercetări au fost studiate patru tipuri de ambalaje cu atmosferă modificată și influența lor asupra concentrației de gaze în perioada post-recoltare, pentru a menține calitatea cireșelor de soiurile Kordia și Regina, altoite pe portaltoiul Gisela 5. Pentru determinarea eficienței ambalajelor cu atmosferă modificată în comparație cu atmosfera normală a fost înființată următoarea experiență: V1 – atmosferă normală (martor); V2 – Trendlife; V3 – Decco; V4 – ESL; V5 – Xtend. Cireșele au fost depozitate timp de 42 zile la temperatura de -0,5°C cu o umiditate relativă de 90-95%. La intervale de 0; 2; 4; 5 și 6 săptămâni după punerea la păstrare a cireșelor s-a determinat concentrația de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> cu ajutorul analizatorului de gaze Gas Analyzer Avi-Gas, TEXA, Polonia. Rezultatele au fost raportate la varianta martor. Ambalajele cu atmosferă modificată au avut un efect pozitiv asupra concentrațiilor de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în perioada păstrării. Concentrația dioxidului de carbon s-a majorat esențial, iar cea a oxigenului a diminuat, creând condiții favorabile pentru prelungirea duratei de depozitare a cireșelor. Cea mai rațională concentrație de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> a fost în variantele unde cireșele s-au păstrat în ambalaje de tipul Decco și Xtend.

**Cuvinte-cheie:** Cireșe; Ambalaje în atmosferă modificată; Dioxid de carbon; Oxigen.

## INTRODUCERE

Producția mondială de cireșe crește în fiecare an, deoarece este un fruct solicitat de consumatori pe scară largă care înregistrează beneficii majore în comparație cu alte specii pomicole. Cireșele se comercializează cu ușurință, dar sezonul scurt de recoltare și fermitatea sensibilă a fructelor limitează disponibilitatea lor pe piață pe parcursul a câtorva săptămâni (Long et al., 2014).

Calitatea fructelor este un factor foarte important pentru comercializarea cireșelor. Principalele caracteristici de calitate ale acestui fruct atractiv sunt dimensiunea, culoarea fructului și a pedunculului, glucidele, fermitatea și compușii fenolici (Esturk et al., 2012). Printre principalele afecțiuni de calitate ale acestui fruct pot fi considerate: scobiturile, brunificarea pedunculului, defectele la nivel de epidermă, crăparea fructelor și bolile fungice după recoltare (Esti et al., 2002; Alique et al., 2003; Esturk et al., 2012). În plus, fermitatea scăzută a fructelor limitează perioada de aflare în rețelele de comercializare pe un interval mai lung de timp. Astfel, prelungirea perioadei de depozitare și a termenului de consum al cireșelor are o importanță vitală pentru rețelele de comercializare (Esti et al., 2002; Serrano et al., 2005).

Cireșele reprezintă un fruct perisabil, care se alterează rapid după recoltare, având un termen de valabilitate redus și frecvent nu poate ajunge la consumatorul final la calitatea dorită. Pierderi de produse de până la 12% pot apărea din cauza fructelor de calitate scăzută (Clayton et al., 2003).

Unul dintre elementele tehnologice ce îmbunătățesc calitatea cireșelor este utilizarea ambalajelor cu atmosferă modificată (MAP). Acest element tehnologic are rezultate pozitive asupra prelungirii duratei de depozitare a mai multor produse proaspete. Studiile anterioare au arătat că ambalarea în atmosferă modificată are efecte semnificative asupra parametrilor de calitate post-recoltă, inclusiv pierderile de greutate (Esturk et al., 2012; Tapia García et al., 2017), aciditatea titrabilă (Harb et al., 2006; Wang & Long, 2014), culoarea epidermei (Tapia García et al. 2017; Wang et al. 2015), fermitatea pulpei (Tapia García et al. 2017; Wang & Long, 2014; Harb et al., 2006), dezvoltarea scobiturilor (Kappel et al., 2002), brunificarea pedunculului (Tapia García et al., 2017; Harb et al., 2003; Wang et al., 2015) și gustul (Kurubaş et al., 2018) la diferite soiuri de cireș. Ambalajele MAP diminuează pierderea de umiditate, dezvoltarea diferitor ciuperci, decolorarea pulpei și pierderea substanțelor bioactive în timpul perioadei post-recoltare.

MAP poate contribui la atingerea acestui obiectiv și este una dintre cele mai practice metode de păstrare a calității fructelor, în special în timpul depozitării și comercializării, precum și de reducere a pierderilor post-recoltare la cireșe (Giacalone & Chiabrande, 2013; Guilbert et al., 1996; Thompson, 2010). Tehnologia contribuie la o întârziere a modificărilor fizico-chimice în metabolismul cireșelor în ceea ce privește pierderea calității fructelor prin creșterea nivelului de  $\text{CO}_2$  și scăderea conținutului de  $\text{O}_2$ . Însă, s-a demonstrat că diferite concentrații de  $\text{O}_2$  și  $\text{CO}_2$  sunt optime pentru diferite soiuri de cireșe (Serrano et al., 2005). Aceste ambalaje, special concepute pentru cireșe, sunt acum disponibile la mai mulți producători de astfel de ambalaje din diverse țări și au câștigat o largă recunoaștere în tehnologia de ambalare post-recoltare. MAP este și mai eficientă, atunci când este utilizată în combinație cu prerăcirea cireșelor, deoarece temperaturile mai scăzute ajută la încetinirea respirației și a dezvoltării diverselor schimbări fiziologice ce au loc în cireșe în perioada de păstrare.

Obiectivul acestui studiu a fost de a examina efectele diferitelor ambalaje asupra concentrației de  $\text{O}_2$  și  $\text{CO}_2$  în perioada post-recoltare la soiurile de cireș Kordia și Regina în decursul a șase săptămâni de depozitare.



## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat în perioada anilor 2019; 2020 și 2022, cu fructe de cireș produse în întreprinderea „Farm Prod” SRL, s. Olănești, r. Ștefan Vodă. Plantația a fost fondată în primăvara anului 2004 cu pomi cronăți de doi ani din soiurile Kordia și Regina altoiți pe portaltoiul Gisela 5. Pomii au fost conduși după coroana fus subțire, distanța de plantare 4,0x1,5 m.

Cireșele cu pedunculi de soiurile Kordia și Regina au fost recoltate dimineața devreme, la maturitatea optimă de recoltare, sortate vizual din perspectiva culorii, a calibrului (26-30 mm), a lipsei de deteriorări fizice sau microbiologice, având conținutul mediu de substanțe solubile uscate de 16,6°Brix și aciditatea titrabilă medie de 0,88%.

Apoi cireșele au fost răcite în prealabil cu aer în cameră de prerăcire până când pulpa fructelor a avut temperatura de 3°C și transportate la unitatea de depozitare a Facultății Tehnologia Alimentelor a Universității Tehnice a Moldovei. În timpul transportării, fructele au fost acoperite cu un material termostatic. În caz de majorare a temperaturii din fructe, operațiunea de prerăcire a fost repetată până la 1°C în camera frigorifică din laborator.

Pentru determinarea eficienței a patru MAP-uri la soiurile Kordia și Regina a fost realizată următoarea experiență (Tabelul 1).

Fructele au fost împărțite aleatoriu în cinci variante și fiecare variantă a obținut denumirea sa conform tabelului 1, care a fost constituită din 3 repetiții. În fiecare repetiție, cantitatea pentru păstrare a fost de 5 kg de fructe. Cireșele păstrate în atmosferă normală au fost considerate ca variantă martor în cadrul studiului. Apoi, fructele de cireșe au fost depozitate în camera frigorifică pentru păstrare pe parcursul a 42 de zile la temperatura de -0,5°C, umiditatea relativă 85-90% conform recomandărilor în vigoare pentru cireșe.

**Tabelul 1.** Tipul de ambalaje MAP, utilizate la păstrarea fructelor de cireș din soiurile Kordia și Regina

Denumirea ambalajului	Compania producătoare	Țara de origine
Atmosferă normală (M)	-	-
Trendlife	DEKA Plastik Packing Solutions	Turcia
Decco	Decco Italia	Italia
ESL	ESL	Germania
Xtend	StePac	Israel

Cercetările au fost efectuate în condiții de laborator după metode acceptate de efectuare a investigațiilor privind păstrarea fructelor la culturile pomicele. La intervalele de 0; 2; 4; 5 și 6 săptămâni după punerea la păstrare a cireșelor s-a determinat concentrația de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> din ambalaje cu atmosferă modificată luate în cercetare, cât și varianta martor.

Concentrațiile de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> din spațiul din interiorul ambalajelor au fost măsurate cu ajutorul analizatorului de gaze pentru CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> (Gas Analyzer Avi-Gas, TEXA, Polonia). Echipamentul din dotare era destinat pentru a determina concentrația de gaze în % în interiorul camerei de păstrare, fiind varianta martor, cât și a ambalajelor cu atmosferă modificată.

Rezultatele au fost raportate la varianta martor.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Compoziția chimică a aerului din perioada păstrării influențează calitatea fructelor și durata lor de păstrare. În condiții normale compoziția aerului din camera de păstrare trebuie să fie asemănătoare sau cât mai aproape de cea a aerului atmosferic prin care, la temperatura de 20°C, oxigenul constituie 20,95%, iar dioxidul de carbon – 0,04% (Jamba & Carabulea, 2002).

În MAP pe parcursul perioadei de păstrare se înregistrează o creștere a concentrației de CO<sub>2</sub> și o reducere a celei de O<sub>2</sub>, fapt ce duce la scăderea intensității procesului de respirație, la întârzierea maturării, a îmbătrânirii și a dezvoltării bolilor (Jamba & Carabulea, 2002).

Dioxidul de carbon este un gaz incolor cu un miros ușor înțepător la concentrații foarte mari. Activitatea antibacteriană a CO<sub>2</sub> este semnificativ mai mare la temperaturi sub 10°C decât la 15°C sau mai mari. Acest avantaj are utilizare importantă în cadrul păstrării cireșelor în cadrul ambalajelor cu atmosferă modificată.

Proprietățile antibacteriene ale CO<sub>2</sub> sunt cunoscute de mult timp. Studiile recente au arătat că CO<sub>2</sub> este eficient împotriva bacteriilor psihrotrofe (King & Nagel, 1975), ce la rândul său poate prelungi durata de păstrare a fructelor la temperaturi scăzute.

În afară de gestionarea temperaturii în camerele de păstrare, mai există și alte tehnologii, inclusiv MAP pentru a menține calitatea post-recoltare a cireșelor, a păstra culoarea verde a pedunculului, aroma și pierderile cauzate de diferite boli fiziologice în perioada păstrării (Kurubaș et al., 2018). MAP poate contribui la atingerea acestui obiectiv și respectiv, una dintre cele mai practice metode de păstrare a calității fructelor, în special în timpul depozitării și comercializării în rețele de supermarketuri și pentru a diminua efectele negative întâlnite la cultura cireșului (Thompson, 2010). Datorită MAP se înregistrează o stimulare a evoluției fizico-chimice în metabolismul fructelor. Aceste modificări au loc în rezultatul coraportului dintre concentrațiile de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în cadrul acestor ambalaje. Pentru diferite soiuri de cireș coraportul dintre concentrațiile de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> este diferit. Pentru a înregistra o păstrare mai favorabilă cercetătorii Serrano et al. (2005) și M.S. Kurubaș et al. (2018) au utilizat în cercetările lor MAP pentru a extinde termenul de valabilitate a cireșelor. În ultima perioadă de timp marii producători și exportatori de cireșe (Chile, SUA, Turcia etc.) când pregătesc produsul pentru piețe cu o durată de transportare mai îndelungată, de exemplu în China, ambalează produsul în MAP. Aceasta este considerată mai eficientă, când este combinată cu refrigerarea la temperaturi scăzute, care la rândul său încetinește rata respirației și a pierderilor în masă la cireșe.

Cercetările efectuate scot în evidență că soiul, anul de gestionare și tipul de MAP au influențat asupra concentrațiilor de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în perioada păstrării.

Concentrația de CO<sub>2</sub> pe parcursul cercetărilor a fost modificată de soiurile luate în studiu, anii de gestionare și ambalajul utilizat la păstrarea cireșelor și a fost în creștere în mod diferențiat în perioada de la punerea la păstrare, până la șase săptămâni de păstrare.

Investigațiile efectuate scot în evidență că concentrația de CO<sub>2</sub> la soiurile luate în studiu nu a evidențiat o legitate stabilă. În unii ani concentrația de CO<sub>2</sub> variază și este mai mare în cadrul soiului Kordia, iar în alți ani – în cadrul soiului Regina (Tabelul 2, 3). Această diferență înregistrată privind concentrația de CO<sub>2</sub> nu este esențială.

Dacă de exemplu, în anul 2019, în variantele la soiul Kordia concentrația de CO<sub>2</sub> a constituit 5,9-9,9%, atunci în cadrul soiului Regina a fost nesemnificativ mai mare (6,1-9,5%), ori o majorare cu 3,4-5,6% în comparație cu soiul anterior.

În anul 2020 concentrația de CO<sub>2</sub> în ambalaje la ambele soiuri a fost la același nivel 3,7-8,8% și respectiv, 3,8-8,8%, pe când în anul 2022 valori nesemnificativ mai mari au

fost înscrise la soiul Kordia (5,7-8,4%). O astfel de legitate a fost înscrisă și în cercetările efectuate de M. S. Kurubaş et al. (2018) la soiul 0900 Ziraat cu două tipuri de MAP de permeabilitate diferită când acest parametru a variat între 8 și 18%.

**Tabelul 2.** Concentrația de dioxid de carbon în funcție de perioada păstrării și tipul MAP-urilor în cadrul soiului de cireș Kordia, %

Variante	Perioada de evaluare					Media pe MAP
	0	2	4	5	6	
Anul 2019						
Atmosferă normală	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05
Trendlife	0,04	6,10	7,60	8,10	7,60	5,89
Decco	0,04	6,40	7,50	6,90	8,90	5,95
ESL	0,04	9,40	11,10	12,50	12,00	9,01
Xtend	0,04	10,10	9,90	11,70	12,10	8,77
Media pe săptămâni la MAP	0,04	8,00	9,03	9,80	10,15	7,40
Anul 2020						
Atmosferă normală	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
Trendlife	0,04	4,60	4,20	4,60	5,20	3,73
Decco	0,04	5,90	4,90	4,60	5,70	4,23
ESL	0,04	9,20	9,30	11,20	10,90	8,13
Xtend	0,04	9,30	10,40	12,10	12,00	8,77
Media pe săptămâni la MAP	0,04	7,25	7,20	8,13	8,45	6,21
Anul 2022						
Atmosferă normală	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05
Trendlife	0,04	5,80	7,80	7,80	8,40	5,97
Decco	0,04	6,30	7,50	7,20	7,60	5,73
ESL	0,04	7,50	10,80	11,20	12,30	8,37
Xtend	0,04	6,60	10,80	10,30	12,20	7,99
Media pe săptămâni la MAP	0,04	6,55	9,23	9,13	10,13	7,01

Studiind cum s-a modificat concentrația de CO<sub>2</sub> pe parcursul cercetărilor putem menționa că la ambele soiuri valori ale indicelui în studiu au fost înscrise în anul 2019 (5,9-9,5%), iar mai mici – în anul 2020 (3,7-8,8%), însă în anul 2022 au fost obținute valori medii (5,7-8,8%).

Deci concentrația de CO<sub>2</sub> este influențată nesemnificativ de particularitățile biologice ale soiului luat în studiu și de condițiile meteorologice ale anului de cercetare. Datorită compoziției lor, MAP-urile au un efect evidențiat asupra concentrației de CO<sub>2</sub> înscrisă la finele cercetărilor. Cea mai mică concentrație de CO<sub>2</sub> a fost înscrisă în varianta unde cireșele s-au păstrat în atmosferă normală, care a variat între 0,05 și 0,06%. Concentrații medii de CO<sub>2</sub> s-au format în varianta Decco (5,2%) și nesemnificativ mai mare în cadrul păstrării cireșelor în ambalajele Trendlife (5,3%). Variantele ESL și Xtend au înscris valori mai mari a indicelui studiat, constituind 8,4 și 8,8%, respectiv. În cadrul acestor două variante, pe parcursul experiențelor n-a fost înscrisă o legitate mai evidentă, dar, în medie pe ani și soiurile luate în studiu, valori mai mari s-au obținut în varianta Xtend (8,8%).

Concentrația de CO<sub>2</sub> pe parcursul cercetărilor a fost modificată de soiurile luate în studiu, anii de gestionare și ambalajul utilizat la păstrarea cireșelor și a fost în creștere în mod diferențiat din perioada de la punerea la păstrare, până la șase săptămâni de păstrare.

Investigațiile efectuate scot în evidență că concentrația de CO<sub>2</sub> la soiurile luate în studiu nu a evidențiat o legitate stabilă. În unii ani concentrația de CO<sub>2</sub> este mai mare și variază în cadrul soiului Kordia, iar în alți ani în cadrul soiului Regina. Această diferență înregistrată privind concentrația de CO<sub>2</sub> nu este esențială.

Dacă de exemplu, în anul 2019, în variantele la soiul Kordia concentrația de CO<sub>2</sub> a constituit 5,9-9,9%, atunci în cadrul soiului Regina a fost nesemnificativ mai mare (6,1-9,5%), ori o majorare cu 3,4-5,6% în comparație cu soiul anterior.

În anul 2020 concentrația de CO<sub>2</sub> în ambalaje la ambele soiuri a fost la același nivel 3,7-8,8% și respectiv, 3,8-8,8%, pe când în anul 2022 valori nesemnificativ mai mari au fost înscrise la soiul Kordia (5,7-8,4%).

Studiind cum a derulat concentrația de CO<sub>2</sub> pe parcursul cercetărilor putem menționa că la ambele soiuri valorile indicelui în studiu a fost înscris în anul 2019 (5,9-9,5%), iar mai mici în anul 2020 (3,7-8,8%), însă în anul 2022 au fost obținute valori medii (5,7-8,8%) (Tabelul 2, 3).

**Tabelul 3.** Concentrația de dioxid de carbon în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP în cadrul soiului de cireș Regina, %

Variante	Perioada de evaluare					Media pe MAP
	0	2	4	5	6	
Anul 2019						
Atmosferă normală	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05
Trendlife	0,04	5,80	8,30	7,60	8,50	6,05
Decco	0,04	6,80	8,10	8,30	9,40	6,53
ESL	0,04	9,50	12,10	12,30	12,40	9,27
Xtend	0,04	11,50	12,00	11,80	12,00	9,47
Media pe săptămâni la MAP	0,04	8,40	10,13	10,00	10,58	7,83
Anul 2020						
Atmosferă normală	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05
Trendlife	0,04	3,70	4,40	5,70	5,40	3,85
Decco	0,04	4,00	4,80	5,50	6,10	4,09
ESL	0,04	8,30	9,40	10,40	11,20	7,87
Xtend	0,04	8,60	11,10	12,40	12,00	8,83
Media pe săptămâni la MAP	0,04	6,15	7,43	8,50	8,68	6,16
Anul 2022						
Atmosferă normală	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05
Trendlife	0,04	6,40	8,30	7,50	8,00	6,05
Decco	0,04	5,20	4,90	5,80	6,10	4,41
ESL	0,04	7,80	9,90	11,10	11,10	7,99
Xtend	0,04	7,90	12,00	11,30	12,60	8,77
Media pe săptămâni la MAP	0,04	6,83	8,78	8,93	9,45	6,80

Deci concentrația de CO<sub>2</sub> este influențată ne semnificativ de particularitățile biologice ale soiului luat în studiu și condițiile meteorologice ale anului de cercetare. Datorită compoziției lor, MAP-urile au un efect evidențiat asupra concentrației de CO<sub>2</sub> înscrisă la finele cercetărilor. Cea mai mică concentrație de CO<sub>2</sub> a fost înscrisă în varianta unde cireșele s-au păstrat în atmosferă normală, care a variat între 0,05 și 0,06%. Concentrații medii de CO<sub>2</sub> s-au format în varianta Decco (5,2%) și ne semnificativ mai mare în cadrul păstrării cireșelor în ambalajele Trendlife (5,3%). Variantele ESL și Xtend au înscris valori mai mari ale indicelui studiat, constituind 8,4 și 8,8%, respectiv. În cadrul acestor două variante, pe parcursul experiențelor n-a fost înscrisă o legitate mai evidentă, dar, în medie pe ani și soiurile luate în studiu, valori mai mari s-au obținut în varianta Xtend (8,8%).

Concentrația de CO<sub>2</sub> este influențată și de perioada de păstrare a cireșelor. Dacă în perioada plasării cireșelor la păstrare, concentrația de CO<sub>2</sub> pe toate variantele a fost identică (0,04%), atunci după două săptămâni de păstrare a cireșelor, în cadrul soiului Kordia valoarea acestui indicator a variat între 6,6 și 8,0%, iar la soiul Regina – între 6,2 și 8,4%. După stabilizarea relativă a regimului de CO<sub>2</sub> în ambalajele de păstrare a cireșelor înregistrăm în următoarele patru săptămâni, că indicele în studiu se majorează, dar nu atât de evident ca în perioada anterioară, constituind 7,2-9,2% și 7,4-10,1%, respectiv. În săptămâna a cincea și a șasea de păstrare a cireșelor în ambalajele de cercetare n-a fost înscrisă o majorare esențială, dar în unii ani chiar fost la nivelul perioadei anterioare sau ne semnificativ mai mică. Această legitate privind cumularea dioxidului de carbon a fost înscrisă și în cercetările efectuate în Turcia de către M.S. Kurubaş et al. (2018) cu soiul 0900 Ziraat, păstrat o perioadă de 50 de zile la temperatura de 0°C și umiditatea de 90-95% în ambalaje perforate de tipul Xtend și în ambalaje de polietilenă neperforate.

O moleculă de CO<sub>2</sub> este generată de respirația aerobă a unei molecule de O<sub>2</sub> și prin oxidarea glucidelor și a altor compuși organici. Prin urmare, scăderea concentrației de O<sub>2</sub> ar trebui să aibă aceeași rapiditate de modificare ca și majorarea concentrației de CO<sub>2</sub>. Totuși, oxigenul se consumă mult mai rapid. Motivul de bază este că molecula de O<sub>2</sub> este mai mică și mai permeabilă decât cea de CO<sub>2</sub>, prin urmare migrează mai rapid în afara ambalajului. Un alt aspect ține de coeficientul respirator ce calculează cantitatea de CO<sub>2</sub> produsă din oxigenul consumat în dependență de substraturile metabolismului oxidativ. Acest coeficient este de aproximativ 1 la oxidarea glucidelor, dar crește în cazul acizilor. Astfel, se produce mai mult CO<sub>2</sub> din aceeași cantitate de O<sub>2</sub> la metabolismul acizilor care sunt mai instabili decât glucidele (Richter, 1978).

Cercetările efectuate privind reducerea concentrației de O<sub>2</sub> la variantele luate în studiu ne demonstrează că acest parametru ca și CO<sub>2</sub> în MAP este influențat de particularitățile biologice ale soiului, anul de cercetare și tipul ambalajului. Valori mai mari ale concentrației de O<sub>2</sub> în anul 2019 au fost înscrise în cadrul soiului Kordia (8,2-13,1%) în comparație cu anul 2020, când la soiul Regina au fost obținute cele mai mari valori ale concentrației de O<sub>2</sub> (7,8-14,2%). Oxigenul, în variantele luate în studiu în anul 2022, a fost identic atât în cadrul soiului Kordia, cât și la soiul Regina, constituind 9,5-12,5% și 9,7-12,7%, respectiv (Tabelul 4).

Studiind reducerea concentrației de O<sub>2</sub> în medie pe variantele luate în studiu pe ani, observăm că valori minimale s-au înregistrat în anul 2022 (9,7-12,7%). În anul 2020 numai datorită variantei de ambalaj Trendlife a fost mare concentrația de O<sub>2</sub> (14,2%) în comparație cu celelalte variante, unde indicele în studiu a înregistrat valori maxime de 12,5%.

**Tabelul 4. Concentrația de oxigen în funcție de perioada păstrării și tipul MAP-urilor în cadrul soiului de cireș Kordia, %**

Variante	Perioada de evaluare					Media pe MAP
	0	2	4	5	6	
Anul 2019						
Atmosferă normală	21,0	20,9	20,2	20,2	20,6	20,6
Trendlife	21,0	15,2	11,1	9,1	8,9	13,1
Decco	21,0	8,6	5,1	5,9	2,2	8,6
ESL	21,0	9,9	7,2	5,1	3,6	9,3
Xtend	21,0	7,9	5,4	4,0	2,6	8,2
Media pe săptămâni la MAP	21,0	10,4	7,2	6,0	4,3	9,8
Anul 2020						
Atmosferă normală	21,0	20,7	20,8	20,6	20,8	20,7
Trendlife	21,0	12,2	9,3	7,1	7,1	11,3
Decco	21,0	9,0	5,1	4,3	3,9	8,6
ESL	21,0	10,1	7,1	7,4	6,2	10,3
Xtend	21,0	8,9	4,2	3,1	2,5	7,9
Media pe săptămâni la MAP	21,0	10,0	6,4	5,5	4,9	9,6
Anul 2022						
Atmosferă normală	21,0	20,6	20,9	20,8	20,9	20,8
Trendlife	21,0	16,1	12,3	7,4	5,8	12,5
Decco	21,0	12,1	9,6	7,5	6,5	11,3
ESL	21,0	13,6	10,7	6,5	4,4	11,2
Xtend	21,0	8,9	7,8	5,9	3,9	9,5
Media pe săptămâni la MAP	21,0	12,7	10,1	6,8	5,1	11,1

MAP modifică concentrația de  $O_2$  în cadrul variantelor luate în studiu pe aceste soiuri pe perioada cercetărilor. În cadrul ambelor soiuri înregistrăm o concentrație mai mare de oxigen în varianta unde cireșile s-au păstrat în ambalajul Trendlife. Dacă în cadrul soiului Kordia în varianta respectivă concentrația de  $O_2$  a variat între 11,3 și 13,2%, atunci aceeași variantă dar pentru soiul Regina a înregistrat valori de  $O_2$  de 11,6-14,2%. În continuare valori mai mici ale concentrației de  $O_2$  a fost înscrisă în varianta ESL, unde indicele studiat a constituit 9,4-11,2% și 7,6-12,7%, respectiv. Ambalajele Decco au capacitatea mai echilibrată de a corela concentrațiile dintre  $CO_2$  și  $O_2$  în perioada păstrării cireșelor. În cadrul soiului Kordia concentrația de  $O_2$  în ambalajele respective au înregistrat 8,1-11,3%, iar la soiul Regina 6,4-11,0%. Cea mai mică concentrație de oxigen la ambele soiuri pe parcursul cercetărilor a fost înscrisă în varianta Xtend, unde valorile din ambalaje cu cireșe de soiul Kordia au constituit 8,2-9,5%, iar de soiul Regina – de 6,3-9,7%. În această variantă și concentrația de  $CO_2$  a fost cea mai înaltă (Tabelul 2, 3) în comparație cu celelalte variante luate în studiu.

Valori mai mari ale concentrației de oxigen pe parcursul cercetărilor au fost înscrise la ambele soiuri, când cireșele s-au păstrat în atmosferă normală, unde indicele în studiu s-a diminuat nesemnificativ și a variat între 20,5 și 20,8%. În varianta respectivă oxigenul a fost consumat prin procese oxidative cu producere de  $CO_2$  dar a avut spațiu suficient de umplere și prin urmare nu a avut un efect de modificare major.

Perioada de păstrare își are și aportul său asupra conținutului de oxigen în ambalajele de păstrare, cât și în varianta martor. Dacă în cadrul soiurilor și variantelor luate în studiu concentrația de oxigen în varianta martor s-a diminuat neînsemnat, cu 1,0-2,4%, cu perioada punerii cireșelor la păstrare, atunci în cadrul celorlalte variante de păstrare în atmosferă modificată, indicele dat a înregistrat o reducere mai esențială (32,3-70,0%).

Studiind în continuare cum se schimbă concentrația în cadrul variantelor luate în studiu înregistrăm că varianta martor indicele luat în studiu după două săptămâni de păstrare s-a diminuat neînsemnat (20,5-22,0%). În variantele unde se studiază păstrarea cireșelor în MAP reducerea concentrației de O<sub>2</sub> a fost destul de evidentă, variind de la 4,4% la soiul Regina în ambalajul Xtend în anul 2019, până la 17,9% în varianta Trendlife în anul 2020 la soiul Regina. O concentrație mai echilibrată de O<sub>2</sub> în perioada respectivă a fost obținută în variantele cu păstrarea cireșelor în varianta Decco și Xtend (Tabelul 5).

**Tabelul 5.** Concentrația de oxigen în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP în cadrul soiului de cireș Regina, %

Variante	Perioada de evaluare					Media pe MAP
	0	2	4	5	6	
Anul 2019						
Atmosferă normală	21,0	21,0	20,2	20,2	20,6	20,6
Trendlife	21,0	15,2	8,0	9,6	9,8	12,7
Decco	21,0	5,1	2,6	2,3	1,0	6,4
ESL	21,0	9,4	3,8	2,6	1,1	7,6
Xtend	21,0	4,4	3,1	1,6	1,5	6,3
Media pe săptămâni la MAP	21,0	8,5	4,4	4,0	3,4	8,2
Anul 2020						
Atmosferă normală	21,0	20,5	20,3	20,5	20,7	20,6
Trendlife	21,0	17,9	14,6	8,9	8,7	14,2
Decco	21,0	10,7	6,6	4,5	4,2	9,4
ESL	21,0	12,5	11,7	8,8	8,3	12,4
Xtend	21,0	9,1	4,7	2,5	1,8	7,8
Media pe săptămâni la MAP	21,0	12,6	9,4	6,2	5,7	11,0
Anul 2022						
Atmosferă normală	21,0	20,6	20,2	20,5	20,5	20,5
Trendlife	21,0	16,5	8,2	6,4	5,9	11,6
Decco	21,0	12,9	7,3	7,5	6,3	11,0
ESL	21,0	13,7	10,5	9,1	9,2	12,7
Xtend	21,0	11,6	6,9	4,6	4,3	9,7
Media pe săptămâni la MAP	21,0	13,7	8,2	6,9	6,4	11,2

După patru săptămâni de păstrare ponderea concentrației de O<sub>2</sub> în varianta martor se diminuează lent în comparație cu variante de păstrare în MAP. Concentrația de O<sub>2</sub> a fost mai mică și a înregistrat valori diferite decât în cadrul soiurilor și anilor luate în studiu.

După săptămâna a cincea de păstrare, în cadrul unor variante înregistrăm o scădere continuă a concentrației de oxigen din MAP-urile studiate, dar la unele variante poate fi observată și o majorare neînsemnată (ESL, soiul Kordia, anul 2020).

La finele perioadei de păstrare se evidențiază că varianta martor n-a suferit mari modificări privind concentrația de O<sub>2</sub> de la punerea la păstrare (20,5-20,9%), însă în variantele de păstrare în diverse MAP-uri au fost înscrise cele mai mici valori de la declanșarea cercetărilor.

În medie, pe variantele cu păstrarea cireșelor în MAP-uri în cadrul ambelor soiuri, pe parcursul cercetărilor concentrația oxigenului se diminuează la maxim posibil și înregistrează valori între 3,4 și 6,4% considerată optimă pentru păstrarea cireșelor pe o perioadă îndelungată de timp cu scopul de a fi pusă la dispoziția consumatorului de o calitate mai înaltă și de a se afla în rețeaua de comerț o perioadă mai îndelungată.

În general, rezultatele obținute pe parcursul a trei ani de studiu au permis menționarea faptului că între concentrația de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în perioada de păstrare în MAP există o corelație directă care este raportată la particularitățile biologice ale soiului, condițiile climatice din anul de gestionare, tipul ambalajelor cu atmosferă modificată și durata de păstrare a cireșelor.

## CONCLUZII

Particularitățile biologice ale soiului, anul de gestionare și tipul ambalajului cu atmosferă modificată (MAP) au influențat asupra concentrațiilor de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în perioada păstrării.

Pe parcursul păstrării, concentrația de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> în varianta martor, atmosferă normală, n-a înregistrat mari devieri de la valorile obținute la început de cercetare, însă în variantele de păstrare a cireșelor în ambalaje cu atmosferă modificată, concentrația dioxidului de carbon s-a majorat esențial, iar cea a oxigenului s-a diminuat, formând condiții favorabile pentru a exclude pierderea în greutate, înmuierea pulpei, modificările de culoare, brunificarea pedunculului, apariția scobiturilor pe fructe, dezvoltarea bolilor fiziologice și microorganismelor pe fructe și pentru obținerea unui coraport echilibrat zaharuri/aciditate.

După șase săptămâni de păstrare, ambalajele cu atmosferă modificată Trendlife, Decco, ESL și Xtend au avut o influență pozitivă asupra concentrației de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub>, dar un coraport mai rațional între dioxid de carbon și oxigen a fost înscris în variantele unde cireșele au fost păstrate în ambalaje Decco și Xtend.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ALIQUÉ, R., MARTINEZ, M.A., ALONSO, J. (2003). Influence of the modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Navalinda sweet cherry. In: European Food Research and Technology, vol. 217, pp. 416-420. <http://doi.org/10.1007/S00217-003-0789-X>
2. CLAYTON, M., BIASI, W.V., AGAR, I.T., SOUTHWICK, S.M., MITCHAM, E.J. (2003). Postharvest quality of Bing' cherries following preharvest treatment with hydrogen cyanamide, calcium ammonium nitrate, or gibberellic acid. In: HortScience, vol. 38, pp. 407-411. <http://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.407>
3. ESTI, M., CINQUANTA, L., SINESIO, F., MONETA, E., MATTEO, M. Di. (2002). Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. In: Food Chemistry, vol. 76, pp. 399-405. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00231-X](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00231-X)
4. ESTURK, O., AYHAN, Z., USTUNEL, M.A. (2012). Modified atmosphere packaging of "Napoleon" cherry: Effect of packaging material and storage time on physical, chemical, and sensory quality. In: Food and Bioprocess Technology, vol. 5(4), pp. 1295-1304. <http://doi.org/10.1007/s11947-011-0561-3>



5. GIACALONE, G., CHIABRANDO, V. (2013). Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films. In: *International Food Research Journal*, vol. 20 (3), pp. 1263-1268.
6. GUILBERT, S., GONTARD, N., GORRIS, L.G.M. (1996). Prolongation of the shelf life of perishable food products using biodegradable films and coatings. In: *LWT - Food Science and Technology*, vol. 29 (1-3), pp. 10-17. <http://doi.org/10.1006/fstl.1996.0002>
7. HARB, J., SAQUET, A.A., BISHARAT, R., STREIF, J. (2006). Quality and biochemical changes of sweet cherries cv. Regina stored in modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, vol. 80(2), pp. 145-149.
8. HARB, J., STREIF, J., SAQUET, A. (2003). Impact of controlled atmosphere storage conditions on storability and consumer acceptability of sweet cherries 'Regina'. In: *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, vol. 78(4), pp. 574-579. <http://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511666>
9. JAMBA, A., CARABULEA, B. (2002). Tehnologia păstrării și industrializării produselor horticole. Chișinău: Ed. Cartea Moldovei, 493 p. ISBN 9975-60-098-0.
10. KAPPEL, F., TOIVONEN, P., MCKENZIE, D.L., STAN, S. (2002). Storage characteristics of new sweet cherry cultivars. In: *HortScience*, vol. 37(1), pp. 139-143. <http://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.1.139>
11. KING, A.D., NAGEL, C.W. (1975). Influence of carbon dioxide upon the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa*. In: *Journal of Food Science*, vol. 40 (2), pp. 362-366. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb02202.x>
12. KURUBAŞ, M.S., OZALP, G.S., ERKAN, M. (2018). Impact of modified atmosphere packaging on fruit quality and postharvest life of „0900 Ziraat” cherries. In: *Derim*, vol. 35 (1), pp.19-26.
13. LONG, L., PEŞTEANU, A., LONG, M., GUDUMAC, E. (2014). Producerea cireşilor. Chișinău: Editura Bons Offices, 262 p. ISBN 978-9975-120-43-2.
14. RICHTER, G. (1978). *Plant Metabolism. Physiology and Biochemistry of Primary Metabolism*. Croom Helm, 475 p. ISBN 978-0856649554.
15. SERRANO, M., MARTINEZ-ROMERO, D., CASTILLO, S., GUILLE´N, F., VALERO, D. (2005). The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. In: *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 6(1), pp. 115-123. <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.09.001>
16. TAPIA GARCÍA, M.I., VELARDO-MICHARET, B., AYUSO, M.C., BERNALTE, M.J., GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. (2017). Effect of modified atmosphere on postharvest quality of ‚Sweetheart’ cherries. In: *Acta Horticulturae*, vol. 1161, pp. 653-660. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.10419>
17. THOMPSON, A.K. (2010). *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*. Ed. A. Keith Thompson. 2nd ed. Section: 8. Modified Atmosphere Packaging, pp. 81-115. ISBN 978 1 84593 646 4.
18. WANG, Y., BAI, J., LONG, L.E. (2015). Quality and physiological responses of two late-season sweet cherry cultivars 'Lapins' and 'Skeena' to modified atmosphere packaging (MAP) during simulated long distance ocean shipping. In: *Postharvest Biology and Technology*, vol. 110, pp. 1-8. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.009>
19. WANG, Y., LONG, L.E. (2014). Respiration and quality responses of sweet cherry to different atmospheres during cold storage and shipping. In: *Postharvest Biology and Technology*, vol. 92, pp. 62-69. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.01.003>

#### Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

#### Paper history

Received 21 April 2023; Accepted 4 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/SA.2023.1.06  
UDC: 595.763.33



## **PHILONTHUS JURGANS TOTTENHAM, 1937, SPECIE CU STATUT DUBLU: ADVENTIVĂ ȘI NOUĂ PENTRU FAUNA REPUBLICII MOLDOVA (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE)**

**Irina MIHAILOV\***, ORCID: 0000-0002-6804-4742

*Institutul de Zoologie, Universitatea de Stat a Moldovei, Republica Moldova*

\*Corespondență: Irina MIHAILOV - e-mail: [irinus1982@yahoo.com](mailto:irinus1982@yahoo.com)

**Abstract.** The paper provides a general presentation of the staphylinid species *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937, reported for the first time in a grapevine plantation in Cocieri village, Dubasari district. The status of a new and adventive species in the fauna of the Republic of Moldova justifies the scientific interest in specifying the most representative aspects of description and confirmation. Based on the samples collected, observations and identifications undertaken and the study of the specialized literature, this paper presents the origin and geographical distribution, the status of species, the range of populated habitats and detailed information about the imago (male, female).

**Key words:** *Philonthus jurgans*; New species; Adventive species; Geographical distribution; Habitat.

**Rezumat.** Lucrarea oferă o prezentare generală despre specia de stafilinid *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937, semnalată în premieră într-o plantație de viță-de-vie din satul Cocieri, raionul Dubăsari. Statutul de specie nouă și adventivă în fauna Republicii Moldova determină interesul științific în concretizarea celor mai reprezentative aspecte de descriere și confirmare. Pe baza colectărilor, observațiilor, identificărilor întreprinse și studierii literaturii de specialitate, în actuala lucrare se prezintă originea și distribuția geografică, statutul speciei, gama habitatelor populate și informația ilustrativă pentru adult (mascul, femelă).

**Cuvinte-cheie:** *Philonthus jurgans*; Specie nouă; Specie adventivă; Distribuție geografică; Habitat.

### **INTRODUCERE**

O serie de surse care susțin fenomenul de pătrundere a unor insecte străine, origine din alte continente sau țări, cu statut de dăunătoare sau entomofaunistic pozitive, sunt: schimburile comerciale între state, turismul, transportul transfrontalier cu mărfuri, permisiunea de susținere a importului materialului săditor decorativ, horticol, antropizarea destinației habitatelor naturale. Astfel sunt desprinse mai multe concepte de aclimatizare a insectelor străine care au nimerit pe un anumit teritoriu și se dezvoltă faunistic pe diferite plante agricole și ornamentale, impactul fiind nesemnificativ sau prezintă pericol pentru creșterea și fructificarea plantelor. Aceste concepte se bazează pe referințe la deplasarea unei specii ca rezultat al activității factorului uman, la introducerea neintenționată, la unele procese în care populația de insecte depășește limitele unui areal sau zone naturale, la stabilirea pe cale naturală de sine stătătoare de răspândire, la controlul daunelor provocate etc. și sunt denumite specii invazive dăunătoare (re-

glementate, nereglementate), specii alogene invazive cu impact nesemnificativ, cu potențial invaziv, criptogenice, adventive cu dezvoltare faunistică (Timuș, 2015; Ministerul Mediului, 2014; Olteanu et al., 2013; Klimaszewski et al., 2010; Klimaszewski et al., 2013).

Materialul prezentat în lucrare este o nouă contribuție pentru domeniul entomologic și anume grupul de stafilinide din Republica Moldova (Coleoptera, Staphylinidae). Anual sunt realizate cercetări asupra acestui grup de insecte orientate spre completarea și îmbogățirea cu noi înregistări și evidențe. Astfel, în lucrările publicate anterior, au fost expuse diverse date axate pe semnalările noi de specii din diferite puncte din țară, pe evidențele faunistice ale grupurilor de stafilinide trecute în lista operațională, cu ritm continuu de schimbare, pe unele aspecte morfologice, pe urmărirea plasticității ecologice în biotopurile naturale și antropizate. S-a monitorizat prin evidențe și înregistrări multianuale reprezentanții indicatori din sectoarele agricole și păduri, au fost studiate componența stafilinidelor din lemnul descompus, s-au revizuit prin inventariere subfamiliile, genurile și speciile noi din colecția Coleoptera, Staphylinidae depozitată în păstrare la muzeul de Entomologie din cadrul laboratorului cu aceeași denumire.

Un aspect important discutat în lucrare, este *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937, specie nouă pentru fauna țării, cu statut adventiv în lista operațională a stafilinidelor. În contextul dublului statut al speciei și cu scop de menținere în vizor pentru un studiu de viitor, se continuă cu detalii.

## MATERIALE ȘI METODE

*Metode de colectare și materiale aplicate:* Pe parcursul perioadei de cercetare s-au efectuat colectări atât în biocenozele naturale, cât și în cele agricole. Factorii care influențează procesul de migrare în biocenozele naturale și agricole sunt condițiile climatice (temperatura, umiditatea relativă a aerului și solului), textura și tipul solului, structura și compoziția vegetativă (etajarea ierboasă, arbustivă și arboricolă) a biotopului, nutriția etc. S-a constatat că în diferite biotopuri naturale (pădure, luncă inundabilă și umedă, stepă, biocenoze acvatică) și agrobiocenoze, stafilinidele sunt distribuite într-un mod haotic. Astfel, într-un singur biotop acumulările de stafilinide pot prezenta valori reduse. Procesul de colectare a inclus:

1. *Colectarea manuală*, o metodă directă bazată pe analiza suprafețelor deschise din biotopurile naturale și antropizate. Aplicația practică a constat în colectarea stafilinidelor de dimensiuni medii și mari, pe timp cald, cu soare, cu valori ale temperaturii aerului 19-20°C.
2. *Flotația*, considerată clasică în adunarea coleopterelor care populează straturile organice și vegetale. Aspectele avantajoase ale metodei sunt: a) evitarea distrugerii stafilinidelor și extragerea rapidă din dejecțiile animaliere (bovine, cabaline, caprine, ovine, asine, zimbru, iepuri etc.), din ciuperci, bucăți de lemn uscat și poros, grămezi de vegetație acvatică adunate pe malurile apelor și alte resturi vegetale; b) acumularea unui număr mare de specii și indivizi; c) aplicarea în decursul zilelor răcoroase și călduroase; d) popularea altor substraturi organice de altă natură. În diminețile cu rouă acestea nu se găsesc în dejecțiile animaliere, dar sunt ascunse în fisurile stratului superficial al solului. În zilele cu nebulozitate accentuată numărul stafilinidelor colectate crește considerabil.
3. *Sondaje de sol*. În cadrul acestei metode s-au analizat stafilinide din solul diferitor biotopuri prin săpături în stratul de până la 10-15 cm. Tehnica săpăturilor de sol poate fi aplicată cu încercări de colectări pe orizontală și verticală în trepte de profunzime.

4. *Colectarea prin scuturare*, procedeul ce depinde de substratul vegetal supus explorării, locului țintă de analizat, structura habitatului, heterogenitatea etajării arbuștilor și plantelor erbacee, diversitatea biotopului și gradul de încărcătură cu un anumit material vegetal. De obicei, se practică în scuturarea plantelor și frunzarului în site speciale din plastic cu lungimea de 1,2 m și diametrul 0,5 m de formă conică, compusă din două nivele. Primul nivel este alcătuit dintr-o plasă deasă prin care trec resturile de plante, litiera, frunzarul și se scutură. Al doilea nivel este un sac acumulator cu pânză trainică albă în care se acumulează insectele. Se practică scuturarea și prin utilizarea unei fâșii mari de peliculă transparentă, care se așază pe suprafața solului și ușor se transportă la schimbarea ariei țintite pentru observații, căutarea și scuturarea materialului.

Materialele utilizate în procesul colectărilor au fost: cești petri, foarfece, pensule, mănuși de unică folosință, ochelari de protecție, alcool etilic de 70%, tifon, lopățică de plastic, peliculă de dimensiuni medii, cuțit, mască la necesitate, căldare de plastic, sită rotativă cu plasă deasă, etichete adezive, apă etc.

*Categorizarea statutului:* Specia a fost colectată din plantația de viță-de-vie în anul 2022, din etajul de buruieni crescute după ploi. Încadrarea reprezentantului în categoria de specie adventivă s-a bazat pe literatura de specialitate autohtonă și străină. Dintre stafilinidele înregistrate și cunoscute, mai multe, numeric, sunt speciile din genul *Philonthus Stephens*, 1829, 40 de specii. În acest grup, *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 este clasat ordinar cu numărul 41 și înregistrat în registrul faunistic și al colecției. După Wheeler A.G. și Hoebeke E.R. (2009), termenul adventiv, indică specia care a ajuns într-un nou habitat sau arie geografică naturală, involuntar sau prin acțiune umană. Nu toate speciile de insecte advenite influențează asupra ecosistemelor, unele pot, dar în măsură nesemnificativă. Repede se încadrează în componența faunistică autohtonă și rămân localizate în anumite puncte.

*Descriere imagini:* Fotografia adultului este realizată sub microscopul model MBS 10 cu valoarea (4x) de mărire a obiectivului. În figura 1 sunt prezentate 3 fotografii, prima - 2 exemplare ale speciei (mascul și femelă), a doua - un singur exemplar în formă mărită și a treia - organul de reproducere. De asemenea, este indicată încadrarea sistematică: familia și subfamilia. Toate trei imagini originale sunt prelucrate într-o figură unică. Figura 2 tratează modul de stocare a exemplarelor de specie în colecția: Coleoptera, Staphylinidae. În cutia 33, lateral pe stânga, este fixată eticheta cu denumirea speciei. Printre femele sunt 3 exemplare de masculi. Diferențe morfologice accentuate între sexe nu se observă, un pic femelele sunt mai mici în lungime. Această figură îmbină 2 fotografii: exemplarele și numărul cutiei. Ultima figură din text, cu numărul 3, reprezintă grămada de bostani în descompunere, cu creșteri de colonii micotice și bacteriene. La colectare s-a simțit un miros puternic și s-au observat larve mici de muște. În figură sunt contopite 4 imagini: grămada de bostani și exemplare separate fotografiate din unghiuri și distanță diferită.

*Distribuția geografică:* Specia, fiind prezentă în Europa și America de Nord, este clasată ca element paleartic (Klimaszewski et al., 2010; Schillhammer, 2009).

*Identificarea materialului:* Analiza aspectelor morfologice ale adultului și organului copulator s-a efectuat după cheia sinoptică de identificare (Coiffait, 1974; Stan, 2012).

*Păstrarea în colecție:* Exemplarele speciei sunt depozitate în colecția: *Coleoptera*, *Staphylinidae* din Muzeul de Entomologie al Laboratorului de Entomologie din cadrul Institutului de Zoologie (Figura 2).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

*Statutul speciei.* În stafilinidofauna Republicii Moldova specia este semnalată pentru prima dată în plantație de viță-de-vie, ca rezultat al cercetărilor din anul 2022. După literatura de specialitate și listele stafilinidelor studiate din țările vecine, europene și țara de origine, pătrunderea speciei pe teritoriul țării noastre se cataloghează ca specie adventivă. Acest dublu statut, determină accentuarea aspectelor generale ce va constitui punct de pornire pentru statistica stafilinidelor adventive intrate prin diferite căi pe teritoriul țării.

*Caracteristici generale.* Subfamilia *Staphylininae* este un component structural din familia *Staphylinidae*, poziționată taxonomic în încrengătura *Arthropoda*, clasa *Insecta*, subclasa *Pterygota*, diviziunea *Holometabola*, supraordinul *Coleopteroidea*, ordinul *Coleoptera*. Subfamilia *Staphylininae* este clasată printre subfamiliile de coleoptere cu cel mai mare număr de specii existente pe teritoriul țării noastre. Caracteristicile specifice pentru această subfamilie sunt particularitățile morfologice variate. Unele specii au dimensiunea corpului până la 40 mm (*Staphylinus caesareus*, *Ocypus*, *Tasgius*, *Platydracus*), sunt mobile, deplasându-se rapid atât în interiorul, cât și pe suprafața substraturilor. La speciile din genurile *Philonthus*, *Gabrius* și *Quedius* mandibulele au formă triunghiulară, iar părțile interne sunt dințate și ascuțite. La stafilinidele răpitoare (genurile *Staphylinus*, *Tasgius*, *Gauropterus*, *Ocypus*, *Platydracus*, *Creophilus*, *Ontholestes*, *Othius*) mandibulele sunt dezvoltate și îngroșate. Dinții sunt mai scurți și îndesați. La speciile saprofage ei sunt tociți, iar la cele prădătoare – ascuțiți. Forma triunghiulară a mandibulelor dispare și acestea devin mai înguste. La stafilinine plăcile membranoase a epipleurelor (separate prin sutura pleurală în epistern și epimer) sunt reduse (genurile *Creophilus*, *Ontholestes*, *Emus* și *Staphylinus*).

Baza aedeagusului este bombată dorsal. Paramerii, în dependență de specie, pot fi lungi sau scurți, contopiți sau liberi. Pe partea apicală a penisului (în regiunea distală) este prezentă o proeminență ascuțită și îndoită (*Quedius* sp., *Staphylinus* sp.). La unele specii paramerii pot fi contopiți, formând un paramer unic cu penisul care după lungime îl poate depăși.

Speciile din genurile *Xantholinus*, *Leptacinus* și *Gyrohypnus* se deosebesc de alte stafilinine prin forma și structura aparatului copulator la masculi. Paramerii sunt rudimentari. Partea bazală a aedeagusului este concrescută, regiunea principală fiind de formă sferică – capsulă sclerotizată de formă ovală, sferică și alungită. Reprezentanții genului *Philonthus* sunt variați după formă, dimensiune și colorația corpului. În țara noastră, din punctele cercetate s-a observat că stafilinidele din acest gen se extind în cele mai diverse biotopuri, ocupă substraturi noi cu acces anevoios pentru extragere și colectare. Conform regionării zoogeografice, stafilinidele acestui gen sunt încadrate în elementele (tipuri) geografice: de la formele holarctice, palearctice, până la cele cosmopolite și mediteraneene.

Multitudinea inventarierilor faunistice pentru grupul *Philonthus* sp., a precipitat spre concluzionarea rezultatelor cumulative. Astfel, sunt elaborate tabele cu evidențierea potențialului de expansiune a speciilor în regiunile țării și o evaluare a speciilor stocate în colecția păstrată în Muzeul de Entomologie din cadrul Institutului de Zoologie. În acest context, investigațiile științifice devin mai complete și deschise pentru domeniul stafilinic din țara noastră. În baza datelor acumulate se poate face o abordare analitică a capitolului statistic prin prelucrare cu indici. Aplicațiile statistice pentru anumite rezultate se efectuează conform metodelor contemporane de identificare și interpretare. Pentru estimarea relațiilor sinecologice și gradului de stabilitate a stafilinidelor cu habitatele populate de către acestea se aplică indici ecologici: analitici (abundența, frecvența, dominanța, constanta) și sintetici (indicele de semnificație ecologică,

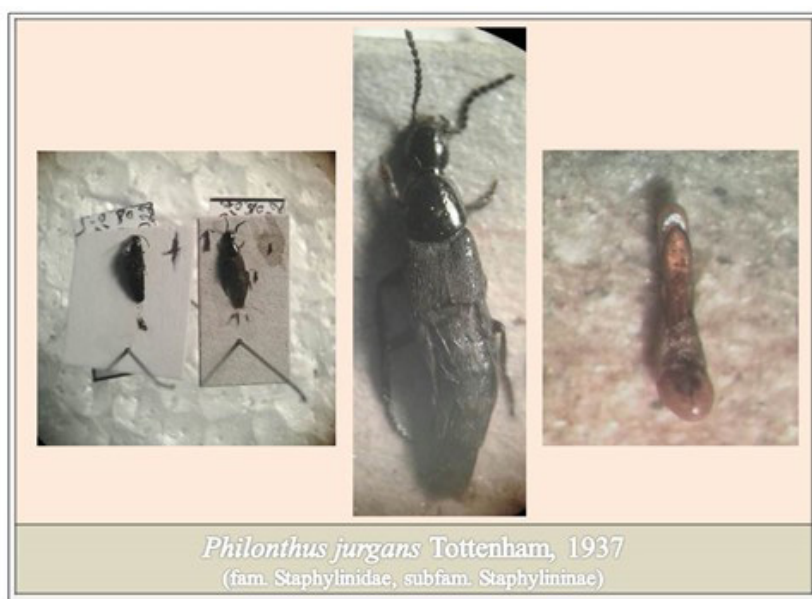
indicele de diversitate Shannon-Wiener, indicele Simpson, indicele de afinitate ceno-tică Cekanovski-Sorensen, achitabilitatea) etc. Pentru perfectarea unor dendrograme tipice se aplică programul Statistica 6, bazat pe informațiile graficelor Excel. Rezultatele studiului faunei, ecologiei, însemnătății biocenotice a stafilinidelor din Republica Moldova au o contribuție importantă la cunoașterea acestui grup taxonomic de coleoptere. Datele despre speciile înregistrate pentru prima dată în fauna țării constituie un aport semnificativ la completarea bazei de date informaționale din Europa.

**Depistarea în Republica Moldova.** În perioada 2020-2022, în mod repetat au fost aplicate cercetări în plantația de viță-de-vie din Cocieri, sat amplasat pe partea stângă a Nistrului. Printre speciile identificate, *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937, au fost găsite în probe extrase din grămezi de bostan descompus la data de 22.04.2022 - 3 exemplare (2♂♂, 1♀) (Figura 3) și în proba nr. 2 extrasă de sub buruieni din plantația de viță-de-vie, la data de 08.05.2022 - 2 exemplare (1♂, 1♀).

**Distribuție în Europa.** Conform datelor Fauna Europaea și a literaturii de specialitate, prezența speciei este menționată în țările: Albania, Austria, Belgia, Marea Britanie, Republica Cehă, Danemarca, Franța, Germania, Italia, Luxemburg, Polonia, România, Slovacia, Suedia, Elveția, Irlanda (Tottenham, 1937; Drugmand, 1987; Majka & Klimaszewski, 2008; Coiffait, 1974; Stan, 2012).

**Origine.** *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 este originară din America de Nord. După Smetana, A. (1995) prima raportare a speciei pe acest continent datează din anul 1881, în zonele Head Harbour, Maine din Canada, treptat ajungând și în alte provincii. Astfel, în lucrarea cercetătorilor C. Majka & J. Klimaszewski (2008) este inclusă în lista stafilinidelor adventive din Canada.

**Trăsăturile morfologice.** Adultul atinge în lungime 6,0-8,5 mm. Corpul este de culoare maro închis, elitrele și partea apicală a abdomenului sunt cu nuanță roșietică. Capsula cefalică și protoracele se disting printr-o microsculptură fină. Ochii alungiți, sunt mai lungi în dimensiune decât timplele. Suprafața pronotului este străbătută cu rânduri dorsale formate din 5 puncte cu o ușoară distanțare între rânduri și puncte. Abdomenul prezintă punctuație fină și densă, cu insulițe de peri strălucitori, pe segmentul VI definindu-se transversal o linie. Lobul median al aedeagusului este cu vârful subtrunchiat, lat spre marginile laterale (Figura 1).



**Figura 1.** Reprezentarea stadiului de adult (mascul, femelă) și organul reproductiv al speciei *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 (foto original Mihailov Irina, 2022)

*Habitare populate.* Populează materia organică în descompunere, inclusiv compostul, dejecțiile animaliere. Se poate întâlni pe diverse tipuri de buruieni, pe și/sau sub iarbă (Lott & Anderson, 2011), pe ciuperci în descompunere (Smetana, 1995; Klimaszewski et al., 2010)

Treptat staflinidele adventive devin un component determinativ în fauna țării noastre. Pătrunderea staflinidelor străine în habitatele naturale, agricole și silvice ale țării parcurg traiectoria stabilirii și aclimatizării la condițiile factorilor climaterici zonali și se amestecă cu speciile autohtone, chiar dacă nu prezintă un impact economic sau ecologic. Pentru capitolul staflinidofaunistic acest concept este o inițiere în abordarea tematicii respective, astfel va constitui un interes profesional de a menține sub vizorul informațional investigațiile de stabilire a aspectelor staflinidofaunei adventive cu tangență de domenii: protecție integrată a plantelor, entomofauna ca indicator în ecosistemele forestiere și agricole etc.

Elucidarea staflinidului *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937, ca specie adventivă pe teritoriul țării, este o contribuție în premieră. Din acest considerent se va continua promovarea cercetărilor ulterioare asupra acestei și a altor specii de staflinide adventive, se va cunoaște rolul lor în ecosisteme, impactul în rezultatul prezenței, dezvoltării și reproducerii, a influențelor de interacțiune cu alte grupuri de insecte și/sau plante, a potențialului de extindere în anumite biotopuri sau zone, precum și caracterul de adaptabilitate etc.



**Figura 2.** Exemplare de *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 depozitate în colecția: Coleoptera, Staphylinidae (foto original Mihailov Irina, 2023)

*Particularitățile ecologice.* Din urmărirea depistărilor înregistrate, specia *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 poate fi încadrată în clasa speciilor polibionte și prezintă o trăsătură accentuată în migrarea dintr-un biotop în altul. În cazul cercetărilor prezentate, comparativ cu stratul de buruieni din plantația de viță-de-vie din grămada de bostani în descompunere s-au extras mai multe exemplare, masculii dominând ca număr.



**Figura 3.** Probe cu *Philonthus jurgans* Tottenham, 1937 extrase din grămezi de bostan (foto original Mihailov Irina, 2022)

## CONCLUZII

Specia *Phionthus jurgans* Tottenham, 1937, nouă pentru fauna țării noastre și adventivă, este colectată dintr-o plantație de viță-de-vie din localitatea Cocieri, raionul Dubăsari, partea stângă a Nistrului, fiind ulterior și înregistrată. Acest subiect va servi un obiectiv în studiul de viitor pentru a urmări potențialul de extindere pe teritoriul țării, a urmări nivelul de influență în mediul natural și antropic sub acțiunea fluctuațiilor factorilor climaterici, a aduna mai multe evidențe despre interacțiunea cu alte insecte în anumite biotopuri etc.

### Mulțumiri

Lucrarea a fost implementată cu sprijinul financiar al proiectului Nr.20.80009.7007.02. „Modificări evolutive ale faunei terestre importante din punct de vedere economic, ale speciilor rare și protejate sub schimbările antropice și climatice”.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. COIFFAIT, H. (1974). *Coleoptere staphylinidae* de la region Palearctique occidentale. Vol. 2: Sous famille *Staphylininae*. Tribus *Philonthini* et *Staphylinini*. Toulouse, 583 p.
2. DRUGMAND, D. (1987). Description of two new species of *Philonthus* Curtis, 1829 from Belgium (Coleoptera *Staphylinidae* *Staphylininae* *Philonthini*). In: Bulletin et Annales de la Société Royale Belge d'Entomologie, vol. 123(7-9), pp. 271-276.
3. KLIMASZEWSKI, J., BRUNKE, A., ASSING, V., LANGOR, D.W., NEWTON, A.F., BOURDON, C., PELLETIER, G., WEBSTER, HERMAN, PERDEREAU, DAVIES, SMETANA, CHANDLER, MAJKA, C.G., SCUDDER. (2013). Synopsis of adventive species of *Coleoptera* (Insecta) recorded from Canada. Part 2: *Staphylinidae*. Sofia-Moscow: Pensoft, 360 p. ISBN 978-954-642-673-4.



4. KLIMASZEWSKI, J., LANGOR, D., MAJKA, C. G., BOUCHARD, P., BOUSQUET, Y., LESAGE, L., SMETANA, A., SYLVESTRE, P., PELLETIER, G., DAVIES, A., DESROCHERS, P., GOULET, H., WEBSTER, R., SWEENEY, J. (2010). Review of adventive species of *Coleoptera* (Insecta) recorded from eastern Canada. Sofia-Moscow: Pensoft, 273 p. ISBN 978-954-642-552-2.
5. LOTT, D.A., ANDERSON, R. (2011). The *Staphylinidae* (rove beetles) of Britain and Ireland. Parts 7-8: *Oxyporinae*, *Steninae*, *Euaesthetinae*, *Pseudopsinae*, *Paederinae* and *Staphylininae*: Handbooks for the identification of British insects. Royal Entomological Society, vol. 12(7), 340 p. ISBN 9780901546920.
6. MAJKA, C., KLIMASZEWSKI, J. (2008). Adventive *Staphylinidae* (*Coleoptera*) of the Maritime Provinces of Canada: further contributions. In: ZooKeys, vol. 2(2), pp. 151-174. ISSN 1313-2970.
7. OLTEANU, I., PERJU, T., TIMUȘ, A. (2013). Gracilariidele (fam. *Gracilariidae*, ord. *lepidoptera*) invazive din România și Republica Moldova în coroborare cu fauna europeană. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. 2013, vol. 36(2): Horticultură, viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor, pp. 242-246. ISBN 978-9975-64-249-1.
8. Ministerul Mediului. Raport anual privind starea mediului în jud. Cluj pentru anul 2014 [online]. © Agenția Națională pentru Protecția Mediului 2013. [citată ?]. Disponibil: <http://apmcj.anpm.ro>
9. SCHILLHAMMER, H. (2009). Notes on some West Palearctic *Staphylinini*, with description of a new species from Spain (*Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae*). In: Koleopterologische Rundschau, vol. 79, pp. 97-116.
10. SMETANA, A. (1995). Rove beetles of the subtribe *Philonthina* of America north of Mexico (*Coleoptera: Staphylinidae*) classification, phylogeny and taxonomic revision. In: Memoirs on Entomology International, vol. 3, 960 p. ISBN 1-56665-058-5.
11. STAN, M. (2012). On the species of *Philonthus Stephens* (*Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae: Staphylinini: Philonthina*) in the collections of Romanian Natural History Museums. In: Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa», vol. 55(2), pp. 233-276.
12. TIMUȘ, A. (2015). Gracilariidele invazive din Republica Moldova. Chișinău, 140 p. ISBN 978-9975-56-222-5.
13. TOTTENHAM, C.E. (1937). *Philonthus jurgans* nov. sp., an addition to the British list of *Coleoptera*. In: Entomologist's Monthly Magazine, vol. 73, pp. 176-179.
14. WHEELER, A.G., HOEBEKE, E.R. (2009). Adventive (non-native) insects: importance to science and society. Biodiversity of *Coleoptera*. In: Insect biodiversity: science and society. Oxford: Blackwell Publishing, pp. 475-521.

#### Conflict of interests

No competing interests were disclosed.

#### Paper history

Received 21 January 2023; Accepted 3 March 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.07  
UDC: 634.8[632.632.7](478)



## ЦИКАДКИ ПЕРЕНОСЧИКИ ФИТОПЛАЗМЕННОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЧЕРНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ (VOIS NOIR) В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Евгений ХАУСТОВ\*, ORCID: 0000-0003-3109-8760

Лаборатория „Вирусологии и фитосанитарного контроля”, Научно-Практический Институт  
Садоводства, Виноградарства и Пищевых Технологий, Республика Молдова

\*Author for corresponding: Евгений ХАУСТОВ - e-mail: [haustov\\_evghenii@mail.ru](mailto:haustov_evghenii@mail.ru)

**Abstract.** *Auchenorrhyncha* species represent a significant group of insects inhabiting vineyards. Insect vectors of phytoplasmic diseases of grapevine attract particular attention. From 2018 to 2020, studies of the leafhopper fauna were conducted in industrial plantations of grapevines located in the central zone of the Republic of Moldova. Insect collecting was done with an entomological net and with yellow, sticky traps. The identification of leafhoppers was carried out using determinants according to morphological features. The presence of phytoplasma Bois noir in leafhoppers was determined by PCR molecular analysis. During the research process, 1733 leafhopper specimens were collected and 15 species were identified. As a result of testing 77 insect samples, two new vectors were identified in the grapevine plantations of the Republic of Moldova: *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson) and *Reptalus quinquecostatus* (Dufour), as well as the well-known vector of phytoplasma Bois noir: *Hyalesthes obsoletus*. Vector leafhoppers in vineyards and reservoir host plants represent a high risk of spread of phytoplasma disease Bois noir in the Republic of Moldova.

**Key words:** Grapevines; Phytoplasmas; Bois noir (Black wood) disease; Vectors.

**Реферат.** Цикадовые представляют значительную группу насекомых, населяющих виноградные насаждения. Особое внимание привлекают насекомые переносчики фитоплазменных заболеваний виноградной лозы. С 2018 по 2020 год на виноградниках Республики Молдова проводили исследования фауны цикадок. Сбор цикадок проводили на промышленных насаждениях винограда, расположенных в центральной зоне РМ. Отлов цикадок осуществляли энтомологическим сачком и при помощи жёлтых, липких ловушек. Идентификацию цикадок проводили при помощи определителей по морфологическим признакам. Наличие фитоплазмы Почернения древесины в цикадках определяли молекулярным анализом ПЦР. В процессе исследований было собрано 1733 экземпляра цикадок и определены 15 видов. В результате тестирования 77 проб насекомых выявлены два новых переносчика на плантациях винограда Республики Молдова: *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson) и *Reptalus quinquecostatus* (Dufour), а также общеизвестный переносчик фитоплазмы Почернения древесины: *Hyalesthes obsoletus*. Наличие на виноградниках цикадок-переносчиков и растений-резервуаров представляет высокую опасность в распространении фитоплазменного заболевания Почернения древесины в РМ.

**Ключевые слова:** Виноград; Фитоплазмы; Почернение древесины; Переносчики.

## ВВЕДЕНИЕ

Заболевания растений фитоплазменной этиологии, в естественных условиях, распространяют цикадки, причём каждое заболевание переносят определённые виды переносчиков. В связи с этим, исследования основывались на том, что широкое распространение фитоплазменного заболевания винограда в Республике Молдова возможно только при наличии активного переносчика. Для определённых фитоплазм характерно достаточно большое распространение в природе по причине наличия насекомых полифагов и широкого круга растений-хозяев. А некоторые фитоплазмы ограничены в своём распространении одним растением-хозяином и одним насекомым монофагом. Так одними из самых важных видов фитоплазм, наносящих вред отрасли виноградарства, являются *Candidatus Phytoplasma vitis* и *Candidatus Phytoplasma solani*. Филогенетически они не связаны, но объединяет их схожее проявление симптомов на виноградном растении.

Развитие фитоплазмоза на винограде проходит следующий цикл: резерватор заболевания – цикадка-переносчик – виноград.

Целью исследований является выявление цикадок – переносчиков фитоплазменного заболевания Почернение древесины винограда (Vois noir) в Республике Молдова.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований являлись насаждения винограда в центральной зоне промышленного возделывания данной культуры в Республике Молдова.

Мониторинг цикадок проводили посредством отлова насекомых на плантациях винограда и прилегающих к ним территориях. Отлавливали насекомых с апреля по сентябрь месяц с помощью энтомологического сачка и липких ловушек жёлтого цвета. Ловушки меняли каждые 10-15 дней. Фиксировали отловленных цикадок замораживанием в пробирках типа Эппендорф, при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Идентифицировали цикадок по определителю Wilson M. R. & Turner, J. A. (2010) и Ануфриев Г.А., Емельянов А.Ф. (1988), по морфологическим признакам при помощи стереомикроскопа.

Исследования выполнены в лаборатории вирусологии и фитосанитарного контроля, научно-практического института садоводства, виноградарства и пищевых технологий. Наличие фитоплазмы, возбудителя заболевания Почернение древесины винограда в цикадках, определяли тестированием методом ПЦР. Проба для тестирования состояла чаще всего из одного представителя вида и реже из 2-3 насекомых небольшого размера.

ДНК фитоплазмы-возбудителя заболевания выделяли из проб насекомых согласно рекомендациям Научно-исследовательского центра виноградарства (CREA) Конеглиано, Италия. Диагностику заболевания выполняли французским официальным методом Вложенной ПЦР (*Duplex Nested End - Point PCR* – с англ.), коммерческим набором от Qualiplate (*Flavescence dorée / Bois noir* – с франц.) (Qualiplate, 2015), для первой амплификации применяли праймеры: *FD9f1 / FD9r1* и *STOL11f2 / STOL11r1*, для второй амплификации: *FD9r2 / FD9f3b* и *STOL11f3 / STOL11r2*. Визуализацию результатов ПЦР осуществляли методом электрофоретического разделения молекул ДНК по размеру, в 1% агарозном геле, с добавлением флуоресцирующего красителя. Визуализировали продукт ПЦР в трансиллюминаторе, при ультрафиолетовом свете.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Необходимым условием в распространении заболевания Почернения древесины на плантации винограда является наличие на винограднике источника заболевания и цикадок-переносчиков. Широкое распространение и высокая степень поражения насаждений заболеванием Почернение древесины (Haustov & Bondarchuc, 2021; Хаустов, 2021) свидетельствует о наличии на виноградниках в Республике Молдова большого количества активных переносчиков. Для решения проблемы предупреждения дальнейшего распространения заболевания очень важно определить цикадок-переносчиков Почернения древесины в почвенно-климатических условиях Республики Молдова. Поэтому, в задачу исследований входило: определить видовой состав цикадок, населяющих плантации винограда, выявить насекомых, способных переносить фитоплазму, и протестировать их на наличие фитоплазмы – возбудителя заболевания Почернение древесины винограда.

Мониторинг плантаций винограда и прилегающих к ним территорий, осуществлённый в течение 2018 – 2020 гг., позволил определить фауну цикадовых, населяющих виноградники Республики Молдова. Видовой состав и количество отловленных насекомых, а также продолжительность лёта в климатических условиях Республики Молдова представлены в таблице 1.

Всего отловлено и определено 15 видов цикадок (Рисунок 1): *Adarrus multinotatus* (Boheman), *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson), *Arboridia ribauti* (Ossiannilsson), *Austroagallia torrida* (Evans), *Dictyophara europaea* (Linnaeus), *Empoasca vitis* (Gothe), *Euscelidius variegatus* (Kirschbaum), *Fieberiella florii* (Stal), *Hyalesthes obsoletus* (Signoret), *Javesella pellucida* (Fabricius), *Neotaliturus fenestratus* (Herrich-Schaffer), *Philaenus spumarius* (Linnaeus), *Psammotettix alienus* (Dahlbom), *Reptalus quinquecostatus* (Dufour), *Scaphoideus titanus* (Ball).

Наибольшую популяцию представляют цикадки *Psammotettix alienus*. Насекомые отловлены на плантациях винограда и прилегающих к ним территориях с апреля по сентябрь месяц. Важно отметить ежегодное увеличение популяции данного вида. Многие представители цикадок, относящиеся к виду *Psammotettix*, способны приобретать фитоплазму, такие как *P. striatus* (Albanese et al., 1997), и передавать, вызывая заболевание карликовость пшеницы в Китае (Wu et al., 2010; Femin & Wei, 2022), а *P. cephalothes* вызывает фитоплазмоз риса (штамм BVK) в Азии (Jung et al., 2003).

Следующая по численности популяция цикадки *Arboridia ribauti* - насекомое распространено повсеместно на всех виноградных плантациях. Сведения о переносе фитоплазмы, вызывающей заболевание виноградной лозы, отсутствуют.

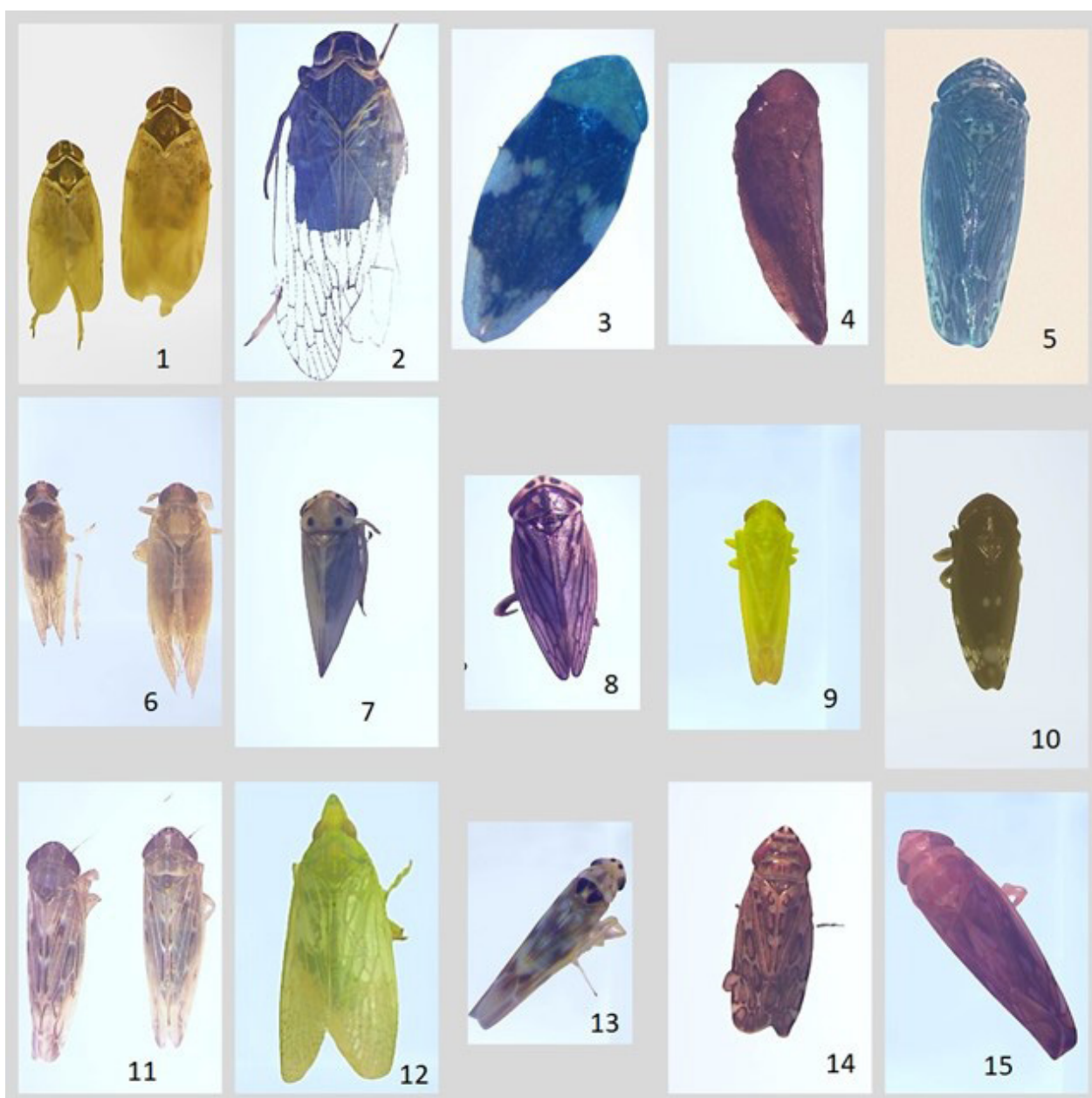
Популяция цикадки *H. obsoletus*, переносчика фитоплазменного заболевания Почернение древесины винограда, меньше по численности, однако насекомых наблюдали, как на плантациях винограда, так и на сорных растениях, растущих на прилегающих к ним территориях. Мониторинг лёта и отлов довольно трудно контролировать из-за того, что данный вид полифаг и пребывает в почве большую часть жизненного цикла. Предпочтительным растением цикадки является Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.). В условиях Республики Молдова лёт имаго начинается с июня, а массовый лёт в первой половине июля месяца (Хаустов et al., 2020).

**Таблица 1.** Видовой состав цикадок, населяющих плантации винограда в Республике Молдова (2018 – 2020 гг.)

№	Цикадки	Отловлено особей (шт.)			Начало лета - конец лета		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	<i>Adarrus multinotatus</i> (Boheman, 1847)	2	3	6	28.V-15.VI	5.VI-14.VI	3.VI-26.VI
2	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938)	1	6	1	11.VII	24.VI-17.VII	06.VIII
3	<i>Arboridia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1937)	364	106	129	2.V-1.X	19.IV-13.IX	18.V-16.IX
4	<i>Austroagallia torrida</i> (Ossiannilsson, 1937)	2	5	1	14.VII	17.VII.	06.VIII
5	<i>Dictyophara europaea</i> (Linnaeus, 1767)	-	2	4	-	15.VII.	24.VI-17.VII
6	<i>Empoasca vitis</i> (Gothe, 1875)	19	29	37	31.V-8.VIII	29.V-15.VII	3.VI-15.IX
7	<i>Euscelidius variegatus</i> (Kirschbaum, 1858)	9	22	2	7.V-18.VIII	19.IV-17.VIII	06.VIII.- 15.IX
8	<i>Fieberiella florii</i> (Stal, 1864)	18	5	1	10.V-24.IX	25.VI	3.VI
9	<i>Hyalesthes obsoletus</i> (Signoret, 1865)	29	53	24	12.VI- 23.VIII	24.VI-20.VIII	15.VI-13.VIII
10	<i>Javesella pellucida</i> (Fabricius, 1794)	-	13	4	-	19.IV.-13.IX	29.VI-04.VIII
11	<i>Neotalitrus fenestratus</i> (Herrich-Schaffer, 1834)	12	2	4	12.VI-19.VIII	9.VII	26.VI-04.VIII
12	<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	21	12	16	4.V-27.VI	29.V.-17.VII	11.VI-21.VII
13	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	34	193	465			
14	<i>Reptalus quinquecostatus</i> (Dufour, 1833)	2	1	4	13.VI	15.VII	20.VIII-15.IX
15	<i>Scaphoideus titanus</i> (Ball, 1932)	45	6	16	9.VII-13.IX	9.VII-2.IX	3.VII-9.IX
<b>Всего:</b>		<b>561</b>	<b>458</b>	<b>714</b>			

Цикадка *Austroagallia torrida* была отловлена на сорных растениях, произрастающих на прилегающей к плантации винограда территории. В Австралии данное насекомое является переносчиком вируса Курчавости листьев клевера (Gibb et al., 1995).

Цикадка *Philaenus spumarius* встречалась с конца мая по июль месяц на сорной растительности виноградников. Известны случаи диагностирования фитоплазмы в цикадке *P. spumarius* (Mateoni & Sinclair, 1988).



**Рисунок 1.** 1. *Hyalesthes obsoletus* - слева мужская особь, справа женская; 2. *Reptalus quinquecostatus*; 3. *Philaenus sputarius*; 4. *Fieberiella florii*; 5. *Euscelidius variegatus*; 6. *Javesella pellucida* - слева мужская особь, справа женская; 7. *Austroagallia torrida*; 8. *Anaceratagallia ribauti*; 9. *Empoasca vitis*; 10. *Neoaliturus fenestratus*; 11. *Psammotettix alienus* - слева мужская особь, справа женская; 12. *Dictyophara europaea*; 13. *Arboridia ribauti*; 14. *Adarrus multinotatus*; 15. *Scaphoideus titanus*

Цикадки *Euscelis variegatus* также обитают на сорных растениях плантаций винограда. Представители рода *Euscelis* являются переносчиками фитоплазменных заболеваний растений. Так цикадки *Euscelis incisus* (Kirschbaum) способны приобретать и передавать фитоплазму Пожелтения хризантем (16Srl-B) (Terlizzi & Credi, 2007), а *Euscelidius variegatus* (Kirschbaum) - являются переносчиками Золотистого пожелтения винограда во Франции (16SrV-C) (Boudon-Padieu et al., 1989).

Цикадка *Javesella pellucida* была отловлена на сорных растениях плантаций винограда. Лёт насекомого наблюдали с апреля по сентябрь. Цикадки *J. pellucida* являются переносчиками фитоплазменного заболевания моркови (Euphresco,

2017). В Чешской Республике цикадка встречалась на виноградных растениях, инфицированных Почернением древесины, в то же время в насекомом диагностировали наличие фитоплазмы, принадлежащей к группе Пожелтения Астр 16Srl-F (Orsagova et al., 2011).

Цикадка *Neoliturus fenestratus* – в насаждениях винограда встречалась крайне редко. На злаковых сорных растениях данная цикадка является переносчиком филлодии в Иране (Salehi et. al., 2006; Dehghan et al., 2012).

*Scaphoideus titanus* – широко известная как американская виноградная цикадка, насекомое происхождения из США и Канады. Цикадка является эффективным переносчиком, который в значительной степени несёт ответственность за распространение заболевания Золотистого пожелтения в Европе. Подтверждено, что цикадка в стадии личинки, как и взрослая особь способны приобретать фитоплазму, также доказано, что мужская особь эффективнее распространяет заболевание, чем женская (Schwester et al., 1969).

Цикадки *Dictyophara europaea* отловлены кошением энтомологическим сачком травянистых сорных растений. Насекомые являются альтернативными переносчиками Золотистого пожелтения (Filippin et al., 2009).

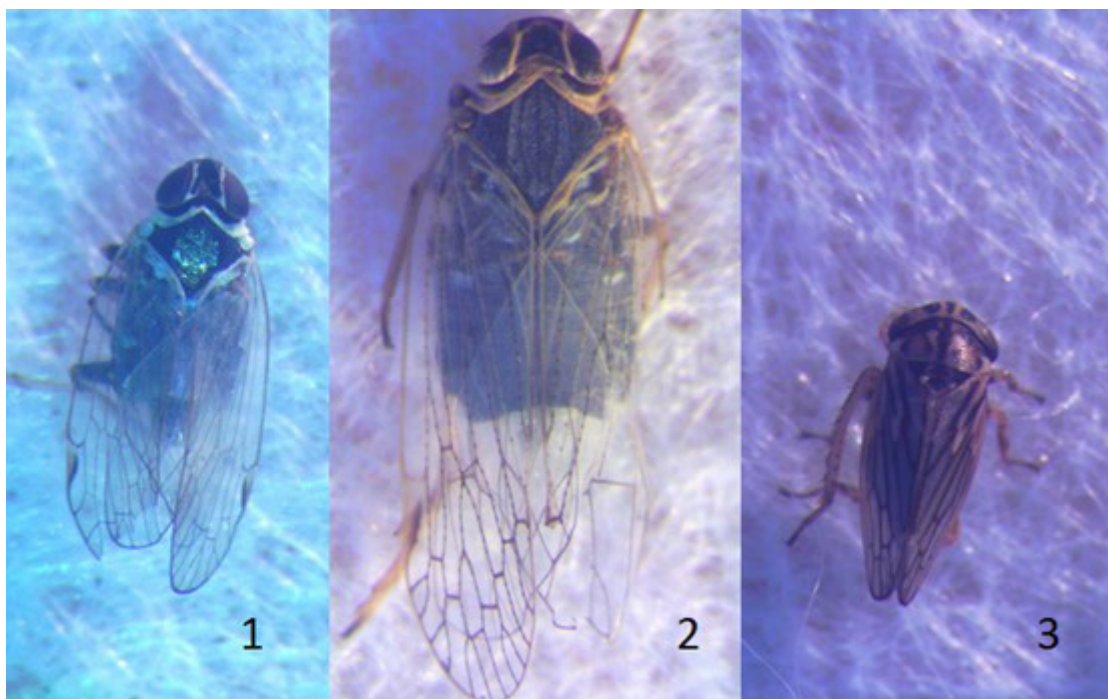
Отловленные на плантациях винограда цикадки *Psammotettix alienus*, *Hyalesthes obsoletus*, *Austroagallia torrida*, *Philaenus spumarius*, *Euscelis variegates*, *Javesella pellucida*, *Neoliturus fenestratus* и *Scaphoideus titanus* являются переносчиками фитоплазм, которые вызывают различные заболевания у растений. Способность данных насекомых переносить фитоплазму Золотистое пожелтение и Почернения древесины винограда проверяли тестированием проб, приготовленных из каждого вида цикадок, на наличие фитоплазмы – возбудителя заболевания. Тестирование проводили методом Вложенной ПЦР. Всего тестировано 77 проб насекомых. Количество проб каждого вида цикадок и результаты ПЦР тестов представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** ПЦР-тест цикадок, потенциальных переносчиков, на наличие фитоплазмы Почернения древесины (BN) / Золотистое пожелтение (FD) винограда

№	Цикадки	Тестировано проб (шт.)	Из них инфицированы:	
			BN	FD
1	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938)	5	1	-
2	<i>Euscelidius variegatus</i> (Kirschbaum, 1858)	5	-	-
3	<i>Hyalesthes obsoletus</i> (Signoret, 1865)	25	10	-
4	<i>Javesella pellucida</i> (Fabricius, 1794)	6	-	-
5	<i>Neoliturus fenestratus</i> (Herrich-Schaffer, 1834)	6	-	-
6	<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	10	-	-
7	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	8	-	-
8	<i>Reptalus quinquecostatus</i> (Dufour, 1833)	6	2	-
9	<i>Scaphoideus titanus</i> (Ball, 1932)	15	-	-
<b>Всего:</b>		<b>77</b>	<b>13</b>	<b>0</b>

Как видно из таблицы 2, положительные результаты на наличие фитоплазмы Почернение древесины показали пробы трёх видов цикадок: *Anaceratagallia ribauti*, *Hyalesthes obsoletus* и *Reptalus quinquecostatus* (Рисунок 2). Амплификации

с праймерами для детекции фитоплазменных заболеваний, относящихся к группе столбура (*STOL11f2 / STOL11r1*), уже на первом этапе Вложенной ПЦР получили ампликоны из проб с цикадками *H. obsoletus* и *R. quinquecostatus*. Положительные результаты подтвердились и во втором цикле амплификации с парой внутренних праймеров (*STOL11f3 / STOL11r2*), что означает наличие фитоплазмы Почернения древесины винограда в данных цикадках.



**Рисунок 2.** 1. *Hyalesthes obsoletus*; 2. *Reptalus quinquecostatus*; 3. *Anaceratagallia ribauti*

Наличие фитоплазмы Почернения древесины в цикадках *Anaceratagallia ribauti* и *Reptalus quinquecostatus* выявлено в Республике Молдова впервые. Вироформность диагностированных цикадок позволяет сделать заключение о том, что данные насекомые являются переносчиками фитоплазмы возбудителя заболевания. Установление наличия фитоплазмы Почернения древесины в цикадке *A. ribauti* согласуется с результатами работ австрийских исследователей по передаче заболевания данной цикадкой (Riedle et. al., 2008).

В результате амплификации праймерами для детекции заболевания Золотистого пожелтения (*FD9f/FD9r* и *FD9r2/FD9f3b*) не установлено ампликонов известного размера. Отрицательные результаты получены при тестировании проб цикадки *Scaphoideus titanus*, что говорит о неvirоформности насекомых и отсутствия вероятности распространения заболевания Золотистое пожелтение на плантациях винограда в Республике Молдова.

Проведёнными исследованиями установлено наличие на плантациях винограда Республики Молдова, наряду с общеизвестным переносчиком заболевания Почернение древесины цикадкой *Hyalesthes obsoletus*, еще двух цикадок – переносчиков данного заболевания *Anaceratagallia ribauti* и *Reptalus quinquecostatus*. Таким образом, широкое распространение и высокую степень поражения плантаций винограда фитоплазменным заболеванием Почернение древесины можно объяснить наличием на плантациях трёх видов цикадок-переносчиков данного заболевания.



## ВЫВОДЫ

На плантациях винограда Республики Молдова выявлены два новых переносчика фитоплазменного заболевания Почернение древесины винограда, цикадки *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson) и *Reptalus quinquecostatus* (Dufour).

На плантациях винограда выявлены новые, для Республики Молдова, виды цикадок: *Adarrus multinotatus* (Boheman), *Austroagallia torrida* (Ossiannilsson).

Широкое распространение и высокая степень поражения плантаций винограда фитоплазменным заболеванием Почернение древесины вызвано наличием на плантациях трех видов цикадок – переносчиков данного заболевания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ALBANESE, G., D'URSO, V., GRANATA, G., COLLODORO, S. (1997). Individuazione di un fitoplasma in esemplari di *Psammotettix striatus* catturati in vigneti (Detection of a phytoplasma in *Psammotettix striatus* captured in vineyards). In: *Informatore Fitopatologico*, vol. 47 (7/8), pp. 57-60.
2. BOUDON-PADIEU, E., LARRUE, J., CAUDWELL, A. (1989). ELISA and Dot-Blot detection of *Flavescence dorée* MLO in individual leafhopper vectors during latency and inoculative state. In: *Current Microbiology*, nr. 19, pp. 357-364.
3. DEGHAN, S., SALEHI, M., KHANCHEZAR, A., RASTEGARI, N., SALARI, M. (2012). Transmission characteristics of lettuce phyllody phytoplasma by *Neoliturus fenestratus* IN FARS. In: *Iranian Journal of Plant Pathology*, vol. 48, no. 1, pp. 35-36.
4. EUPHRESCO (2017). Project ID: Tracking vectors of bacteria and phytoplasmas threatening Europe's major crops (VECTRACROP).
5. FEIMIN, Y., WEI, Cong (2022). Gene expression profiles in Malpighian tubules of the vector leafhopper *Psammotettix striatus* (L.) revealed regional functional diversity and heterogeneity. In: *BMC Genomics*, vol. 23, pp. 1-18. <http://doi.org/10.1186/s12864-022-08300-6>
6. FILIPPIN, L., JOVIĆ, J., CVRKOVIĆ, T., FORTE, V., CLAIR, D., TOŠEVSKI, I., BOUDON-PADIEU, E., BORGIO, M., ANGELINI, E. (2009). Molecular characteristics of phytoplasmas associated with *Flavescence dorée* in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. In: *Plant Pathology*, vol. 58, pp. 826-837.
7. GIBB, K.S., PADOVAN, A.C., MOGEN, B.D. (1995). Studies on sweet potato little-leaf phytoplasma detected in sweet potato and other plant species growing in Northern Australia. In: *Phytopathology*, Vol. 85 (2), pp. 169-174.
8. HAUSTOV, E., BONDARCIUC, V. (2021). *Hyalesthes obsoletus* is an active vector of Wood blackening in the Republic of Moldova. In: *Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture: international scientific conference (Biologization 2021), September 21-23, Krasnodar, Russia*, vol. 34, pp. 1-6. ISSN 2587-3555. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20213404020>
9. JUNG, H.-Y., SAWAYANAGI, T., WONGKAEW, P., KAKIZAWA, S., NISHIGAWA, H., WEI, W., OSHIMA, K., MIYATA, S.-I., UGAKI, M., HIBI, T., NAMBA, S. (2003). '*Candidatus Phytoplasma oryzae*', a novel phytoplasma taxon associated with rice yellow dwarf disease. In: *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, vol. 53, pp. 1925-1929.
10. MATTEONI, J.A., SINCLAIR, W.A. (1988). Elm yellows and ash yellows. In: C. HIRUKI, ed. *Tree Mycoplasmas and Mycoplasma Diseases*. Edmonton: University of Alberta, pp. 19-31.
11. ORSAGOVA, H., BREZIKOVA, M., SCHLESINGEROVA, G. (2011). Presence of phytoplasmas in hemipterans in Czech vineyards. In: *Bulletin of Insectology*, vol. 64 (Supplement), pp. 119-120. ISSN 1721-8861.
12. QUALIPLANTE SAS. (2015). DUPLEX NESTED END-POINT PCR KIT Dytection of *Flavescence doree* and Bois noir Cap Alpha, Avenue de l'Europe, review 02 -11/06/2015, pp. 1-3.
13. RIEDLE, M., SARA, A., REGNER, F. (2008). Transmission of a Stolbur Phytoplasma by the *Agalliinae* Leafhopper *Anaceratagallia ribauti* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). In: *Journal of Phytopathology*, vol. 156 (11-12), pp. 687-690.
14. SALEHI, M., IZADPANAH, K., NEJAT, N. (2006). A new phytoplasma infecting lettuce in Iran. In: *Plant Disease*, vol. 90 (2), p. 247.

15. SCHWESTER, D., CARLE, P., MOUTOUS, G. (1969). Nouvelles donnees sur la transmission de la flavescence doree de la vigne par *Scaphoideus littoralis* Ball. In: Annales de Zoologie et Ecologie Animale, no. 1, pp. 445-465.
16. TERLIZZI, F., CREDI, R. (2007). Uneven distribution of "stolbur" phytoplasma in Italian grapevines revealed by nested-PCR. In: Bulletin of Insectology, vol. 60, pp. 365-366.
17. WILSON, M.R., TURNER, J.A. (2010). Leafhopper, Planthopper and Psyllid Vectors of Plant Disease, © Amgueddfa Cymru - National Museum Wales. Available: <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/vectors>
18. WU, Y., HAO, X., LI, Z., GU, P., AN, F., XIANG, J., WANG, H., LUO, Z., LIU, J., XIANG, Y. (2010). Identification of the phytoplasma associated with wheat blue dwarf disease in China. In: Plant Disease, vol. 94 (8), pp. 977-985.
19. АНУФРИЕВ, Г.А., ЕМЕЛЬЯНОВ, А.Ф. (1988). Подотряд Cicadinea (Auchenorrhyncha) – Цикадовые. В: Определитель насекомых Дальнего востока СССР. Т.2: Равнокрылые и полужесткокрылые. Ленинград: «Наука», с. 12-495.
20. ХАУСТОВ, Е., ДУБЧАК, М., БОНДАРЧУК, В. (2020). Почернение древесины – фитоплазменное заболевание винограда в Республике Молдова. В: Русский виноград: сборник научных трудов. Новочеркасск, том 12, с. 33-40. ISSN 2412-9836.
21. ХАУСТОВ, Е. (2021). Распространение почернения древесины винограда в естественных условиях. In: Tezele celei de-a 74-a conferință științifică a studenților, 20 mai 2021. Chișinău: UASM, 2021, p. 51. ISBN 978-9975-64-320-7.

#### **Conflict of interests**

No competing interests were disclosed.

#### **Paper history**

Received 12 June 2023; Accepted 3 July 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.08  
UDC: 634.8:632.753.1



## DIVERSITY OF HOPPER SPECIES (*HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA*) IN THE VINEYARDS ESTABLISHED IN CONGAZ VILLAGE, COMRAT DISTRICT, REPUBLIC OF MOLDOVA

Svetlana GROZDEVA<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-3850-4584,  
Valeriu DERJANSCHI<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-4241-6453,  
Irina MIHAILOV<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-6804-4742

<sup>1</sup>Institute of Zoology, Republic of Moldova

\*Author for corresponding: Svetlana GROZDEVA – e-mail: [svetlana.grozdeva.gargalyk@gmail.com](mailto:svetlana.grozdeva.gargalyk@gmail.com)

**Abstract.** The paper presents the results of the monitoring of the hopper fauna in the vineyards established in Congaz village, Comrat district, Republic of Moldova. The observations were carried out from May to October 2022; as a result, there were detected 27 hopper species in the vineyard. Most of the species belong to the family Cicadellidae – 21 species, also there were identified members of families Membracidae – 1 species, Cixiidae – 4, Issidae – 1. Four out of those species are adventive imported from Asia (*Arboridia kakogawana*, *Japananus hyalinus*) and North America (*Scaphoideus titanus*, *Stictocephala bisonia*). Due to the use of the glue traps, there were obtained data on the seasonal dynamics of adventive hopper species and peculiarities of their behavior, as well as a number of potential vineyard pests were identified.

**Key words:** Hoppers, Fauna, Vineyards, Adventive species, Diseases.

### INTRODUCTION

The Republic of Moldova has significant areas of grapevine. In 2012, the surface of fertile vineyards was about 129 thousand hectares, thus the country was ranked 13th in the world. The development of viticulture in the Republic of Moldova is based on favorable soil-climatic and geographic conditions for the vine cultures. Congaz village, where the research was conducted, is situated in the southern wine-growing region. The southern region is characterized by arid lands, different features of soil and climatic conditions. This area is favourable for the production of red and various dessert wines. One of the most serious problems, the sector of viticulture is facing, is related to the abandoned vineyards, which are littered with weeds and became nests of the spread of many types of pests and diseases. (Biroul Național de Statistică a RM, 2011).

Grape plants are damaged by numerous pests, as well as viral, phytoplasma, bacterial and fungal diseases. The list of pests of grapevine also includes hopper species belonging to order *Hemiptera*, suborder *Auchenorrhyncha*. The *Auchenorrhyncha* is one of the most abundant and species-rich insect groups associated with grapevine. Hopper species are phytophagous by type of feeding, as they feed by sucking saps from various parts of plants, and reproduce. Some hopper species evolve exclusively on cultivated (*Vitis vinifera*) and wild (*V. riparia*) grape varieties, being monophagous by type of feeding. Other species being polyphagous have a wider range of host plants, and vineyards can become an accidental feed source (Радиононская & Диденко, 2015; Chireceanu et al., 2022).

There are two types of damage related to the presence of *Auchenorrhyncha*. The first one is the direct damage as a result of their feeding, stinging and sucking the sap from plant tissues. In this context, as an example it can be mentioned the species *Arboridia kakogawana* (Martynov et al., 2019b). As a result of their feeding, characteristic small chlorotic spots appear on the upper side of the leaves along the veins, gradually capturing most of the leaf. Severely damaged leaves fall prematurely. The second one is related to the indirect damage generated by the ability of some species to act as vector for the economically important pathogens. One of the well-known species from this group is *Scaphoideus titanus* (Martynov & Nikulina, 2019a), an adventive species originating from North America, which is the vector of *Candidatus Phytoplasma vitis* which causes phytoplasma disease of *Grapevine Flavescence Doree* (FD). The other planthopper species, *Hyalestes obsoletus* (Signoret, 1865), is known as a carrier of *Candidatus Phytoplasma solani*, responsible of Bois Noir (BN), the infection that is transferred from weeds to vineyards. (Chireceanu et al., 2019; Chireceanu et al., 2020; Chireceanu et al., 2022).

Is it crucial to know the status of plant and leafhoppers in the economics of grapevine. This information is necessary to make the analysis of the phytosanitary situation and to develop a system of protective measures. Early detection and monitoring are essential practices in preventing the spread of adventive species, as well as adopting the most appropriate management measures to established populations.

In addition to diseases and pests, the condition of grape bushes is often affected by unfavourable soil and weather conditions. In 2022, due to the drought, which was more noticeable in the south of the Republic of Moldova, in vineyards, severe hydrological stress was registered, and late-ripening grape varieties experienced a halt in growth and development. This affected the quality and quantity of the crop.

The aim of the present study was to investigate the species belonging to *Auchenorrhyncha* group detected in vineyards established in Congaz village, Comrat district in 2022, in terms of ecological characteristics and diversity of species, in order to provide background knowledge with scientific and practical utility in this field.

## MATERIALS AND METHODS

The research was carried out in 2022 in the vineyards established in Congaz village, Comrat district. (46° 06'33"N, 8° 36'16"E). The location of research areas during this study are presented on the map in figure 1. The studied plantations were of 15-19 years old with a total area of 78 acres and were composed of national and international cultivars of *Vitis vinifera* L.: Cabernet Sauvignon, Flora (Lora), Victoria, Black Magic (Codreanca), Moldova, Lydia and others. The plantations belonged to owners in the area and were protected differently with chemical products against pests and diseases. The insect sampling was done using double-sided sticky traps (Card Cue Yellow, 12 x 25 cm), placed in a linear pattern on a row inside the plots (Figure 2). There was used one trap for each row. The sticky traps were installed diagonally along the aisles in order to evaluate the condition of the entire site more objectively.

The traps were changed every two-three weeks, from May to October. There were installed 184 traps during the research. The periods of installing the traps are shown in table 1. The specimens of hopper species were removed from the sticky traps and placed in test tubes with alcohol. In addition to using sticky traps, it was performed sweep-net sampling outside of the vineyards, on the road, for catching the hopper species *Hyalestes obsoletus*.



**Figure 1.** The location of the research point.



**Figure 2.** Fixed double-sided sticky trap.  
Image source: Grozdeva S.

**Table 1.** The dates of installation and removal of sticky traps

Nr.	Period	Nr.	Period	Nr.	Period
1	28.05 - 11.06.2022	4	16.07 - 03.08.2022	7	02.09 - 24.09. 2022
2	11.06 - 25.06.2022	5	03.08 - 20.08.2022	8	08.10 - 22.10. 2022
3	25.06 - 16.07.2022	6	20.08 - 02.09.2022		

Adult insects were determined by genus and species level using the microscope MBS-10. The male genitalia were dissected to accurately identify the species, following the taxonomic keys (Ануфриев et al., 1988; Емельянов, 1964, 2015). The specimens collected in this study are stored in the Museum of Entomology of the Institute of Zoology.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

As a result of researches conducted in the vineyards from Congaz village, Comrat district, during the vegetation season of 2022, more than 27 species of hopper species belonging to 4 families were caught on sticky traps, of which most are members of the family Cicadellidae (21 species), while the others are representatives of the families Membracidae (1), Cixiidae (4), and Issidae (1). Four of these species are adventive, imported from Asia and North America (in table 2 marked with an asterisk \*). Table 2 presents the list of hopper species caught on sticky traps, providing information on the type of feeding, host plants and distribution area.

Thus, a significant part of hopper species listed in the table, due to their characteristic either polyphagy or oligophagy, is able to develop on grape plants in the conditions of the Republic of Moldova, and their life cycle is more or less connected with vineyards.

**Table 2.** Diversity of hopper species captured on yellow sticky traps in grapevines from Congaz village, Comrat district, in 2022

Nr.	Family/species	Type of feeding	Distribution area
CICADELLIDAE			
1.	<i>Anaceratagallia laevis</i> (Ribaut, 1935)	Polyphagous feeding on different species of herbaceous dicotyledons	Panatlantic-eucontinental-hyadean
2.	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938)	Polyphagous, <i>Plantago</i> sp., <i>Trifolium</i> sp.	Western-Palearctic
3.	* <i>Arboridia kakogawana</i> (Matsumura, 1932)	Monophagous, on <i>Vitis</i> sp.	Adventive species, is native to Asia
4.	<i>Arthaldeus striifrons</i> (Kirschbaum, 1868)	Oligophagous, on <i>Festuca rubra</i> , <i>Schedonorus</i> sp., <i>Trifolium</i> sp.	Pan-European
5.	<i>Austroagalli sinuata</i> (Mulsant & Rey, 1855)	Polyphagous, <i>Ononis</i> sp., <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Zea mays</i>	Trans-Palearctic
6.	<i>Austroasca</i> sp.		Trans-Palearctic
7.	<i>Emelyanoviana mollicula</i> (Boheman, 1845)	Oligophagous, on <i>Salvia</i> sp., <i>Mentha</i> sp., <i>Verbascum</i> sp., <i>Artemisia</i> sp.	Western-Palearctic
8.	<i>Empoasca</i> sp.	Polyphagous, <i>Vicia</i> sp., <i>Medicago sativa</i> , <i>Amaranthus hybridus</i> , <i>Acer</i> sp., <i>Ulmus</i> sp.	Holarctic-Oriental
9.	<i>Eupteryx atropunctata</i> (Goeze, 1778)	Polyphagous, on <i>Lamium</i> sp., <i>Arctium</i> sp., <i>Verbascum</i> sp., <i>Melissa officinalis</i> , <i>Salvia</i> sp.	Pan-European
10.	<i>Eupteryx stachydearum</i> (Hardy, 1850)	Oligophagous, on <i>Lamium</i> sp., <i>Stachys</i> sp., <i>Melissa officinalis</i> , <i>Salvia pratensis</i>	Pan-European
11.	<i>Eupteryx urticae</i> (Fabricius, 1803)	Oligophagous, on <i>Parietaria</i> sp., <i>Urtica dioica</i> , occasionally <i>Tanacetum vulgare</i> subsp. <i>siculum</i>	Western-Palearctic
12.	<i>Fieberiella florii</i> (Stal, 1864)	Polyphagous, on <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Rosa</i> sp., <i>Rubus</i> sp.	Holarctic
13.	* <i>Japananus hyalinus</i> (Osborn, 1900)	Monophagous, on <i>Acer campestre</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>A. pseudoplatanus</i>	Adventive species, is native to Eastern Asia
14.	<i>Macropsis</i> sp.	Narrowly monophagous, <i>Populus</i> sp., <i>Salix</i> sp.	Holarctic
15.	<i>Macrosteles sexnotatus</i> (Fallen, 1806)	Narrowly polyphagous, on <i>Avena sativa</i> , <i>Carex</i> sp., <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca</i> sp.	Trans-Palearctic
16.	<i>Platymetopius rostratus</i> (Herrich-Schäffer, 1834)	Monophagous, on <i>Centaurea</i> sp.	Southwestern-Palearctic
17.	<i>Psammotettix</i> sp.	Oligophagous, on <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Triticum</i> sp., <i>Avena</i> sp., <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Stipa</i> sp.	Holarctic
18.	<i>Psammotettix confinis</i> (Dahlbom, 1850)	Oligophagous, on <i>Agrostis</i> sp., <i>Corynephorus</i> sp., <i>Festuca</i> sp.	Holarctic
19.	* <i>Scaphoideus titanus</i> (Ball, 1932)	Oligophagous, on <i>Vitis vinifera</i>	Originally a North American species
20.	<i>Zygina flammigera</i> (Fourcroy, 1785)	Oligophagous, on <i>Crataegus</i> sp., <i>Malus</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Rosa</i> sp.	Trans-Palearctic
21.	<i>Zyginidia scutellaris</i> (Herrich-Schäffer, 1834)	Narrowly polyphagous, on <i>Agrostis</i> sp., <i>Avena</i> sp., <i>Carex</i> sp., <i>Dactylis</i> sp., <i>Echinochloa</i> sp.	Palearctic

MEMBRACIDAE			
22.	<i>*Stictocephala bisonia</i> (Kopp & Yonke, 1977)	Polyphagous, oviposition invariably on a wood plant, subsequently the larvae develop on herbaceous plants	Originally a North American species
CIXIIDAE			
23.	<i>Hyalesthes obsoletus</i> (Signoret, 1865)	Polyphagous, on <i>Galium verum</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Ranunculus</i> sp., <i>Urtica dioica</i>	Southwestern-Palearctic
24.	<i>Reptalus quinquecostatus</i> (Dufour, 1833)	Polyphagous, on <i>Convolvulus</i> sp., <i>Malus</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Tamarix</i> sp.	European
25.	<i>Reptalus panzeri</i> (Low, 1883)	Polyphagous, on <i>Acer</i> sp., <i>Artemisia</i> sp., <i>Clematis</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Rosa</i> sp.	Trans-Palearctic
26.	<i>Cixius</i> sp.	Mostly species polyphagous, larvae at the roots, adults free on the leaves	Will be specified
ISSIDAE			
27.	<i>Agalmatium bilobum</i> (Fieber, 1877)	Polyphagous, on <i>Avena sativa</i> , <i>Vitis vinifera</i>	Holarctic

Further analysis of the scientific literature along with authors' observations allowed to characterize some hopper species, which may be potential pests of grape plantations, including information about their biological and ecological characteristics. It is about the species: *S. titanus*, *A. kakogawana*, *J. hyalinus*, *H. obsoletus*, *S. bisonia*.

The main object of the study was American leafhopper *Scaphoideus titanus*, a species which develops one generation per year. It overwinters in the egg stage under the bark of grape bush stems. Larvae emergence from eggs in conditions of the Republic of Moldova lasts from the first decade (middle) of May to the first decade of July, and usually larva goes through five stages of development within 50-55 days. During their development, a significant number of young larvae die. According to the literature data, the death of larvae of the first, second and third instars reaches 50%. In the conditions of 2022, the first imago specimens were caught on sticky traps in the period 25.06 - 16.07, the last specimens were caught in the period 02.09 - 24.09 (Figure 3). On average, the imago lives for about a month depending on the weather conditions of the particular year. Adults are active at night and twilight, are capable of flight and can fly 25-30 meters, moving away during their lifetime at a distance of up to 500 meters from the place of development (Timuş et al., 2013; Martynov & Nikulina, 2019a; Гроздева, 2022).

*Scaphoideus titanus* is a vector of *Candidatus Phytoplasma vitis*, the pathogen, *Flavescence doree* of grapevine. Depending on the grape variety, the pathogen causes yellowing or reddening of the leaves, the edges of which are wrapped to the underside. Young shoots lose turgor and sag. Necrosis develops on the buds, black spots form on the shoots, and in winter the affected shoots often turn black and die. Inflorescences dry out and crumble. All this leads to crop loss and a decrease in its quality.

Within its natural range, leafhopper may be found in shady forests on forest edges and river valleys. In Europe, *S. titanus* generally is feeding and reproduces on *Vitis* sp., it develops not only on introduced American types of grapes, but also on Eurasian *Vitis vinifera* L., significant areas of which making it the main feeding plant. Imago of *S. titanus* in USA may be found on different species of *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Ulmaceae*. Researches have shown that despite facultative polyphagia, only older larvae can complete their life cycle on representatives of other families with a high mortality rate. None of the plant

species, except representatives of the genus *Vitis*, showed the passage of the full life cycle of *S. titanus* from egg to egg (Martynov & Nikulina, 2019a).

The second species, *Arboridia kakogawana*, known as Japanese grape leafhopper, is an adventive species, which was described by Matsumura from Honshu Island in Japan in 1932 under the name *Zygina kakogawana*. The natural habitat of Japanese grape leafhopper covers Japanese Islands, Korean Peninsula and the south of the Far East. *A. kakogawana* is reported as an important pest of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.) in areas of its native zone in East Asia and in the invaded regions of Eastern Europe. At present the species is continuing to disperse rapidly, expanding its distribution.

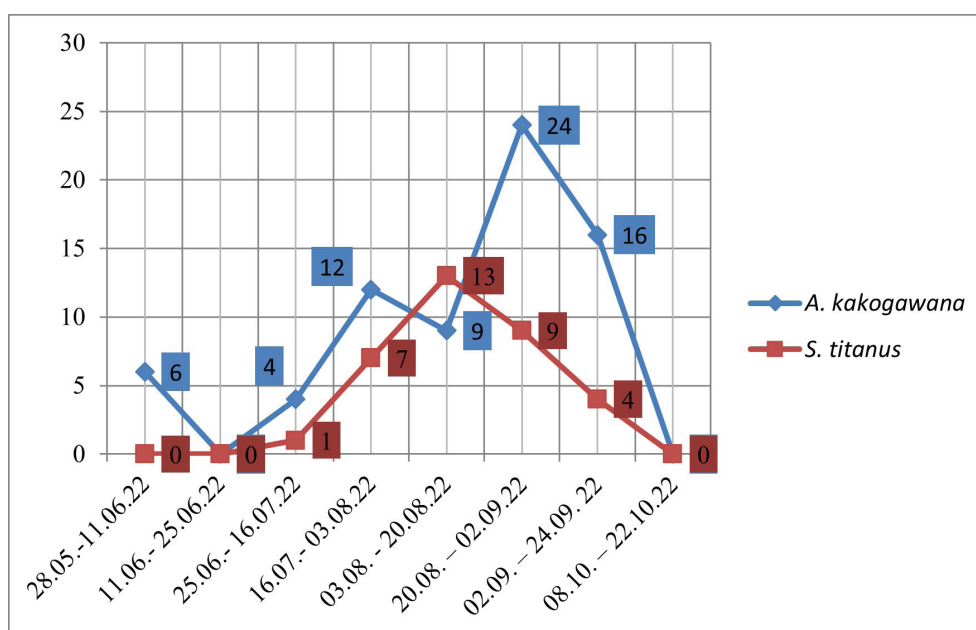
*A. kakogawana* was found in 2018-2019 during an inspection of the grape plantations, that was carried out in the central and southern regions of Moldova (Chisinau, Criuleni District, Causeni District, UTA Gagauzia) (Бондарчук et al., 2020).

During the whole period of research, a number of 71 adult *A. kakogawana* were caught on sticky traps on grapevine. The population dynamics of adult Japanese leafhopper on vine in 2022, based on trapping on sticky traps, showed that adults of *A. kakogawana* had an active development period on the vine from late May and early June to late September. The first adults in the amount of 6 specimens were caught on sticky traps in the period lasting from the end of May till the beginning of June. The last adults were trapped in the second half of September. Maximal number of specimens on grapevine was recorded in the second half of August and in September (Figure 3).

This leafhopper is known to be multivoltine. As reported by current literature, the Japanese leafhopper can develop between two and four generations per year depending on the geographical area. It overwinters in the adult stage under the bark of trees in nearby forests, after leaving the grapevine in early October. In Romania, in 2018, adults of *A. kakogawana* had an active period on the vine from early June to mid-November. Based on records of four maximum densities, the authors assume that *A. kakogawana* developed up to four generations on cultivated grapevine in the studied area in 2018, each of them lasting about one month. In climatic conditions of the South Coast of Crimea, *A. kakogawana* developed 3-4 generations per season being active from April till October. In Krasnodar Territory and Rostov Province there were 2 generations per year (Gnezdilov et al. 2008; Радионовская & Диденко et al. 2015; Chireceanu et al., 2019). The number of generations developed by hopper species in conditions of the Republic of Moldova, is not identified; the obtained data indicates three generations, however these facts should be studied objectively.

Imagoes and nymphs concentrate on the underside of grape leaves, forming dense colonies, mainly along the central and lateral veins of the leaf. As a result of their feeding, characteristic small chlorotic spots appear on the upper side of the leaves along the veins, gradually capturing most of the leaf. Severely damaged leaves fall prematurely. The number of damaged leaves by the end of summer – early autumn (August – September) can reach its maximum, amounting to 80-90% of the total number of leaves on the vine. The intensity of damaged leaves of different grape varieties may vary. Thus, the reduction of the photosynthetic leaf surface area during the period of berry growth and ripening negatively affects crop quality. Weakened and damaged plants are also less resistant to adverse environmental factors. A high population of hopper species can become the main reason for the delay in berries ripening and for the reduction of their quality (Martynov et al., 2019b). At present, the transfer of dangerous diseases caused by hopper species has not been studied sufficiently, as well as the issue related to possible consequences of tissue incisions during the egg-laying by hopper species. The examined plants were damaged by ticks, symptoms of fungal diseases were also noticed, but symptoms of leafhopper damage were not observed.

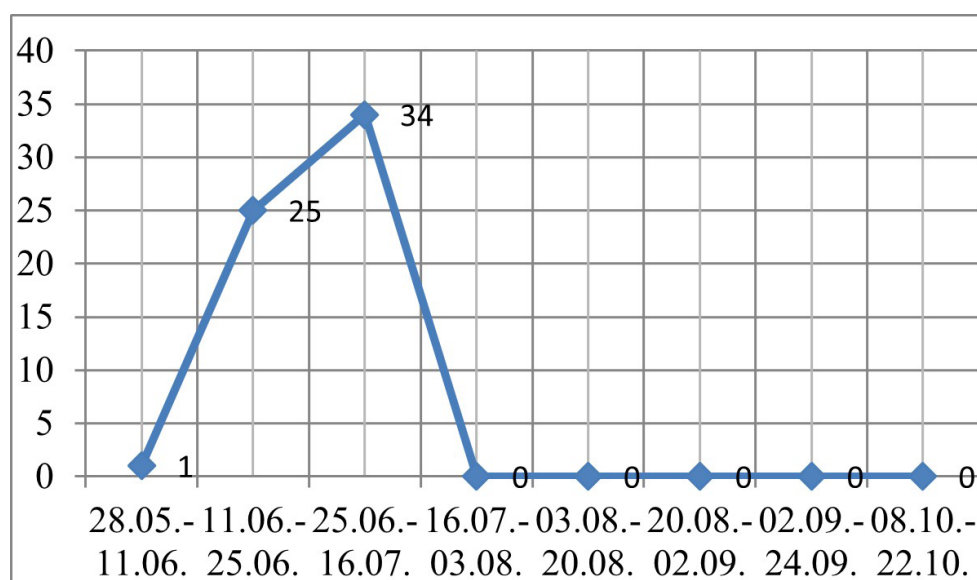




**Figure 3.** Number of adults of *A. kakogawana* and *S. titanus* collected on yellow sticky traps (YSTs) in 2022.

The third species, *Stictocephala bisonia* (Kopp & Yonke, 1977), is originally a North American species that is univoltine and winters as egg. Its oviposition is preferably on *Crataegus* sp., *Malus domestica*, *Populus* sp., *Prunus persica*, *Pyrus communis*, *Quercus* sp., *Salix* sp. Each egg is deposited singly in a 2 mm deep and 2-6 mm long cut in the bark of a young, 1-2 cm thick shoot. Groups of 6-12 eggs are deposited in a semicircular arc. All this results in a serious disturbance of shoot development, and, when repeated, to large-scale malformations. The suction damage caused by larvae is less dramatic, except in grape vines where infected shoots may turn discoloured and die off. Larvae can be found mainly on *Medicago sativa* L., *Datura* sp., *Solanum* sp., *Trifolium pratense* L. (Гроздева, 2022).

The planthopper *Hyalesthes obsoletus* is a stolbur phytoplasma vector, which causes grapevine yellow disease *Bois Noir*. *H. obsoletus* is a polyphagous species (more than 50 host plants), but grapevine is not a preferred host (adults can feed on it, but the insect cannot complete its life cycle on it). *H. obsoletus* has one generation per year, including 5 larval stages. In summer, females lay their eggs on the stems of host plants near the soil surface. Larvae hatch and migrate into the soil, along the roots. In spring, L4 and L5 migrate towards the soil surface, and adults emerge in the soil. Adults are good flyers and they leave their host plants to explore the environment and find sexual partners. Direct control of *H. obsoletus* is not envisaged, as grapevine is not a host for the insect. Many aspects related to the biology of *H. obsoletus* have to be studied. In conditions of 2022, the first imagoes of planthopper were caught on sticky traps installed on the vineyard rows in the period of 28.05-11.06 (1), the largest number was caught in the period of 25.06-16.07 (34) (Figure 4). (Бондарчук & Хаустов, 2020; Хаустов et al., 2020; Haustov & Bondarciuc, 2021).



**Figure 4.** Number of adults of *H. obsoletus* collected on yellow sticky traps (YSTs) in 2022.

In conditions of the Republic of Moldova, planthopper was observed on *Convolvus arvensis* L., during the period of mass flight; the planthopper could be also seen on *Xanthium strumarium* L., on *Fallopia convolvulus* L. and on other herbaceous plants (Haustov & Bondarciuc, 2021). The habitat of the insect is essentially non-cultivated areas, in this case it is an abandoned land which bordered with the experimental site, namely the aisle and the road between the plots. In some plantations, every second interval between the vine rows was permanently covered with a mixture of plants, in others the inter-rows were partially covered or free of weeds, as they were not controlled by tillage and standard herbicides. In the abandoned plots no control has been applied for several years. In addition to the sticky traps, the planthopper *H. obsoletus* was also found in the material, which was obtained by sweep-net sampling on plants in inter rows. Mowing was usually carried out in the days of removing and installing sticky traps. On 25.06.2022, more than 200 specimens of this species were caught with 100 strokes. The next mowing was carried out on 16.07.2022; the number of specimens in the selected sample was also equal to 0, same with the situation of sticky traps. The peak of the capture occurred at the end of June, and specimens were abundant both inside and outside the vineyards, thus the results obtained from the sticky traps and from the mowing were similar. The literature review clarified the situation a bit. Phytoplasma disease Bois noir in European vineyards is caused by phytoplasma, that is mainly transmitted by the planthopper *H. obsoletus*. There are two main molecular types of phytoplasma, which may be found on *Convolvulus arvensis* L. and *Urtica dioica* L., respectively. In summer, *H. obsoletus* females lay eggs on the ground near the roots of their herbaceous hosts, and nymphs complete their development from late summer to the next spring. However, in field bindweed and stinging nettle plants, the phenology of *H. obsoletus* is different. According to the results obtained by the authors, it was observed that adult emergence begins earlier on *C. arvensis* than on *U. dioica*, which were conformed with the results from different European countries, such as Italy, Germany and Serbia (Mori et al., 2020).

Since only *C. arvensis* was present at the experimental site, we did not have the opportunity to compare the spatial distribution and phenology of *H. obsoletus* adults between inside and outside the vineyards in relation to the presence of the two herbaceous host plants.



**Figure 5.** General view of the experimental site and the border area, 11.06.2022.

Image source: Grozdeva S.

The species *Japananus hyalinus* has attracted authors' attention because it has been observed in vineyards, since, according to literature data, the species is monophagous and prefers different species of Maple (*Acer* sp.) (Гроздева, 2022). The dry conditions of year 2022 and the absence of maples nearby could be the reason, that leafhopper expanded the range of its host plants. It is too early at this stage to make any conclusions, but further researches should be carried out in this direction in order to clarify the behavior of this adventive leafhopper species the climatic conditions of the Republic of Moldova.

Literature data indicate that such species as: *Reptalus panzeri*, *Reptalus quiquecostatus*, *Cixius wagneri* are potential causal agents of *Bois Noir Phytoplasma* (Chireceanu, 2016).

## CONCLUSIONS

Research data presented in this study highlighted the presence of a consistent number of plant and leafhopper insects on the grapevines established in the south of the Republic of Moldova. These results are in accordance with many other results recorded by the literature presenting this agro-ecosystem as a suitable host for a large range of species of Auchenorrhyncha.

During the growing season of 2022, at least 27 hopper species from 4 families were identified in the vineyards, most of which being the representatives of the Cicadellidae family – 21 species. The species *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932), *Japananus hyalinus* (Osborn, 1900), *Scaphoideus titanus* (Ball, 1932) and *Stictocephala bisonia* (Kopp & Yonke, 1977) are adventive species imported from Asia and North America.

There are also many other types of weeds in the vineyards, which compete with the grape plants and serve as food for harmful insects, mites and nematodes, including disease vectors.

Therefore, this study provides basic information about the species presence and diversity of the Auchenorrhyncha fauna collected in the vineyards established in Congaz village, Comrat district.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the owners of vineyards, Mihail Grozdev and Ivan Uzun, for the permission to use them and for the support in data collection.

The research was carried out with the financial support of the project Nr. 20.80009.7007.02. "Evolutionary changes of economically important terrestrial fauna, of rare and protected species under anthropogenic and climatic changes".

## REFERENCES

1. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova (2011). Recensământul General Agricol 2011: Studiu tematic privind domeniul viniviticol în Republica Moldova, © 2023 Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova [accesat 9.01.2023]. Disponibil: [https://statistica.gov.md/ro/recensamintul-general-agricol-2011-9690\\_59495.html](https://statistica.gov.md/ro/recensamintul-general-agricol-2011-9690_59495.html)
2. CHIRECEANU, C. (2016). Fitoplasmoze la vița-de-vie. București: Oscar Print, 2016. 31 p. ISBN 978-973-668-438-8.
3. CHIRECEANU, C., BOSOI, M., PODRUMAR, T., GHICA, M., TEODORU, A., CHIRILOAIE-PALADE, A., ZAHARIA, R. (2020). Invasive insect species detected on grapevines in Romania during 2016-2019 and first record of *Erasmoneura vulnerata* (Fitch, 1851) (Hemiptera: Cicadellidae). In: Acta zoologica Bulgarica, vol. 72(4), pp. 649-659. ISSN 2603-3798.
4. CHIRECEANU, C., NEDELCEA, D., SELJAK, G. (2019). First record of the Japanese grape leafhopper *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae) from Romania. In: Bulletin OEPP, vol. 49(2), pp. 391-397. ISSN 0250-8052. <http://doi.org/10.1111/epp.12585>
5. CHIRECEANU, C., TEODORU, A., MIHU, G., PORDUMAR, T., PUȘCALĂU, M., DOBROMIR, D. (2022). Abundance and diversity of Auchenorrhyncha species in vineyards from Romania. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. 66(1), pp. 268-276. ISSN 2286-1580.
6. GNEZDILOV, V.M., SUGONYAEV, E.S., ARTOKHIN, K.S. (2008). *Arboridia kakogawana*: a new pest of grapevine in southern Russia. In: Bulletin of Insectology, vol. 61(1), pp. 203-204.
7. HAUSTOV, E., BONDARCIUC, V. (2021). *Hyalesthes obsoletus* is an active vector of Wood blackening in the Republic of Moldova. In: BIO Web of Conferences, vol. 34. <http://doi.org/10.1051/bio-conf/20213404020>
8. MARTYNOV, V., NIKULINA, T. (2019a). *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 (Hemiptera: Cicadellidae) - a new invasive pest of grapes on the territory of the Donbass. In: Plant Biology and Horticulture theory innovation, no. 4(153), c. 49-57. <http://doi.org/10.36305/2019-4-153-49-57>
9. MARTYNOV, V., NIKULINA, T., GUBIN, A., MESHCHERYAKOVA, I. (2019b). *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybyinae) a new invasive grapevine pest in Donbass. Subtropical and Ornamental Horticulture, no. 68, c. 208-215.
10. MORI, N., CARGNUS, E., MARTINI, M., PAVAN, F. (2020). Relationships between *Hyalesthes obsoletus*, Its Herbaceous Hosts and Bois Noir Epidemiology in Northern Italian Vineyards. In: Insects, vol. 11(9). <http://doi.org/10.3390/insects11090606>
11. TIMUȘ, A., MIHAILOV, I., POPA, L. (2013). Focare noi de *Scaphoideus titanus* (Homoptera, Cicadellidae) în cultura viței-de-vie din Republica Moldova. In: Agrobuletin, nr. 3,4(17), pp. 61-66. ISSN 2066-6179.
12. АНУФРИЕВ, Г.А. и др. (1988). Подотряд Cicadinea (Auchenorrhyncha) - Цикадовые. В: Определитель насекомых Дальнего востока СССР. Т.2: Равнокрылые и полужесткокрылые. Ленинград: Наука, с. 12-495. ISBN 5-02-025623-4.
13. БОНДАРЧУК, В., ХАУСТОВ, Е. (2020). Фитоплазмоз виноградной лозы в Молдове, © 2017-2023. Agroexpert.md. [дата обращения 17 октября 2021]. Disponibil: <https://agroexpert.md/rus/agromenedzhment/fitoplazmoz-vinogradnoy-lozy-v-moldove>
14. ГРОЗДЕВА, Светлана (2022). Адвентивные виды цикадовых (Hemiptera: Auchenorrhyncha) в Республике Молдова. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, nr. 1(345), pp. 71-78. ISSN 1857-064X. <http://doi.org/10.52388/1857-064X.2022.1.09>
15. ЕМЕЛЬЯНОВ, А.Ф. (1964). Подотряд Cicadinea (Auchenorrhyncha) – Цикадовые. В: Определитель насекомых в европейской части СССР. Т.1: Низшие, древнекрылые, с неполным превращением. Москва-Ленинград: Наука, 1964, с. 337-437.

16. ЕМЕЛЬЯНОВ, А.Ф. (2015). Цикадовые семейства Cixiidae России и сопредельных территорий. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 253 с. ISBN 978-5-9906895-0-3.
17. РАДИОНОВСКАЯ, Я.Э., ДИДЕНКО, Л.В. (2015). Изучение видового разнообразия цикадовых (Auchenorrhyncha) на виноградных насаждениях Крыма. В: Научные труды Северо-Кавказского Зонального Научно-Исследовательского Института Садоводства И Виноградарства, т. 8, с. 205-215.
18. ХАУСТОВ, Е.И., ДУБЧАК, М.В., БОНДАРЧУК, В.В. (2020). Почернение древесины - фитоплазменное заболевание винограда в РЕСПУБЛИКЕ Молдова. В: Русский виноград, т. 12, с. 33-40.

#### **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 6 April 2023; Accepted 18 May 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.09  
UDC: 633.11:631.527:581.19



## VARIABILITY OF PERFORMANCE AND YIELD CONSTITUENTS IN WINTER BREAD WHEAT ACCESSIONS

Julia CHERNOBAI<sup>1\*</sup>, ORCID: 0009-0000-3745-5250,  
Viktor RIABCHUN<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-2285-9452

<sup>1</sup>Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev  
of National Academy of Agrarian Science of Ukraine, Ukraine

Author for corresponding: Julia CHERNOBAI - e-mail: [juliaonishchenko2112@gmail.com](mailto:juliaonishchenko2112@gmail.com)

**Abstract.** This paper is focused on the study of the performance constituent variability in 104 new winter bread wheat cultivars from 10 countries worldwide, which was carried out in 2016-2019 at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS of Ukraine. Research results revealed that spike length was the least variable parameter depending on the growing conditions (CV = 2.0–19.2%) and that the following characteristics responded most strongly to changes in the growing conditions: kernel number per spike (CV = 3.5–30.6%), spike weight (CV = 2.3–47.1%), and kernel weight per spike (CV = 1.2–55.1%). According to the variability degree, it was established that cv. Ladyzhynka, Polianka, and Apertus were most responsive to changes in the growing conditions, while cv. Dobirna, Darynka Kyivska, MIP Asol, and Cappelle Desprez were stable in terms of expression of the performance constituents and yield.

**Key words:** winter bread wheat, spike performance constituents, yield, variability.

### INTRODUCTION

Wheat with its annual gross harvest of over 780 million tons has become one of the main cereals in the world (USDA, 2022). In our country, wheat has long had the absolute dominant position as the main cereal, satisfying primarily bakery needs. Therefore, performance increasing is one of the mainstreams in winter bread wheat breeding. The yield potential of a cultivar is always used as its most important characteristic; therefore, studies of performance constituents and their influence on yield have been conducted for a long time.

Hence, the creation of highly productive wheat cultivars is the ultimate objective of every breeder, as performance increasing is one of the most difficult challenges associated with its considerable complexity and entanglements.

The yield amount, the most important feature of bread wheat, is determined by plant performance and density. Spike length, spikelet and kernel numbers per spike, spike weight, kernel weight per spike, and thousand kernel weight (TKW) represent the most important constituents of the bread wheat performance. Their expression depends on the genetic characteristics of a cultivar, farming techniques, and weather factors (Tishenko et al., 2018).

Zhemela and Bahan (2007) reported that a very strong variability was intrinsic to the spike length, depending on the weather during the formation of spike parts. Alabushev (2013) also believed that the spike length depended on cultivar features, but that meteorological conditions had a greater impact on this characteristic. However, the data presented by Burlachenko and Sydorova (2022) attested to a slight variability of this characteristic.

The spikelet number per spike is characterized by insignificant variability; the coefficients of variation for this trait expression in the studied cultivars did not exceed 10%, which was confirmed in a study by Lozinskyi (2018). At the same time, according to Bazalii and Boichuk's data (2016), the kernel number per spike depended on the spikelet number and fertile flower number, which greatly decreased under the influence of environmental conditions, causing significant variations in the kernel number per spike.

The kernel number per spike is closely associated with yield and determined by environmental conditions; Khomenko and Shtanko (2019) published data suggesting that there might be considerable variations in this trait. In a study carried out by Bahan et al. (2012), the kernel number per spike represented a significantly variable parameter, with the coefficient of variation of 20.0–25.2%.

The kernel weight per spike is another important constituent of the plant performance. It depends on many factors, in particular on the spike length, kernel number per spike and spike size (test weight), as well as on cultivation conditions, and many scientists demonstrated that enhancement in this characteristic expression was one of the most effective ways to breed more productive wheat cultivars (Orlyuk, 2012).

From Blyzniuk et al.'s data (2019), it is known that TKW depended not only on characteristics of a cultivar, but also on environmental conditions during the growing period and farming techniques. Demydov et al. (2021) found a considerable variability of this parameter depending on hydrothermal conditions. Environmental conditions had also the greatest impact on this parameter according to the experiments performed by Kolomiiets, et al. (2012), Skudra and Ruža (2016), Twizerimana et. al. (2020). However, according to the results obtained by Li et al. (2021), TKW was more dependent on genotype.

Although information on this issue is widely available from studies of many scientists, it is ambivalent. Hence, studies on the variability of the spike performance and yield of new winter bread cultivars are relevant.

Our purpose was to study the variability of spike performance and yield of winter bread wheat.

## **MATERIALS AND METHODS**

The study was carried out in the Laboratory of Genetic Resources of Cereals of the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS of Ukraine in 2016–2019. One hundred and four new winter bread wheat cultivars from 10 countries worldwide were studied. The largest number of cultivars were bred in Ukraine (66), much fewer in Russia (16), Germany (10), Kyrgyzstan (3), Turkey, Romania and France (2 in each), Azerbaijan, Slovakia and Hungary (1 in each).

The cultivars were sown in the experimental fields of scientific crop rotation of the Institute. The soil was black soil. Bare fallow preceded winter bread wheat. The farming techniques were conventional for the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The cultivars were evaluated by traditional methods (Dosphehov, 1985; Studying the World Collection of Wheat, 1984; Merezko et al., 1999) and in compliance with „CMEA Extended Harmonized Classifier of the genus *Triticum* L.” (1989). The cultivars were sown at the seeding rate of 450 seeds/m<sup>2</sup> to a depth of 4–6 cm within the optimal timeframe with a SN-10Ts-01 planter in three replications with a plot area of 2 m<sup>2</sup>. The inter-row distance was 15 cm. Bunchuk was taken as the control cultivar for the intensive and universal groups; Podolianka was the control cultivar for the semi-intensive accessions. The check cultivars were sown between every 20 accessions.

For structural analysis of spikes, material was gathered 1-2 days prior to harvesting for further measurements in the laboratory (spike length, spikelet number per spike, spike weight, kernel weight and number per spike, TKW). The following parameters were calculated from the obtained data: spike density (spikelet number/spike length \* 10) and spike performance index (kernel weight per spike/spike weight).

The coefficient of variation was calculated using the following formula:

$$V = \sigma / M \times 100 \%,$$

Where:  $\sigma$  – standard deviation;

M – arithmetic mean.

Variability is considered low if the coefficient of variation (CV) does not exceed 10%, medium if  $20\% < CV < 10\%$ , and high if CV is higher than 20%.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The weather varied in the study years. September in 2016 and 2018 had less precipitation (14.7 and 35.5 mm, respectively) compared to the multi-year average (43.5 mm), which negatively affected the emergence, making sprouts uneven. In September 2017, 90.5 mm fell, contributing to the uniform emergence of seedlings on day 10 (Table 1).

Winter wheat plant ceased to vegetate during the tillering phase in November: within the second 10 days in 2016 and 2018, and within the third 10 days in 2017. Vegetation resumed within the third 10 days of March in 2017 and 2019 and in the first 10 days of April in 2018.

May, the month when the vast majority of the cultivars began to form spikes, had a sufficient amount of precipitation (35.6, 43.4, and 50.9 mm in 2017, 2018, and 2019, respectively); temperature in May was 0.7°C lower than the multi-year average in 2017 and 3.8 and 2.3°C higher in 2018 and 2019, respectively.

**Table 1.** Weather during the growing period of winter bread wheat

Month	Temperature, °C				Precipitation, mm			
	2016-2017	2017-2018	2018-2019	Multi-year average	2016-2017	2017-2018	2018-2019	Multi-year average
September	14.9	17.7	18.9	14.5	14.7	90.5	35.5	43.5
October	6.8	8.5	11.4	7.5	52.8	44.3	19.1	39.32
November	0.1	1.1	-0.6	0.6	67.3	60.5	20.8	43.0
December	-5.5	2.4	-3.5	-3.7	48.1	62.9	76.5	43.5
January	-6.5	-3.8	-5.1	-6.5	34.5	48.0	49.8	38.3
February	-4.3	-5.6	-0.8	-5.8	19.5	35.9	4.4	30.5
March	5.1	-3.4	4.2	-0.3	24.5	109.3	7.9	28.3
April	9.5	12.4	11.5	9.6	41.0	20.1	44.5	35.5
May	15.4	19.9	18.4	16.1	35.6	50.9	43.4	43.7
June	20.4	21.6	24.8	20.2	18.6	43.5	15.2	63.3
July	21.7	23.0	21.4	21.4	31.6	28.7	38.8	71.7

During the seed setting, filling and ripening, the temperature was 20.4 and 21.7°C in June and July 2017, respectively; in June and July 2018 – 21.6 and 23.0°C, respectively; and in 2019 – 24.8 and 21.4°C, respectively. The multi-year averages are 20.2 and 21.4°C in June and July, respectively. The precipitation amount in June and July 2017 was 18.6



and 31.6 mm, in 2018 – 43.5 and 28.7 mm, and in 2019 – 15.2 and 38.8 mm, respectively. The multi-year average precipitation amounts are 63.3 and 71.7 mm in June and July, respectively. The weather during this period in 2018 and 2019 was somewhat similar and resulted in shorter spikes with fewer kernels per spike, with less fullness compared to those in 2017.

Therefore, 2017 was more favorable for winter bread wheat cultivation than 2018 and 2019.

Having analyzed spike performance and its constituents in the winter bread wheat accessions under investigation, it was found out that, on average across the study years, SWW 1-904 (TUR) formed the longest spikes (13.5 cm) and Viglanka (SVK) – the shortest ones (7.3 cm). The mean values in the control cultivars, Bunchuk and Podolianka, were 8.3 and 8.7 cm, respectively.

SWW 1-904 (TUR) had the greatest number of spikelets per spike (21.7), and Polianka (UKR) had the smallest number of spikelets per spike (14.7). In the control cultivars, Bunchuk and Podolianka, this parameter was 18.4 and 18.5, respectively.

The highest spike density among the studied cultivars was noted in cv. Zluka (UKR) (25.0 spikelets/10 cm), and the loosest spike was recorded by Chornozerka cultivar (UKR) (15.2 spikelets/10 cm).

In the control cultivars, Bunchuk and Podolianka, this characteristic was 21.3 and 22.5 spikelets/10 cm, respectively.

SWW 1-904 (TUR) had the greatest number of kernels per spike (66), and Obriad (UKR) – the smallest number of kernels per spike (34 pcs). The control cultivars, Bunchuk and Podolianka, had 43 and 49 kernels per spike, respectively (Table 2).

**Table 2.** Bread winter wheat spike performance constituents and yield, 2017-2019

Accession, country of origin	Spike length, cm	Spikelet number per spike	Spike density, spikelets/10 cm	Kernel number per spike	Spike weight, g	Kernel weight per spike, g	TKW, g	Performance index	Yield, g/m <sup>2</sup>
Intensive, universal									
Bunchuk, control cv.	8.3	18.4	22.5	49	2.2	1.8	36.9	0.80	691
Polianka, UKR	8.4	14.7	17.4	40	2.7	1.9	45.8	0.72	624
Obriad, UKR	7.6	15.9	20.9	34	2.0	1.5	42.3	0.72	749
Hnom, UKR	8.3	16.4	19.8	42	1.9	1.5	36.6	0.79	477
Yunona, RUS	7.7	17.4	22.2	53	2.4	1.9	36.4	0.82	641
Kuma, RUS	8.6	16.2	18.9	41	2.0	1.7	41.0	0.82	570
Vid, RUS	7.7	16.7	21.6	40	2.5	1.7	39.4	0.68	740
SWW 1-904, TUR	13.5	21.7	16.1	66	4.2	3.4	54.2	0.80	433
Viglanka, SVK	7.3	18.1	24.7	45	2.6	2.1	45.8	0.80	712
Gneys, KGZ	9.2	18.8	20.5	51	2.3	1.8	33.4	0.75	601
Semi-intensive									
Podolianka, control cv..	8.7	18.5	21.3	43	2.5	2.1	47.8	0.81	693
Zluka, UKR	7.7	19.3	25.0	41	2.6	2.0	48.8	0.77	711
Serpanok Kyivskyi, UKR	9.4	17.2	18.4	49	2.9	2.4	48.8	0.82	764
Chornozerka, UKR	11.9	18.0	15.2	47	2.9	2.2	46.2	0.76	574
Darynka Kyivska, UKR	8.7	16.1	18.4	42	2.5	1.8	46.7	0.71	903

SWW 1-904 (TUR) had the highest weight of the spike and the kernel weight per spike (4.2 g and 3.4 g, respectively), and the smallest values of these traits were recorded for Hnom (UKR) (1.9 g and 1.5 g, respectively). As to the control cultivars, these parameters were 2.2 g and 1.8 g in Bunchuk, respectively, and 2.5 g and 2.1 g in Podolianka, respectively.

The greatest TKW was recorded for SWW 1-904 (TUR) (54.2 g), and the smallest – for Gneys (KGZ) (33.4 g). In the control cultivars, the corresponding values were as follows: Bunchuk – 36.9 g, Podolianka – 47.8 g.

The highest value of the spike performance index was observed in cv. Serpanok Kyivskiyi (UKR), Yunona (RUS), Kuma (RUS) (0.82), while the lowest index was noted for Vid (RUS) (0.68). The control cultivars, Bunchuk and Podolianka, had the index of 0.8 and 0.81, respectively.

Among the studied cultivars, the semi-intensive cv. Darinka Kyivska (UKR) gave the highest yield (903 g/m<sup>2</sup>), and SWW 1-904 (TUR) was the most low-yielding accession (433 g/m<sup>2</sup>). The control cultivars, Bunchuk and Podolianka, yielded 691 g/m<sup>2</sup> and 693 g/m<sup>2</sup>, respectively.

Having evaluated the variations of the spike performance and its constituents, it was established that a slight variability of the spike length was typical for more than half of the cultivars (53). The lowest coefficients of variation were recorded for cv. Colonia (FRA) (2.0%), Viglanka (SVK) (2.1%), MIP Asol (UKR) and Dobirna (UKR) (2.3%), Darynka Kyivska (UKR) (2.4%), Gubernator (RUS) and Petrovchanka (RUS) (3.1%). The remaining cultivars (51) showed a moderate variability of this characteristic (Table 3).

The variability of the spikelet number per spike was recorded by 80 cultivars; the lowest values of this trait were recorded by Darynka Kyivska (UKR) (0.7%), Viglanka (SVK) Adele (RUS) (0.8%), and Colonia (FRA) (0.9%). In 24 cultivars, this trait was moderately variable.

**Table 3.** Variability of the winter bread wheat cultivars by spike performance constituents and yield, 2017-2019

Parameter	Number of accessions		
	CV ≤ 10 %	CV 10–20 %	CV ≥ 20%
Spike length	53	51	-
Spikelet number per spike	80	24	-
Spike density	98	6	-
Kernel number per spike	2	48	54
Spike weight	12	12	80
Kernel weight per spike	11	1	92
TKW	50	50	4
Spike performance index	89	15	-
Yield	53	38	13

Spike density in the majority of cultivars (98) showed a low variability; moderate variability of this characteristic was seen in 6 accessions: Fito 542/14 (UKR) (10.2%), Estivus (DEU) (10.6%), Petrovchanka (RUS) (11.3%), Khyst (UKR) (13.3%), and Sotnytsia (UKR) (13.9%).

Cv. Adel (RUS) and Colonia (FRA) showed a low variability of the kernel number per spike (5.0% and 7.1%, respectively). A moderate variability was observed in 48 cultivars, and a high variability – 54 cultivars. Cv. Ortegus and Ponticus (DEU) had the highest coefficient of variation (30.6 and 29.9%, respectively).

The variability of the spike weight and the kernel weight per spike was significant in most of the cultivars, amounting to 20.2–47.1% and 20.1–55.1%, respectively.

The TKW was found to be low-variable in 50 cultivars; the same number of cultivars showed a moderate variability of this characteristic. A high variability was observed in cv. Lehenda Myronivska (UKR) (21.4%), Colonia (FRA) (21.6%), and Talisman (UKR) (21.7%).

The variability of the spike performance index in the majority of cultivars (89) was low (0.3–9.8%). A moderate variability (10.2–16.3%) was observed in the remaining cultivars. The yield was low variable in 53 cultivars, with the lowest coefficients of variation in cv. Colonia (FRA) (1.2%), Feonia (RUS) (1.2%), Obriad (UKR) (1.7%), and Lebidka Odeska (UKR) (1.9%). The highest variation coefficients of the spike performance, indicating a significant variability, were recorded by cv. Apertus (DEU) (34.2%), Arktis (DEU) (26.7%), SWW 1-904 (TUR) (26.7%), and Dalnytska (UKR) (26.0%).

As for the spike performance constituents and yield, the most variable cultivars were Ladyzhynka (CV = 6.88–49.2%), Polianka (CV = 5.59–48.3%), Apertus (CV = 3.27–55.1%), while the least variable ones – Dobirna (CV = 0.80–14.8%), Darynka Kyivska (CV = 0.72–13.1%), MIP Asol (CV = 2.29–14.4 %) and Cappelle Despez (CV = 1.13–11.9 %).

Thus, cv. Ladyzhynka, Polianka, and Apertus are the most responsive to changes in the growing conditions, while cv. Dobirna, Darynka Kyivska, MIP Asol, and Cappelle Despez are stable in terms of expression of the spike performance constituents and yield.

## CONCLUSIONS

Research results established that the spikelet number per spike, spike density, and spike performance index showed the smallest variations year-to-year in the winter bread wheat cultivars. In the vast majority of cultivars, the coefficient of variation was low (<10%). Kernel number per spike, spike weight, kernel weight per spike turned out to be the traits that responded most strongly to changes in the growing conditions. Cv. Ladyzhynka, Polianka, and Apertus were revealed to be most responsive to changes in the growing conditions, while Dobirna, Darynka Kyivska, MIP Asol, and Cappelle Despez were stable in terms of expression of the performance constituents and yield. The semi-intensive cv. Darynka Kyivska distinguished itself by combining a high yield (903 g/m<sup>2</sup>) with stable expression the spike performance constituents and yield stability (CV = 0.72–13.1%).

## REFERENCES

1. ALABUSHEV, A. (2013). Adaptive potential of cereal varieties [Адаптивный потенциал сортов зерновых культур]. In: Зернобобовые и крупяные культуры, № 2(6), с. 47-51. ISSN 2309-348X. Russian.
2. БАНАН, А., ЮРЧЕНКО, С., ШАКАЛИЙ, С. (2012). Variability of the progeny from different morphological parts of the spike in winter wheat varieties by quantitative characteristics [Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками]. В: Вісник Полтавської Державної Аграрної Академії, №4, с. 33-35. ISSN 2415-3362. Ukrainian.
3. БАЗАЛИЙ, В., ВОЙЧУК, І. (2016). Agroecological assessment of winter bread wheat varieties and their use as starting material in adaptive breeding [Агроекологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції]. Херсон: Гринь, с. 216. 175 с. Ukrainian.
4. BLYZNIUK, B. et al. (2019). Influence of agroecological factors and varietal features on winter bread wheat grain yield and quality [Вплив агроекологічних чинників і сортових особливостей на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої]. В: Агроекологічний журнал, №1, с. 62-73. Ukrainian.
5. BURLACHENKO, D., SYDOROVA, I. (2022). Variability of spike length in soft winter wheat hybrids [Мінливість довжини колосу у гібридів пшениці м'якої озимої]. В: Молодь – аграрній науці і виробництву. Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, 19 травня 2022 року. Біла Церква, с. 17-18. Ukrainian.

6. СМЕА extended harmonized classifier of the genus *Triticum* L. [Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L.] Санкт-Петербург: ВИР, 1989, 45 с. Russian.
7. DEMIDOV, O. et al. (2021). Мінливість маси 1000 зерен генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від екологічних і агротехнічних чинників [Variability of the thousand kernel weight in winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on environmental and agrotechnical factors]. В: Агроекологічний журнал, №3, с. 61-71. Ukrainian.
8. DOSPEKHOV, B. (1985). Methodology of field experience [Методика полевого опыта]. 5 изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 351 с.
9. Enrichment, preservation in living state and investigation of the world collection of wheat, aegilops and triticale: Methodical instructions [Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: Методические указания]. Ред.: А.Ф. Мережко и др. Санкт-Петербург: ВИР, 1999. 82 с. Russian.
10. KHOMENKO, E., SHTANKO, I. (2019). Influence of genotype on the variability of the kernel number in the main ear of winter bread wheat varieties in the experimental field of the Educational and Production Center of Bila Tserkva NAU [Вплив генотипу на мінливість кількості зерен у головному колосі сортів пшениці м'якої озимої в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ]. В: «Новітні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: Матеріали доповідей державної науково-практичної конференції студентів, 18 квітня 2019 року. Біла Церква, с. 33-34. Ukrainian.
11. KOLOMIETS, L., KYRYLENKO, V., MARYNKA, S. (2012). Formation of adaptability indicators (yield, thousand kernel weight and test weight) in winter wheat lines depending on hydrothermal conditions in the Forest-Steppe of Ukraine [Формування показників адаптивності (урожайності, маси 1000 зерен та натури зерна) Ліній пшениці озимої залежно від гідротермічних умов у зоні Лісостепу України]. В: Селекція і насінництво, № 102, с. 22-29. ISSN 0582-5075. Ukrainian.
12. LI, S., WANG, L., MENG, Y., HAO, Y., XU, H., HAO, M., LAN, S., ZHANG, Y., LV, L., ZHANG, K. (2021) Dissection of Genetic Basis Underpinning Kernel Weight-Related Traits in Common Wheat. In: *Plants*, vol. 10 (4), pp. 713-727. <http://doi.org/10.3390/plants10040713>
13. LOZINSKYI, M. (2018). Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі. В: Агробіологія, № 1, с. 233-243. Ukrainian.
14. ORLYUK, A. (2012). Wheat genetics with breeding basics [Генетика пшениці з основами селекції]. Херсон: Айлант, 436 с. Ukrainian.
15. SKUDRA, I., RUŽA, A. (2016). Ziemas kviešu 1000 graudu masas un graudu tilpum masas ietekmējošo faktoru izvērtējums. In: *Līdzsvarota Lauksaimniecība: Zinātniski praktiskā konference*, Februāris 25-26, 2016, LLU, Jelgava, Latvija, pp. 217-219. ISBN 978-9984-48-215-6. Latvian.
16. TISHENKO, V., GUSENKOVA, O., SHANDIBA, V. (2018). Level of formation, variability and genetic communications of quantitative signs of varieties and lines of winter wheat [Рівень формування, мінливість та генетичні зв'язки кількісних ознак сортів та селекційних ліній пшениці озимої]. В: Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 1, с. 31-34. ISSN 2415-3362. <http://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.04>. Ukrainian.
17. TWIZERIMANA, A. et al. (2020). The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. In: *Agriculture*, vol. 10(5), pp. 153-173. Available: <http://doi.org/10.3390/agriculture10050153>.
18. USDA (2022). World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE): Report [online] [viewed 14.03.2023]. Available: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>.
19. ZHEMELA, G., BAHAN, A. (2007). Yield and performance constituents in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding material and their relationships [Урожайність та елементи продуктивності селекційного матеріалу пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) та зв'язок між ними]. В: Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, № 6, с. 59-66.

#### 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 4 April 2023; Accepted 5 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.10  
UDC: 66.047.31.5:663.26



## STUDIUL ASUPRA SISTEMULUI FIABIL PENTRU ÎNTREPRINDERILE SPECIALIZATE ÎN USCAREA SEMINTELOR

**Victor POPESCU**<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-4634-2255,  
**Oleg STIOPCA**<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0001-8357-5683,  
**Vitali VIȘANU**<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-2273-342X,  
**Dinu VOINESCO**<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0001-5004-0068,  
**Tatiana BALAN**<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-8897-105X,  
**Anatol CECAN**<sup>1</sup>, ORCID: 0009-0005-7584-0906,  
**Tatiana TODIRAȘ**<sup>1</sup>, ORCID: 0009-0004-6695-4808

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

\*Corespondență: Victor POPESCU – e-mail: [victor.popescu@ie.utm.md](mailto:victor.popescu@ie.utm.md)

**Abstract.** This paper presents the results of a study conducted on a highly reliable system for agricultural enterprises specialised in drying seeds. The proposed system is an electrical system with a high level of operational reliability and has been designed to carry out research on the identification of solutions for significantly increasing the efficiency of the drying process of various agricultural plant seeds using the suspended layer treatment method. The main results of the study on the use of the system proposed by the authors, both in laboratory and in real conditions in specialized enterprises, highlighted an essential increase of the operational reliability, energy efficiency, process quality, and productivity, as well as cost reduction.

**Key words:** Electrical system; Reliability level; Energy efficiency; Drying process.

**Rezumat.** În acest articol sunt prezentate rezultatele unui studiu realizat asupra sistemului cu fiabilitate înaltă, destinat întreprinderilor agricole specializate în uscarea semințelor. Modelul propus constituie un sistem electric, care are un nivel ridicat de siguranță în funcționare și a fost conceput pentru realizarea cercetărilor cu privire la identificarea soluțiilor referitoare la sporirea semnificativă a eficienței procesului de uscare a diferitor semințe de plante agricole, cu aplicarea metodei de tratare în strat suspendat. Rezultatele principale ale studiului efectuat privind utilizarea sistemului propus de autori, atât în condiții de laborator, cât și în condiții reale la întreprinderi specializate, sunt: sporirea fiabilității de funcționare, a eficienței energetice, a calității procesului, a productivității și reducerea costurilor.

**Cuvinte-cheie:** Sistem electric; Nivel de fiabilitate; Eficiență energetică; Proces de uscare.

### INTRODUCERE

La momentul actual, managementul eficient al complexului agroindustrial poate fi asigurat atât prin perfecționarea tehnologiilor existente, cât și prin elaborarea și implementarea noilor metode de procesare, bazate pe eficiență energetică înaltă (Paiva et al., 2020; Jajcevic et al., 2013). Cu toate acestea, efortul de cercetare și dezvoltare este absolut necesar pentru a soluționa o serie de probleme din domeniu și pentru identificarea procedeelelor noi de prelucrare tehnologică, îndeosebi pentru produsele agricole (Ranjbaran et al., 2014; Panzella, et al. 2020; Balan et al., 2022).

Trebuie de remarcat faptul că procesul de uscare este cel mai des întâlnit proces în industria produselor agricole, îndeosebi în industria de prelucrare primară a semințelor. Reieșind din aceasta, la momentul actual sunt utilizate o serie de metode de uscare, însă nici una nu este ideală sau perfectă, după cum indică cercetătorii din domeniu, astfel, fiecare din ele având dezavantajele sale (Pagotto et al., 2016; Esposito et al., 2020; Roberts et al., 2008; Popescu et al., 2019; Oliveira et al., 2016).

Este destul de important faptul, că, procesul de uscare trebuie să aibă loc strict până la atingerea umidității optime de păstrare a produsului, ca să frâneze dezvoltarea microorganismelor pe durata de păstrare (Figiel, 2010; Scram et al., 1993; Askarishahi et al., 2020, Popescu & Malai, 2019; Kaensup, 1998).

Una dintre problemele principale cu care se confruntă întreprinderile din domeniul uscării semințelor de plante agricole este cea a fiabilității de funcționare a utilajului care asigură procesul tehnologic (Jittanit et al., 2010, Popescu et al., 1993; Tirsu et al., 2022).

O altă problemă caracteristică proceselor de uscare a semințelor de plante agricole este durata mare de tratare termică, care în consecință, duce la diminuarea indicilor de calitate a produselor finite (Horabik et al., 2020). Problema dată se acutizează pentru cazul uscării produselor oleaginoase, care sunt bogate în acizi grași și sunt sensibile la procesele de prelucrare tehnologică (Pagotto & Halog, 2016).

Totodată, în afară de cele menționate, o altă problemă acută cu care se confruntă întreprinderile agricole din domeniu, este reducerea consumului de energie în procesul de uscare a semințelor (Paiva et al., 2022).

Astfel, pentru creșterea eficienței procesului de uscare a semințelor de plante agricole, a fost elaborat un sistem electric cu fiabilitate înaltă și în rezultatul cercetărilor în direcția identificării soluțiilor de eficientizare a procesului de uscare, au fost stabilite regimurile optime de tratare tehnologică, în baza procedurii de procesare termică în strat suspendat.

Așadar, rezultatele principale obținute privind aplicarea sistemului elaborat la uscarea semințelor de plante agricole sunt: sporirea semnificativă a fiabilității de funcționare și a vitezei procesului de uscare a semințelor, reducerea timpului de tratare termică și a consumului de energie electrică, creșterea calității semințelor și reducerea cheltuielilor de prelucrare.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Sistemul, elaborat pentru realizarea studiului experimental cu privire la uscarea semințelor de plante agricole, este prezentat în Figura 1.

Acest sistem permite cercetarea procesului de uscare a semințelor de diverse plante agricole, atât prin metoda clasică, cât și prin metoda propusă de autori – cu aplicarea tratării în strat suspendat.

Totodată, sistemul elaborat este suplinit cu mijloace tehnice de automatizare, care permit atât dirijarea automată a procesului, cât și monitorizarea riguroasă a parametrilor tehnologici.

În baza acestui sistem a fost estimată eficiența procesului de uscare cu aplicarea metodei propuse, iar rezultatele au fost comparate cu cele obținute prin metoda de uscare clasică.



**Figura 1.** *Prezentare foto a sistemului elaborat pentru studiul procesului de uscare a semințelor de plante agricole*

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul cercetării procesului de uscare a semințelor de plante agricole în baza sistemului elaborata fost stabilită cinetica de uscare și a fost comparată eficiența procesului de uscare prin metoda propusă, în raport cu procesul de uscare clasic.

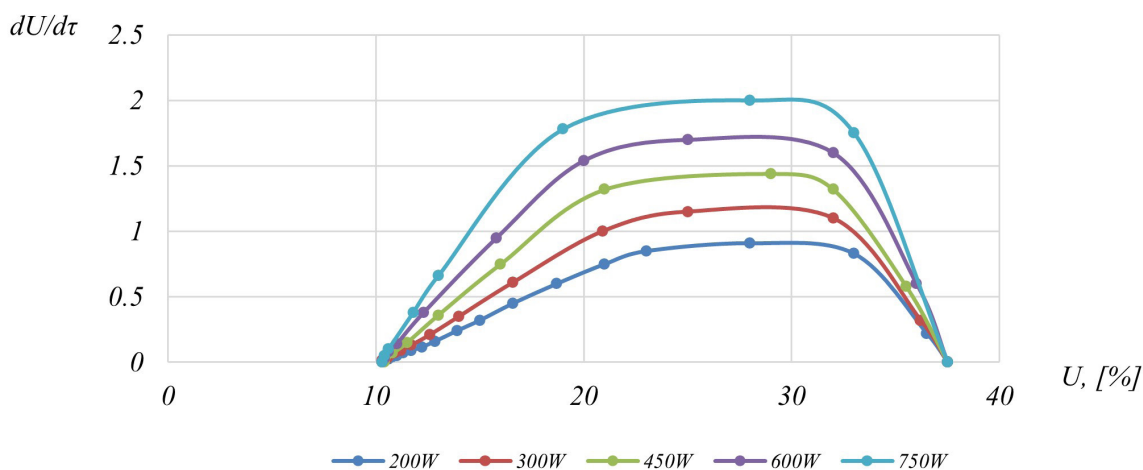
Astfel, s-au stabilit pentru fiecare metodă curbele reducerii umidității și, reieșind din seriile de experimente realizate pentru fiecare metodă, s-au obținut graficele vitezei de uscare.

În așa mod, s-a confirmat faptul că produsul finit, obținut în urma procesului de uscare tradițională, posedă o neuniformitate a uscării pe întregul volum, ceea ce influențează negativ calitățile organoleptice, iar uscarea cu aplicarea sistemului elaborat permite înlăturarea acestui neajuns.

Totodată, procesul tradițional de uscare a semințelor de plante agricole, are o viteză mai mică și necesită un timp mai mare pentru prelucrare, pe când procedeul propus de prelucrare oferă posibilitatea de a reduce semnificativ durata uscării.

Așadar, au fost examinate cinci regimuri de uscare a diferitor tipuri de semințe, atât prin metoda clasică, cât și prin metoda propusă, și anume: 200W, 300W, 450W, 600W, 750W. Respectiv, fiecare regim având o durată de 144 de minute, 114 minute, 84 de minute, 59 de minute, 39 de minute.

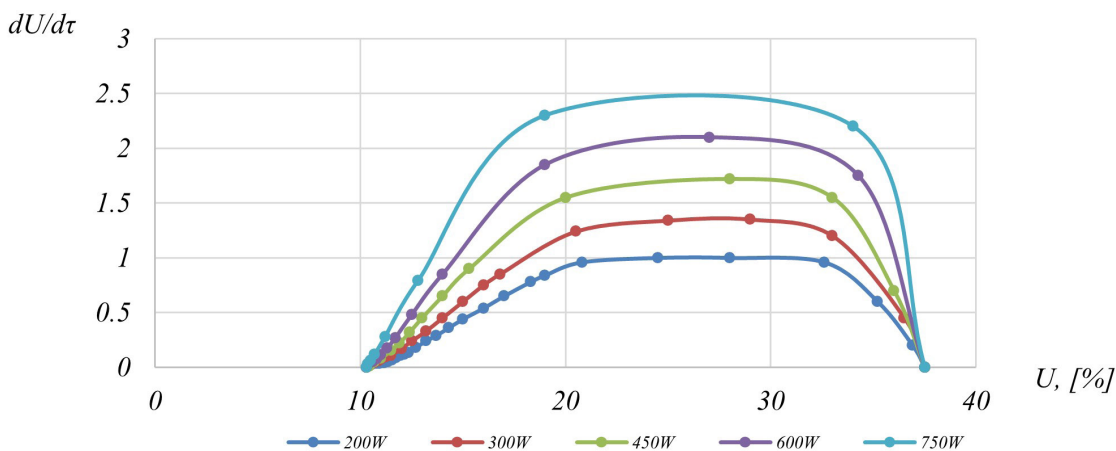
În figura 2, ca exemplu, sunt reprezentate grafic curbele de uscare prin metoda clasică, pentru fiecare regim tehnologic examinat, pentru un tip de produs sămânțos selectat arbitrar pentru exemplificare.



**Figura 2.** Curbele vitezei de uscare a semințelor prin metoda clasică

Astfel s-a demonstrat că viteza maximă de uscare prin această metodă, pentru regimul cel mai intens cu puterea de 750W, este de 2 %/min.

În figura 3 se reprezintă curbele reducerii umidității în timp la uscarea prin metoda propusă, pentru același tip de produs sămânțos selectat pentru exemplificare și, la fel, pentru aceleași cinci regimuri de uscare examinate: 200W, 300W, 450W, 600W, 750W. Respectiv, fiecare regim având o durată de 99 de minute, 74 de minute, 49 de minute, 39 de minute, 29 de minute.



**Figura 3.** Curbele vitezei de uscare a semințelor prin metoda propusă

Așadar, rezultatele obținute au demonstrat că, viteza maximă de uscare prin această metodă, pentru regimul cel mai intens cu puterea de 750W, este de 2,5 %/min.

Totodată, s-a stabilit că regimul optim de tratare tehnologică este de 450W, deoarece pentru regimurile cu intensitate mai mică, este necesar un timp mai mare de prelucrare, ceea ce afectează calitatea semințelor, din cauza oxidării substanțelor sensibile pe duratele mai mari de procesare, iar pentru regimurile cu intensitate mai mare de tratare, se formează fisuri în stratul superficial al semințelor, ceea ce intensifică și mai mult procesul de oxidare.

Examinând rezultatele obținute, observăm că la uscarea prin metoda propusă, pentru regimul optim de tratare tehnologică, durata de uscare este mai redusă decât la metoda clasică cu circa 41,4%.



Trebuie de evidențiat faptul că la uscarea cu aplicarea sistemului elaborat consumul de energie electrică este mai redus decât la uscarea prin metoda clasică cu circa 40,9%, iar pe parcursul funcționării în perioada de 5 ani, atât pe durata realizării cercetărilor de laborator, cât și în condiții reale, la întreprinderi specializate, sistemul a demonstrat o fiabilitate sporită, fără nici un refuz în procesul de funcționare.

Mai mult decât atât, cercetările au confirmat că metoda propusă permite asigurarea păstrării calității semințelor bogate în uleiuri vegetale și pot fi ulterior utilizate eficient în industria alimentară, medicina tradițională, cosmetologie, farmaceutică etc.

## CONCLUZII

Studiul realizat a demonstrat că aplicarea sistemului elaborat la uscarea semințelor de diverse plante agricole permite creșterea vitezei procesului pentru fiecare regim de tratare examinat.

În baza rezultatelor cercetărilor efectuate s-a constatat că sistemul propus oferă posibilitatea de a reduce durata de tratare termică cu circa 41,4%, asigurând astfel o creștere a productivității și a calității semințelor procesate.

Mai mult ca atât, sistemul elaborat are o fiabilitate înaltă și un consum mai redus de energie electrică cu circa 40,9%, fapt ce permite micșorarea semnificativă a cheltuielilor de exploatare a sistemului în procesul de uscare a semințelor.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ASKARISHAHI, M., MAUS, M., SCHRÖDER, D., SLADE, D., MARTINETZ, M., JAJCEVIC, D. (2020). Mechanistic modelling of fluid bed granulation. In: *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 573, pp. 8837-8845. <http://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118837>
2. BALAN, Mihail, ȚILINSKAIA, Natalia, VIȘANU, Vitali, MELENCIUC, Mihail, POPESCU, Victor (2022). Device for uniform air distribution in a tunnel dryer. In: *Modern Technologies, in the Food Industry – 2022: proceedings of the International Conference, 20-22 October 2022, Chisinau*, pp. 17-19. ISBN 978-9975-45-851-1.
3. ESPOSITO, B., SESSA, M., SICA, D., MALANDRINO, O. (2020). Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector: A Systematic Literature Review. In: *Sustainability*, vol. 12 (18), pp. 95-107. <http://doi.org/10.3390/su12187401>
4. FIGIEL, A. (2010). Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. In: *Journal of Food Engineering*, nr. 98, pp. 461-470.
5. JAJCEVIC, D., SIEGMANN, E., RADEKE, C., KHINAST, J. (2013). Large-scale CFD-DEM simulations of fluidized granular systems. In: *Chemical Engineering Science*, vol. 98, pp. 298-310. <http://doi.org/10.1016/j.ces.2013.05.014>
6. JITTANIT, W., SRZEDNICKI, G., DRISCOLL, R. (2010). Seed Drying in Fluidized and Spouted Bed Dryers. In: *Drying Technology*, vol. 28 (10), pp. 1213-1219. <http://doi.org/10.1080/07373937.2010.483048>
7. HORABIK, J., MOLENDIA, M. (2016). Parameters and contact models for DEM simulations of agricultural granular materials: A review. In: *Biosystems Engineering*, vol. 147(2), pp. 206-225. <http://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.02.017>
8. KAENSUP, W., WONGWISES, S., CHUTIMA, S. (1998). Drying of pepper seeds using a combined microwave/fluidized bed dryer. In: *Drying Technology*, vol. 16 (3-5), pp. 853-862. <http://doi.org/10.1080/07373939808917440>
9. OLIVEIRA, S., BRANDÃO, T., SILVA, C. (2016). Influence of drying processes and pretreatments on nutritional and bioactive characteristics of dried vegetables: a review. In: *Food Engineering Reviews*, vol. 8 (2), pp. 134-163.
10. PAIVA, T., RIBEIRO, M., COUTINHO, P. (2020). R&D Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation in R&D. In: *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 6, nr. 4, pp. 416-424. <http://doi.org/10.3390/joitmc6040116>

11. PANZELLA, L., MOCCIA, F., NASTI, R., MARZORATI, S., VEROTTA, L., NAPOLITANO, A. (2020). Bioactive Phenolic Compounds From Agri-Food Wastes: An Update on Green and Sustainable Extraction Methodologies. In: *Frontiers in Nutrition*, vol. 7, pp. 60-68. <http://doi.org/10.3389/fnut.2020.00060>
12. PAGOTTO, M., HALOG, A. (2016). Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: an application of input-output oriented approaches for analyzing resource efficiency and competitiveness potential. In: *Journal of Industrial Ecology*, vol. 20, nr. 5, pp. 1176-1186. <http://doi.org/10.1111/jiec.12373>
13. POPESCU, Victor, MALAI, Leonid (2019). Estimarea parametrilor sistemului fiabil pentru prelucrarea produselor agricole. In: *Știința agricolă*, nr. 2, pp. 109-113. ISSN 1857-0003.
14. POPESCU, V., MALAI, L., ROTARI, V., VOLCONOVICI, O. (2019). Reliable system for processing agricultural products. In: *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works - Design, production and exploitation of agricultural machines*, Issue 49, pp. 200-204. (In Russian)
15. POPESCU, V., POPA, A., BANTAȘ, R. (2013). Reliability analysis of systems for distribution of electricity. In: *Acta Electrotehnica*, vol. 54 (5), pp. 387-389.
16. POPESCU, V., TIRSU, M., TSISLINSCAIA, N., VISHANU, V., BALAN, M., MELENCHUK, M. (2022). Increasing the efficiency of the drying process of fruits treated using SHF method. In: *Problems of the Regional Energetics*, n. 3(55), pp. 130-139.
17. RANJBARAN, M., EMADI, B., ZARE, D. (2014). Simulation of Deep-Bed Paddy Drying Process and Performance. In: *Drying Technology*, vol. 32(8), pp. 919-934. <http://doi.org/10.1080/07373937.2013.875561>
18. ROBERTS, J., KIDD, D., PADILLA-ZAKOUR, O. (2008). Drying kinetics of grape seeds. In: *Journal of Food Engineering*, vol. 89 (4), pp. 460-465. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.05.030>
19. SCRAM, J., HALL, D., STUCKEY, D. (1993). Bioethanol from grapes in the European community. In: *Biomass and Bioenergy*, vol. 5 (5), pp. 347-358. [http://doi.org/10.1016/0961-9534\(93\)90014-U](http://doi.org/10.1016/0961-9534(93)90014-U)
20. TÎRȘU, Mihai, POPESCU, Victor, BALAN, Mihail, KURDOV, Igor, BALAN, Tatiana, ROTARI, Viorel (2022). Fluidized Bed Seed Dewatering System. In: *Problems of the Regional Energetics*, n. 2 (54), p. 114-122. <http://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.2-54.10>
21. TSUJI, Y., KAWAGUCHI, T., TANAKA, T. (1993). Discrete particle simulation of two-dimensional fluidized bed. In: *Powder Technology*, vol. 77(1), pp. 79-87. [http://doi.org/10.1016/0032-5910\(93\)85010-7](http://doi.org/10.1016/0032-5910(93)85010-7)

### **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 10 May 2023; Accepted 14 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.11  
UDC: 658.567:664(495+479.25)



## STIMULATING CIRCULAR ECONOMY IN THE FOOD INDUSTRY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GOVERNANCE STRATEGIES IN GREECE AND ARMENIA

Davit MARKOSYAN<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-3388-9366,  
Vardan ALEKSANYAN<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-1352-0086

<sup>1</sup>Armenian National Agrarian University; /Panteion University of Social and Political Sciences, Armenia

<sup>2</sup>Department of Management and Business Administration, Yerevan State University, Armenia

\*Author for corresponding: Davit MARKOSYAN – e-mail: [davitzmarkosyan@gmail.com](mailto:davitzmarkosyan@gmail.com)

**Abstract.** The success of transformation to a circular economic model mainly depends on effective government interventions. The objective of this paper is to reveal the implementation schemes, actors in charge, and funding mechanisms of the circular economy action plan in Greece. Additionally, a comparison has been made concerning the waste management governance practices in Armenia given a few distinct political, social, economic and behavioral characteristics common to both countries. Special emphasis was put on the food industry, since it generates a large amount of waste annually with limited by-product valorization and recycling rate. A comprehensive document analysis has been conducted with deductive or concept-driven approach using the software Atlas.ti. Research results highlighted several deficiencies existing within the policy papers and a set of recommendations covering critical success factors such as education, finance, cooperation, market development, monitoring, and evaluation related to the system change were offered. By addressing these deficiencies, policymakers may ensure an environment conducive to circularity practices and facilitate the transition to a more sustainable and resource-efficient economy.

**Key words:** circular economy; governance; action plan; document analysis; waste management; food industry.

### INTRODUCTION

Under the global economic and environmental crisis, conventional production in almost all sectors needs to be replaced with a more sustainable and resource-efficient system (Dufroux et al., 2012). Particularly, the one-way trip of production to consumption, also known as the cradle-to-grave economy, can threaten the natural capital of our planet causing massive disruptions of the ecosystem. This, in return, affects different layers of our life aspects (McDonough and Braungart, 2010). The newly emerged concept of Cradle-to-Cradle economy relies on design thinking and change in the entire system of production. From the perspective of the food industry, this practice stimulates the cycle of nutrients known as “biological metabolism” (Braungart et al., 2007). “Cradle-to-Cradle” and “Circular Economy” (CE) as newly developed concepts are perceived as interchangeable, and they are sometimes identified with sustainability. Though similar to their long-term visions, circular economy and sustainability have a few distinctions. Circularity focuses on value retention, while sustainability is a broader concept and it ensures the intersection and balance of social, economic, and environmental factors. If presented graphically, it can have the visual interpretation of Figure 1 (adapted from Walker et al., 2022.). As can be noted, there are two frameworks that have been men-

tioned in the circle: R-Framework and System Thinking (Kirchherr, 2017).

In practice and in the literature, there are various R-Frameworks elaborated. The most common one and essentially the first was the 3-R Framework, which stands for Reduce-Reuse-Recycle (Kopacek, 2021). Those frameworks have been updated and upgraded over time. Nowadays, even the 10-R framework can be found in the literature and white papers developed by different international organizations. The European Union has officially adopted the 4R framework: Reduce-Reuse-Recycle-Recover. Those actions are the key elements to making transformation in the production system. System thinking, however, refers to a change that happens at micro, macro, and meso-level (Vanhamaki et al., 2019). Transformation at a macro-level happens due to the structural change in the entire economy. Meso-level refers to eco-industrial parks and collaboration between the economic entities. Change attributed to individual players or companies in the economy is defined as micro-level approach (Robinson, 2022). Circular Economy is thinking that not only emphasizes the “less is good” strategy but also restores and regenerates the resource base (Garcés-Ayerbe et al., 2019). However, shifting to CE is not merely the responsibility of the direct players such as businesses. The government has a very important role in terms of establishing regulatory frameworks and designing policies (Circularity Gap Report, 2021).

The research visit to Panteion University in Athens influenced the selection of the circular economy action plan in Greece for comparison. The firsthand knowledge and understanding of a country’s culture, history, and socio-political dynamics served as the cornerstone for this research study.

Thus, the main objective of the study is to identify the regulatory and policy frameworks and actions in Greece and briefly compare them with those from Armenia focusing on the food industry, where applicable.

The research questions proceeding from the main objective are the following:

**RQ1:** What are the key findings and insights from the analysis of the circular economy action plan in Greece: scope, measures and implementation schemes?

**RQ2:** What recommendations can be made to enhance its effectiveness and address any identified limitations or gaps?

**RQ3:** To what extent does the current waste management system in the Republic of Armenia support the transition towards a circular economy?

## MATERIALS AND METHODS

As a review paper of a regulatory and policy frameworks of Greece and Armenia, this paper used various sources of information such as EU acts, policy papers and national strategies. On the one side, the actual regulatory and policy frameworks were screened out, on the other side, already existing white papers from international organizations, reports, scientific papers, and book chapters as analyses of the frameworks were extracted from Google Scholar, Scopus, Springer, and Web of Science databases. To get maximum corresponding search results from those databases, special search operators have been applied with particular keywords. Among them “Circular AND “Econo-



**Figure 1.** Sustainability VS Circular Economy (adapted from Walker, A.M. et al 2022.)

my” AND “Food” and “Policy” were mostly used. To get comprehensive results, different parts of the texts were selected: Title, Abstracts, and Keywords through capitalizing only the first letter in words. Full-texts were not used within the search phase, as it could result in a number of papers that covered general information on those notions.

Journal articles, policy, and regulatory frameworks, white papers, and other types of literature were analyzed using Atlas.Ti, which is a computer-assisted software for qualitative, quantitative, and mixed research methods. Deductive or concept-driven and inductive coding have been used for the purpose of this analysis<sup>1</sup>. It is based on the ground theory or individual research questions. Here the researchers have a pre-defined set of codes and they assign excerpts to codes while reading the documents. Inductive coding is an approach to conduct literature review, where the researcher derives codes (themes, concepts, etc.), while screening the documents.

### **The final list of the concepts for deductive approach:**

CE Definition by the national strategy and their objective

- Environmental
- Social
- Economic

Priority areas

Vision: time and statement

Barriers to CE implementation

Interventions

Implementation Process in Food Industry

- Consumer Agency
- Market Development
- Finance/Funding
- Technology and Infrastructure
- Participatory approach
- other arenas

Actors

Monitoring and Assessment

## **RESULTS AND DISCUSSIONS**

### **Current State of Circularity in Greece**

EU member countries upon establishing their national action plans, also report their circular economy indicators. This enables many actors in the transformation to make data driven decisions.

Four major circular economy directions are specified in the Eurostat, where the circular economy-related data is provided by the member countries: production and consumption, waste management, innovations, and competitiveness as well as secondary raw materials. Each category has a specific set of indicators for each country. Before discussing on the circular economy action plan as a policy approach toward change, there have been made a few comparisons between Greece and EU averages in terms of their indicators<sup>2</sup>.

According to Eurostat, Greece’s circularity rate was 3.4% in 2020, which is lower than the European Union (EU) average -11.7%. Although the waste recovery in the Greek National Action Plan of Circular Economy plays a vital role, the level of circularity in the country is still very low. Collecting, sorting, and treating waste may significantly impact

<sup>1</sup> <https://dovetail.com/>

<sup>2</sup> All the indicators that are described in this paper are taken from the Directorate-General of the European Commission (EUROSTAT) with the latest access on the 18<sup>th</sup> of April, 2023.

the circularity rate in the country, while the development of circular business models may guarantee quick and efficient transformations.

According to the Environmental Implementation Review carried out by the EU Commission in 2017, 81% of its municipal waste in Greece is sent to landfills (compared to the EU-28 average - 31%), while only 16% is recycled (EU-28: 27%) and 4% is composted (EU-28: 15%).

Management of food waste may ensure many benefits for the environment, economy, and society.

Europe is experiencing a significant amount of food waste, however, and Greece has larger food waste per capita (191kg) than the EU average (131kg) (Eurostat, 2023).

According to the European Parliamentary Research Service, the 120 Mtonnes of EU food waste causes 170 Mtonnes of CO2 emissions and eventually, it consumes 261 Mtonnes of resources.

Food waste is not only a matter of ethical and environmental concerns, but it is also about a huge loss of monetary value: it is calculated that \$940 billion USD a year is being lost due to food waste globally (Uekert et al., 2020).

In Greece, food waste is generated by almost all the elements of the food life-cycle: in agricultural primary production, processing, retail, and at household consumption. Therefore, wasting food at any stage of its life cycle means wasting all the resources used from the „farm-to-fork” pathway.

Food production and waste are also associated with extreme pressure and stress on the energy-land-water nexus as scarce resources (EU Fusions, 2023).

In the past decade, Greece has developed many regulatory frameworks and policies for food waste prevention and utilization. One of the most prominent action plans in Greece is the National Strategic Waste Prevention Programme (NSWP), which is based on many other policy papers and legal documents (Sakalis, 2023). The mix of the Greece policies on the food waste management is provided in Figure 2.

NSWP has a few major objectives, which cover a wide range of sectors. The major objectives of the NSWP are raising public awareness and improving public information programs on of waste prevention, promoting sustainable consumption of products, and product reuse.

Food Waste Prevention and Management is also separately addressed among all the sectors that NSWP covers. The NWPP has set a strategic objective to achieve a 30% decrease in food waste per person by 2030, as compared to the amount of food waste generated in 2022 by both consumers and retailers. This objective includes reducing food waste in primary production, processing and manufacturing, retail, restaurants, and food services, as well as in households. The aim is to reduce food losses along the production and supply chain. This provision has been included in Article 20, paragraph 2, of Law 4819/2021, which implements Directive 2018/851 at the national level. Additionally, a dedicated program for preventing food waste is being developed and will be completed soon.



**Figure 2.** Greek policy Mix of Food Waste Management (Source: <https://www.eu-fusions.org>)

Last but not the least, it is important to pay special attention to the employment opportunities created by the circular economy. The number of individuals employed is described as the overall number of people working in the observed entity, such as a company.

Overall, the number of people in the EU employed in a circular economy was around 4,3 million in 2021. In Greece, 60 thousand people were employed in the circular economy in 2021.

In conclusion, we can state that transition towards circular economy in Greece has been fostered in recent years. Although most of the circular economy indicators are low compared to the EU average, the tendency is positive. A number of waste management practices have been proposed by the public authorities through special policy packages including prevention, reuse, recycling, and energy recover.

### **Analysis of Circular Economy Action Plan (CEAP) in Greece**

Circular Economy has a pivotal role in EU policy frameworks (Garces-Ayerbe et al., 2019). In 2005, the term “decoupling” for resource use was already present in EU policy papers. In 2011, the roadmap towards a resource-efficient European economy has been established, which aimed to transform the conventional economy towards a sustainable system by 2050. In 2015, the EU published the Circular Economy Action Plan (CEAP 2020), which was updated in 2020. The core essence and slogan of this policy document are to build a “cleaner and competitive Europe”. This should be implemented through the prism of the following categories as mentioned in the CEAP 2020: sustainable production, empowered consumers, enhanced lifetime of products, and less waste. The CEAP has identified and included the following high-impact sectors: Electronics and ICT, Batteries and Vehicles, Packaging, Plastics, Textiles, Construction and Buildings, Food and Water. Since 2015, EU countries have also adopted distinct national strategies for Circular Economy. In this paper, the Greek national strategies have been explored.

This action plan is considered an official document issued by the Greek public authorities. “National Circular Economy Strategy” in Greece was adopted in December 2018 by the Ministry of Environment and Energy. Greek public authorities have identified the need for industry transformation due to the country’s limited resources and specific geographical aspects. The enablers of the smooth transition are described by the availability of untapped secondary resources and waste, scientific workforce, and know-how. The national action plan defines the circular economy as a model based on rational resource use, the concept of recycling and reuse, and industrial symbiosis (Hellenic Ministry of Environment and Energy, 2020). Three-dimensional advantages of the circular economy have been provided in the action plan, which are summarized in the table below.

**Table 1.** *Economic, environmental, and social benefits of circular economy (elaborated by the authors through deductive coding)*

<b>Economic</b>	<b>Environmental</b>	<b>Social</b>
reinforced primary and secondary economic sectors, economic specialization, high-added value, reduced dependency on imports, improved trade balance, improved resource and energy productivity indices, development of small and medium enterprises	rational waste management, reuse of water, greenhouse gas emissions and pollution reduction, green public procurement	higher levels of employment, development of social economy, youth engagement, new knowledge, technology, and vocational skills, decreased brain drain, innovative ways of consumption

The national action plan of the country provides a number of incentives and priority areas for the modernization and implementation of CE practices. Waste management and eco-design are seen as key aspects for CE within the set priority areas of the country, among them are food waste management, public and private construction, water efficiency, energy, development of renewables, and urban mobility. The action plan by public authorities is central to the circular economy discipline, as it consists of the set of implementation tools.

Financing is one of the distinct measures of the CE policies in Greece, which includes the development and support of demonstrative CE models, enterprises, and technological advancement. Smart financing tools have a specific role in the funding dimension of the policy. The use of funds through the financing institutions such as the Investment Bank, the Juncker Package, and the National Strategic Reference Frameworks (NSRF) is considered an efficient measure to the benefit of CE development in Greece.

When it comes to market development, the Greek public authorities emphasize the role of developing the market of secondary raw materials: special focus is given to textile and food products. The action plan embraces the development of the entrepreneurial mindset in the country by developing new products, business models, technologies, and forms of organization. Overall support and promotion of new entrepreneurial models regarding environmental innovation are highlighted by the development of new products, technologies, and forms of organization. Market models based on leasing/hiring, sharing, repairing, upgrading, and recycling are included in the strategic development of the circular economy in Greece.

Implementation of circular practices in the Greek economy is also envisioned by the development of technologies and infrastructure. The Greek public authorities have given a special focus on them. The action plan ascertains that there should be more policies designed to develop 'smart factory' concept, that will use innovative technology with green, modular, and digitalized elements. Under a comprehensive economic reformation plan, Greece has also integrated the plan of innovative applications and cutting-edge technology for waste management. It is noteworthy that the agrifood sector represents another thematic direction of the reform.

The action plan has been primarily motivated by the collaborative efforts of multiple agencies towards transformation. Greek authorities have introduced a public dialogue on the operational plan of the circular economy. Social organizations, as well as citizens, participated in the consultation services through meetings, conferences, and letters, as well as through Open Government (OpenGov) platforms to share their opinions and recommendations on the potential improvements.

Additionally, within the scope of Action 1.19, Greece incentivizes the use of agricultural and industrial waste by the Energy Communities through the participation of local authorities, local agencies, and citizens in energy communities.

The monitoring and audit of the circular economy transition have been specifically discussed in the action plan by the Secretariat, which is an Inter-Ministerial Coordination body.

The role and responsibilities of the Secretariat include setting the timeline and monitoring the schedule, defining the circular indicators, and following up their implementation. Quantifying the effectiveness of the actions is also a part of the responsibilities of the Secretariat.



### **Shortcomings and Barriers of the action plan**

Although the Greek National Plan on CE is well elaborated and has big coverage in terms of the functioning areas and industries, there are some delays in its implementation and there are many actions that have not been completed. According to the authorized Climate Change and Sustainability Services practice of Ernst & Young (HELLAS) Certified Auditors Accountants S.A. ("EY"), there have been one or two years of delays in the implementation of some predefined targets. Due to these delays and failures to meet the overall target of Directives, Greece has faced legal issues in the Court of Justice of the European Union. It is noteworthy that more than 50% of the directives mentioned above are related to the circular economy.

Moreover, the sectors included in the CE action plan are mostly transitional, which are characterized by the waste management. These sectors usually have lower value circular practices such as recovery and/or recycling.

Specifically, the transitional phase mostly includes low-value waste treatment strategies such as recycling or recovering. In some linear sectors, the waste is still entirely disposed.

As for the Greek Food and Beverage sector, local authorities, due to the collaboration with Hellenic Recovery Recycling Corporation, collect the mixed waste. The food bio-waste in Greece originates mostly from the consumption phase, however, the majority of the waste is landfilled and only 19% is recovered. The recovered bio-waste is being used either as a resource for the same industry or used as animal food. Those gaps in the implementation may be the result of the lack of proper monitoring and audit mechanisms, enforcement of laws, and the absence of administrative fines.

There are, however, many other factors hindering the transformation towards a circular economy in Greece. Awareness degree of the circular economy producers is very low at this stage. They have not enough knowledge and experience related to the circular practices and principles as well as to the benefits these may bring to their activities. Thus, the action plan should play a critical role in addressing this issue through awareness raising among producers, as well as among other actors in the market. Another barrier is the lack of financial support, incentives, and general funding for the enterprises to produce in a resource-efficient manner. Limited expertise, lack of technology, and infrastructure are also hindering the smooth transformation toward the circular economy. Many Greek organizations try to recycle or recover the waste; however, it is imperative to work on the product design too. According to Den Hollander et al. (2017), designers should aim to make sure that the materials of the products can be recycled efficiently, and can be recovered in the economic closed loop.

### **Comparison with Armenia**

Within the past decade, Armenia faces many environmental issues as well. The overexploitation and unsustainable use of natural resources, pollution, poor management of water resources, forestry, and waste have made the country vulnerable to many health and economic hazards.

However, unlike many EU member states, Armenia has not designed a national action plan for the circular economy, therefore, for the purpose of this study we will make a general comparison with the Waste Governance in Armenia. Overall mechanisms, actors, and technological and infrastructure availability will be presented highlighting food waste as a separate category in the existing sectors.

According to the waste governance report of Armenia, the overall understanding and implementation of waste reduction, sorting, recycling habits, and customs is very limited in the country (Amirkhanian A. et al, 2020). In addition, solid municipal

waste management by corresponding authorities is not implemented properly leading to many social and environmental hazards. The waste management action plan is not monitored properly, thus many works have been left unfinished (Alpetyan et al., 2020).

The 2019 Government Program Action Plan emphasizes the role of waste management in various sectors like industry, agriculture, healthcare, and construction. However, it is vital to adopt a cross-sectoral approach to waste management by integrating waste-related policies and strategies into other policies and national action plans to make the process more comprehensive and participatory in other sectors as well. Nonetheless, it is noteworthy that the action plan does not propose economic incentives for sustainable resource management and the circular economy has never been mentioned (Alpetyan et al., 2020).

Another action plan that addresses directly waste management is the “2017-2036 Municipal Solid Waste Management System Development Strategy” (MNP, 2017), which aims to propose a system that corresponds to EU standards. Two major quantitative objectives of the action plan are collecting (95%) and sorting up to 20% of the waste generated in Armenia. Sorting the waste, however, is way below the Greek recycling rate at 24.6% and 47% of the EU average in 2019. This action plan also does not address the management of biological waste, which has a great potential in Armenia in terms of waste management hierarchy.

The Sustainable Agricultural Development Strategy for 2010-2020 also did not address the agricultural waste management, even though the potential for the application of residues from agricultural operations is large in Armenia, especially for the purpose of bioenergy generation (MOA, 2010).

There are some other action plans, laws, and policies in Armenia, that address the waste management issue such as the “Cleaner Production Concept”, “Extended producer responsibility (EPR)”, and the Comprehensive and Enhanced Partnership Agreement (CEPA) between EU and Armenia.

In conclusion, the following drawbacks can be noticed about the Waste Management strategies in Armenia (Alpetyan et al., 2020):

- In the laws and regulations of Armenia, the Waste Hierarchy (WH) is not defined, which results in vague definitions, as well as lost economic opportunities;
- An absence of monitoring and evaluation among collecting and dumpsite operators
- Lack of facilities to treat hazardous waste and no legal act to enforce their construction;
- No clear definitions of some sorts of waste such as bio-waste in the legal and regulatory documents;
- Lack of waste segregation.

Funding has a crucial role in improving waste management strategies in any country. Due to targeted financial schemes, public authorities can ensure infrastructure development, construction of better facilities, as well as proper research and data availability. The following financial shortcoming can be noted in the waste governance of Armenia (Amirkhanyan A. et al, 2020):

- ♦ low fees for waste management;
- ♦ low environmental taxes;
- ♦ Lack of proper pricing for waste management operations;
- ♦ Loss of added-value from recycling and waste recovery.

Unfortunately, there are many drawbacks of the infrastructure development in Armenia too. For example, there is no separate infrastructure to collect food waste, which eventually ends up in landfills without any control measures. Some agricultural residues and organic waste are treated to some extent; however, the volumes are very low.

Overall, food waste management in Armenia is still not functioning in a sustainable manner due to the lack of infrastructure, and technology, as well as to the lack of its address in the regulatory and policy frameworks of Armenia. Even though some rare cases can be found in Armenia, when biological and food waste is used for energy purposes, landfilling is the major treatment causing Greenhouse gas (GHG) emissions.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The analysis of the action plan for circular economy in Greece shows that the country has initiated major steps to ensure its successful transition and management.

Public authorities have chosen priority areas that require system change to transition from a linear to a circular economy. Agrifood industry is included in the list of sectors, however, the suggestions for change remain very generic and not explicit. Waste management, eco-design and the use of renewable energy are the key elements mentioned as drivers for circularity. The Ministry of Environment and Energy highlights the participatory approach among various actors, which is one of the key strengths of the national action plan. The ongoing public dialogues among citizens, companies and other non-governmental organizations are highly beneficial for smoother and efficient transition. The importance of financial mechanisms, market development and technological development are well elaborated. However, actually, Greek public authorities have encountered many issues related to the implementation process.

**Table 2.** Recommended improvements for each of the components described

<b>Educational Component</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introducing educational programs in schools and universities that cover the concepts of circular economy, its management and role for environment, society and economy.</li> <li>b. Designing training and other capacity building programs for professionals who work as business managers, waste management professionals, food processors and engineers, designers.</li> <li>c. Establishing a network between successful private circular companies and a wide range of public representatives to share knowledge and experience.</li> <li>d. Providing more funding for NGOs to conduct non-formal educational campaigns about circular economy for professionals, as well as for those, who are generally interested in.</li> <li>e. Fostering youth exchange programs between countries which have a well-established circular business environment.</li> </ul>
<b>Financial Component</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Setting up a separate fund for circular economy projects in close collaboration with financial institutions, NGOs, as well as public with authorities.</li> <li>b. Offering tax incentives, subsidies and other attractive packages for businesses to consider transformation from linearity to circularity.</li> <li>c. Improving the start-up ecosystem, encouraging incubation and acceleration programs, which highlight the role of circular projects and ensuring proper funding for their implementation.</li> <li>d. Introducing green and circular public procurement processes especially related to food industry and catering in public institutions such as kindergartens, hospitals, elderly houses, etc.</li> </ul>
<b>Monitoring and Evaluation Component</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Developing a central monitoring system in the country, which will track the circularity transition.</li> <li>b. Reviewing the indicators and targets, if necessary, introducing new measures that will improve the quantification of circularity transitions.</li> <li>c. Establishing a special research and development group, which will track the data related to circular economy and make proper in-depth analysis on the needs and gaps for smoother transitions.</li> </ul>

<b>Participatory Component</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introducing and creating an ecosystem, where participatory approach is highly valued among public authorities, enterprises, NGOs and consumers.</li> <li>b. Promoting the development of collaborative digital platforms, where multiple stakeholders may build partnership, have easy access to information, knowledge and even share materials.</li> <li>c. Establishing an international partnership for sharing expertise especially with those, who are frontrunners in circular economy transition.</li> </ul>
<b>Market Development Component</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Fostering demand for circular products through consumers' awareness.</li> <li>b. Promoting a collaborative network and eco-industrial parks between the representatives of supply chain to access the waste materials, residuals, to share knowledge and common infrastructure.</li> <li>c. Promoting the establishment of recycling centers, collection and sorting facilities, and composting sites.</li> </ul>

On the other hand, Armenia still does not have an action plan for circular economy and government authorities, businesses, as well as public have a low-level of awareness of this concept. The lack of public policies, infrastructure and technology, as well as of financial resources hinder the development of circularity in the Republic of Armenia. Thus, the adoption comprehensive policy measures towards the system change in Armenia should be the first step. Although there is a waste management governance in Armenia, it does not address circular economy in strategies and actions given its broader essence. Unfortunately, the country is still behind when it comes to sustainable and cost-effective solutions for managing waste, including food waste.

The drawbacks, which need to be pinpointed here, are failures of meeting the predefined deadlines, quantifiable targets, appropriate monitoring and evaluation. The lack of capacity building for diverse stakeholders are shortcomings both in Greece and Armenia. The level of awareness and education among consumers, producers and even public authorities, which are responsible for policy making remain low, affecting the development of circular economy in the country.

Based on this study, a set of recommendations may be proposed to Greek and Armenian public authorities who are responsible for change management from linearity to circularity:

## REFERENCES

1. ALPETYAN, H., NALBANDYAN, L., GEGHAMYAN, O., AVETYAN, N. (2020). A report on waste governance in Armenia, March 2020, Yerevan, Armenia, 203 p.
2. BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., BOLLINGER, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. In: Journal of cleaner production, vol. 15(13-14), pp.1337-1348. Available: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>.
3. Circularity Gap Reporting Initiative. „Circularity gap report 2021.” (2021).
4. DEN HOLLANDER, M.C., BAKKER, C.A., HULTINK, E.J. (2017). Product design in a circular economy: Development of a typology of key concepts and terms. In: Journal of Industrial Ecology, vol. 21(3), pp. 517-525. Available: <http://doi.org/10.1111/jiec.12610>.
5. DUFLOU, J. R., SUTHERLAND, J. W., DORNFELD, D., HERRMANN, C., JESWIET, J., KARA, S., HAUSCHILD, M., KELLENS, K. (2012). Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. In: CIRP Annals, vol. 61(2), pp. 587-609. Available: <http://doi.org/10.1016/j.cirp.2012.05.002>.
6. EUROSTAT (2023). Data Browser [online] [viewed 17.04.2023]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/economy?lang=en&display=list&sort=category>.
7. FAO. FAO in Armenia, © FAO, 2023. Available: <https://www.fao.org/armenia/fao-in-armenia/armenia-at-a-glance/ru/>

8. GARCES-AYERBE, C., RIVERA-TORRES, P., SUAREZ-PERALES, I., LEYVA-DE LA HIZ, D.I. (2019). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. In: *International journal of environmental research and public health*, vol. 16(5), p. 851. Available: <http://doi.org/10.3390/ijerph16050851>
9. KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In: *Resources, conservation and recycling*, vol. 127, pp. 221-232. Available: <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
10. KOPACEK, P. (2021). Automatized Disassembly a Tool for saving the Environment. In: *IFAC-PapersOn-Line*, vol. 54(13), pp. 408-412. Available: <http://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.482>
11. MCDONOUGH, W., BRAUNGART, M. (2003). Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design. In: *Industry and environment*, vol. 26(2), pp. 13-16.
12. MCDONOUGH, W., BRAUNGART, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North point press, 193 p.
13. MNP: "2017-2036 Municipal Solid Waste Management System Development Strategy".
14. MOA: "2010-2020 Sustainable Agricultural Development Strategy of the Republic of Armenia." <https://faolex.fao.org/docs/pdf/arm190701.pdf>.
15. Hellenic Ministry of Environment and Energy. (2020). National Action Plan for Circular Economy in Greece. Retrieved from [https://www.minenv.gr/wp-content/uploads/2020/06/NAP\\_Final\\_30\\_06\\_2020.pdf](https://www.minenv.gr/wp-content/uploads/2020/06/NAP_Final_30_06_2020.pdf).
16. ROBINSON, S. (2022). A systems thinking perspective for the circular economy: chapter 3. In: *Circular Economy and Sustainability*, vol. 1: Management and policy, pp. 35-52. Available: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819817-9.00034-X>.
17. SAKALIS, A. (2023). Waste Management in Greece: A Herculean Task. Available: <https://waste-management-world.com/artikel/waste-management-in-greece-a-herculean-task>
18. UEKERT, T., DORCHIES, F., PICHLER, C. M., REISNER, E. (2020). Photoreforming of food waste into value-added products over visible-light-absorbing catalysts. In: *Green Chemistry*, vol. 22(10), pp. 3262-3271.
19. VANHAMAKI, S., MEDKOVA, K., MALAMAKIS, A., KONTOGIANNI, S., MARISOVA, E., DELLAGO, D.H., MOUSIOPOULOS, N. (2019). Bio-based circular economy in European national and regional strategies. In: *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 14(1), pp. 31-43.
20. WALKER, A.M., OPFERKUCH, K., ROOS LINDGREEN, E., RAGGI, A., SIMBOLI, A., VERMEULEN, W.J., CAEIRO, S., SALOMONE, R. (2022). What is the relation between circular economy and sustainability? Answers from frontrunner companies engaged with circular economy practices. In: *Circular Economy and Sustainability*, vol. 2(2), pp. 731-758.

### 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 8 May 2023; Accepted 12 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

DOI: 10.55505/sa.2023.1.12  
UDC: 332.72(478)



## ANALIZA EVOLUȚIEI PIEȚEI FUNCiare AGRICOLE PRIN PRISMA TRANZACȚIILOR DE VÂNZARE-CUMPĂRARE

Silvia ZAHARCO<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0003-0988-9152,  
Efim ZUBCO<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-4930-8343

<sup>1</sup>Departamentul Contabilitate și Informatică Economică, Facultatea de Științe Economice,  
Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

<sup>2</sup>Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie, Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru,  
Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

\*Correspondență: Silvia ZAHARCO - e-mail: [silvia.zaharco@usm.md](mailto:silvia.zaharco@usm.md)

**Abstract.** The agricultural land market, as a specific element of the real estate market, was reestablished in the Republic of Moldova by the end of the last century. During the development of the national agricultural land market, there were different fluctuation trends of the main indicators, which reflect the quantitative aspects of land development: the correlation between demand and supply, market price of agricultural land, sold-purchased land areas, etc. The most important indicator is the market price of agricultural land, which, under the conditions of free land market, is formed based on the correlation between supply and demand for land. The sale-purchase type of business predominates in the transaction structure of the land market. In this context, in order to investigate the issues related to the functioning of the agricultural land market, the number of sale-purchase transactions of agricultural land, the area of agricultural land subject to sale, as well as the average sale-purchase price of agricultural land have been analyzed.

**Key words:** Land market; Agricultural land; Price; Sale; Purchase; Transaction.

**Rezumat.** Piața funciară agricolă, ca element specific al pieței imobiliare, a fost restabilită în Republica Moldova spre sfârșitul secolului trecut. În perioada de dezvoltare a pieței funciare agricole naționale au fost conturate diverse tendințe de fluctuație a indicatorilor principali, care reflectă aspectele cantitative de dezvoltare a relațiilor funciare: interdependența dintre cerere și ofertă, prețul de piață al terenurilor agricole, suprafața de terenuri vândută-cumpărată etc. Cel mai important indicator dintre cei menționați este prețul de piață al terenurilor agricole, care, în condițiile pieței funciare libere, se formează în baza corelației dintre oferta de teren și cererea față de acesta. Din punct de vedere structural, piața funciară este predominantă de afacerile de tip vânzare-cumpărare. În acest context, în scopul cercetării problemelor de funcționare a pieței funciare agricole s-a analizat numărul de tranzacții de vânzare-cumpărare a terenurilor agricole, suprafața terenurilor comercializate de destinație agricolă, prețul mediu de vânzare-cumpărare a terenurilor agricole.

**Cuvinte-cheie:** Piața funciară; Teren agricol; Preț; Vânzare; Cumpărare; Tranzacție.

## INTRODUCERE

Relațiile funciare de piață reprezintă o formă modernă de organizare și funcționare a economiei în care prețul terenului depinde de confruntarea dintre cerere și ofertă, incorporând un ansamblu de relații de vânzare-cumpărare generate de actele de drept. În cadrul relațiilor economice de piață, piața funciară reprezintă un mecanism important de exprimare liberă a subiecților în procesul de transmitere-preluare a drepturilor asupra obiectului relațiilor (Codul funciar, 1991).

Piața funciară este o parte componentă a relațiilor funciare, care constituie relațiile apărute între autoritățile publice, persoanele fizice și juridice referitoare la folosirea, posesiunea și dispoziția sectoarelor de teren. Instrumentele principale de reglare a acestei piețe sunt dreptul la proprietate (posesiune, folosință, uzufruct), posibilitatea de a transmite acest drept (arendarea, vânzarea, gajul), concurența, evaluarea și formarea prețurilor libere asupra pământului (Isac, 2007).

Existența pieței funciare presupune stabilirea unui preț al pământului, care exprimă suma de bani necesară pentru achiziționarea sau cedarea dreptului de proprietate asupra unei suprafețe de teren de către o persoană fizică sau juridică, unei alte persoane fizice sau juridice, prin actul de vânzare-cumpărare. Prețul terenurilor agricole este un preț liber, care se stabilește în dependență de cerere și ofertă. La baza atribuirii unei valori pământului (terenului) se regăsesc următoarele raționamente (Gumovschi, 2015):

- 1) în procesul de valorificare, terenurile utilizate necesită investiții, ceea ce le atribuie o anumită valoare;
- 2) apariția proprietății private asupra pământului formează piața pământului și, deci, circulația terenurilor agricole de la un proprietar la altul nu poate avea loc decât sub formă de marfă, prin actul de vânzare-cumpărare;
- 3) necesitatea investițiilor pentru sporirea capacității de producție a terenurilor existente transformă tot mai mult pământul din produs al naturii în produs al muncii omenești;
- 4) alocarea de noi investiții contribuie, în mod firesc, la creșterea potențialului productiv al terenurilor, prin adăugarea la fertilitatea naturală a fertilității artificiale, create de om, reprezentând o fertilitate economică.

În calitate de criterii de analiză și evaluare a pieței funciare, cât și a tendințelor de dezvoltare a acesteia, sunt recunoscute: numărul și componența tranzacțiilor principale de pe piața funciară (vânzare-cumpărare, moștenire, dăruire, schimb, darea în arendă de lungă durată etc.); numărul și suprafața loturilor de teren agricol, incluse în circuitul de piață; prețul de piață al terenurilor agricole vândute-cumpărate etc.

Principiile de funcționare a pieței funciare sunt asemănătoare cu cele ale pieței bunurilor economice, deși are și unele particularități specifice, și anume (Popescu, 2014):

- are un caracter național, determinat de prezența factorilor economici, al căror conținut se bazează pe faptul că pământul, ca bun material, este o marfă specială, întrucât nu poate fi deplasat teritorial, multiplicat, manufacturat, poate fi folosit doar acolo unde este amplasat;
- pământul este limitat ca întindere și fertilitate, de aceea oferta de pământ este cea care impune regulile de funcționare a pieței funciare, și nu cererea, cum e în cazul pieței bunurilor economice;
- prețul pământului este influențat puternic de cerere, evoluând în funcție de intensitatea acesteia.

Piața funciară, ca oricare altă piață, oferă informații participanților la tranzacțiile funciare, corelează dimensiunea, structura și calitatea ofertei cu nivelul, structura și ca-

litatea cererii de pământ. Concomitent, prin diverse instrumente și pârghii proprii, cum ar fi prețul, renta funciară, arenda etc., reglează concordanța dintre cererea și oferta de pământ.

### MATERIALE ȘI METODE

În scopul creării unei imagini cât mai relevante a funcționării pieței funciare naționale, în lucrare s-a analizat numărul de tranzacții de vânzare-cumpărare a terenurilor agricole, suprafața terenurilor comercializate de destinație agricolă, prețul mediu de vânzare-cumpărare a terenurilor agricole. La baza cercetării respective au stat datele sistematizate din Registrul bunurilor imobile pentru perioada anilor 2015-2021.

Pentru o analiză mai corectă a prețului de tranzacționare a terenurilor agricole informația din Registrul bunurilor imobile a fost sistematizată după cum urmează: au fost excluse din calcul terenurile agricole cu prețul de vânzare-cumpărare mai mic de 1000 de lei și terenurile cu prețul de vânzare-cumpărare exagerat de mare de ordinul milioanelei de lei pentru suprafețe foarte mici de terenuri.

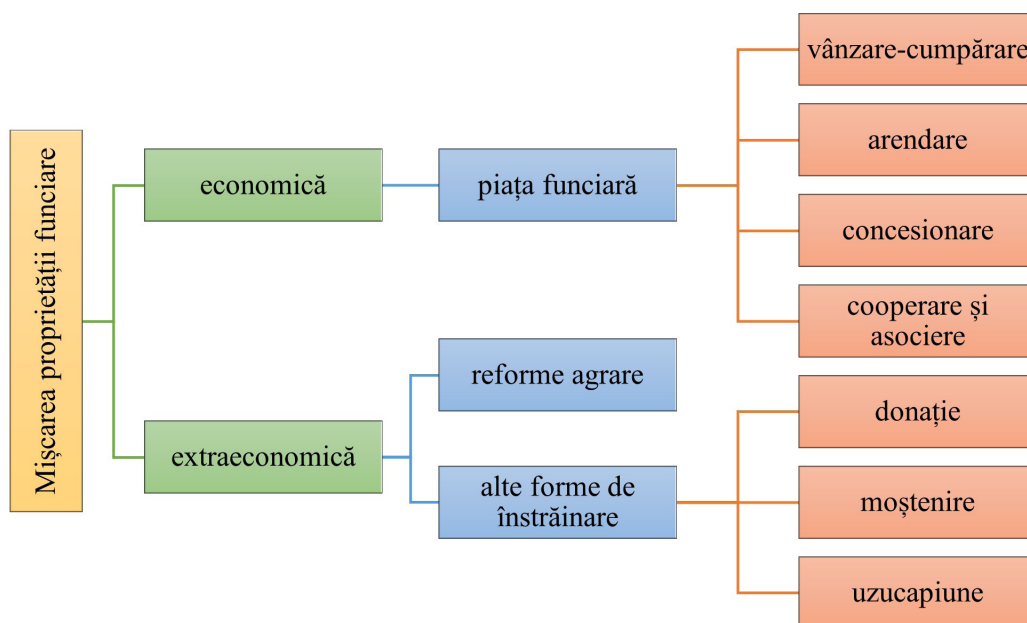
### REZULTATE ȘI DISCUȚII

Piața funciară a Republicii Moldova este relativ tânără. Dreptul la vânzarea terenurilor conform legislației a fost admis după adoptarea Codului Funciar, începând cu 1 ianuarie 1992, iar a terenurilor agricole și mai târziu, în baza Legii nr. 1308 din 25.07.1997 privind prețul normativ și modul de vânzare-cumpărare a pământului (Lege nr 1308 din 25.07.1997).

Privatizarea terenurilor a impulsionat dezvoltarea pieței funciare (în special a celei agricole), elaborarea și implementarea proiectelor de consolidare a terenurilor agricole fiind în legătură directă cu dezvoltarea pieței funciare (Bajura & Zubco 2022).

Mișcarea proprietății funciare pe teritoriul Republicii Moldova are loc prin două modalități:

- a) economică, care include sfera de cuprindere a pieței funciare;
- b) extraeconomică, care se derulează în afara cererii și ofertei, fiind rezultatul unor decizii publice sau al unor acte de voință cu titlu subiectiv (Figura 1).



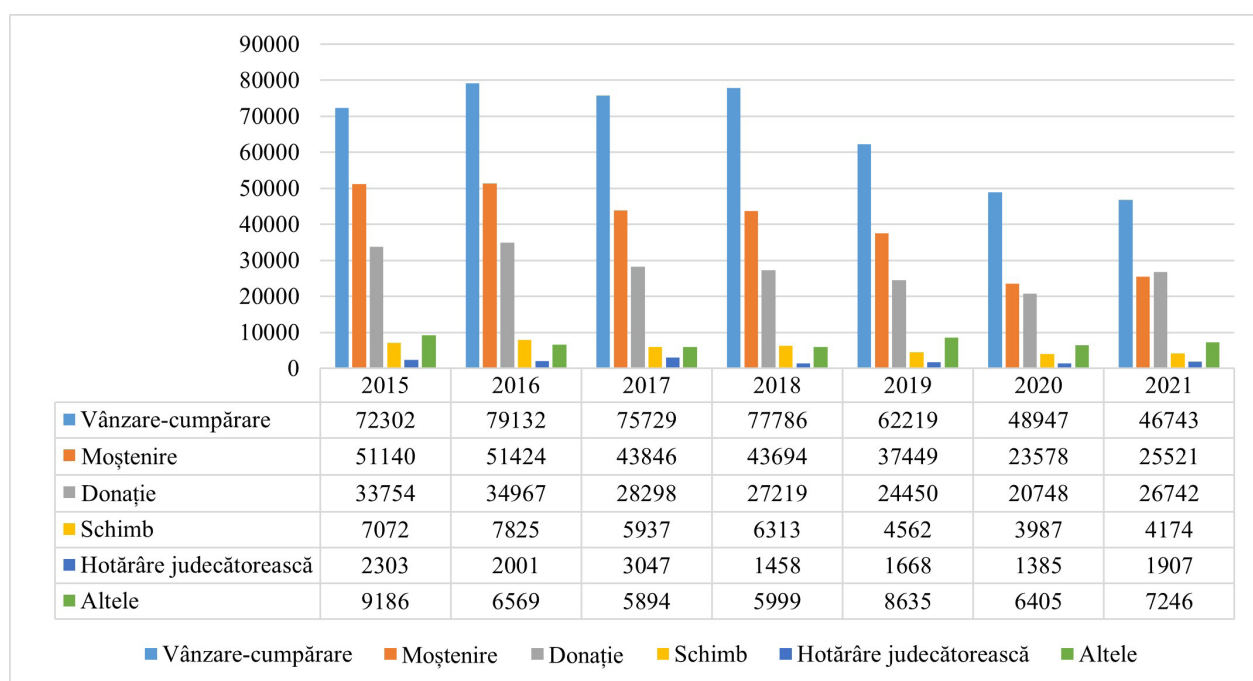
**Figura 1.** Natura modalităților de mișcare a proprietății funciare

Sursa: adaptat de autori după G. Popescu, 2014



Piața funciară are ca efect creșterea dimensiunii entităților agricole prin concentrare, respectiv consolidare a proprietății funciare. Înstrăinările, în cea mai mare parte a lor, conduc la dispersarea proprietății funciare. Dispersarea terenurilor agricole duce la degradarea solului și a mediului prin înlocuirea unui model de agricultură diversificată, bazată pe practici agricole sănătoase, cu cel al unui sistem agricol industrial, care depinde în mare măsură de utilizarea rațională a produselor agrochimice și de respectarea asolamentului (Kay et al. 2015).

Vânzarea-cumpărarea terenurilor agricole deține o pondere majoră în componența relațiilor funciare, constituind un mecanism important de dezvoltare a economiei agrare, respectiv a economiei naționale (Figura 2). Astfel, cele mai multe tranzacții au avut la bază relațiile de vânzare-cumpărare, constituind în jur de 45% din numărul total de tranzacții pe piața terenurilor agricole. Acestea sunt urmate de tranzacțiile legate de moștenirea terenurilor, care s-au redus în anul 2021 față de anul 2015 cu 50%. O scădere mai puțin semnificativă o demonstrează tranzacțiile aferente donației, numărul acestora micșorându-se în ultimii ani cu 21%. La fel, se observă o reducere a tranzacțiilor ce țin de schimbul de terenuri agricole – cu 59%.

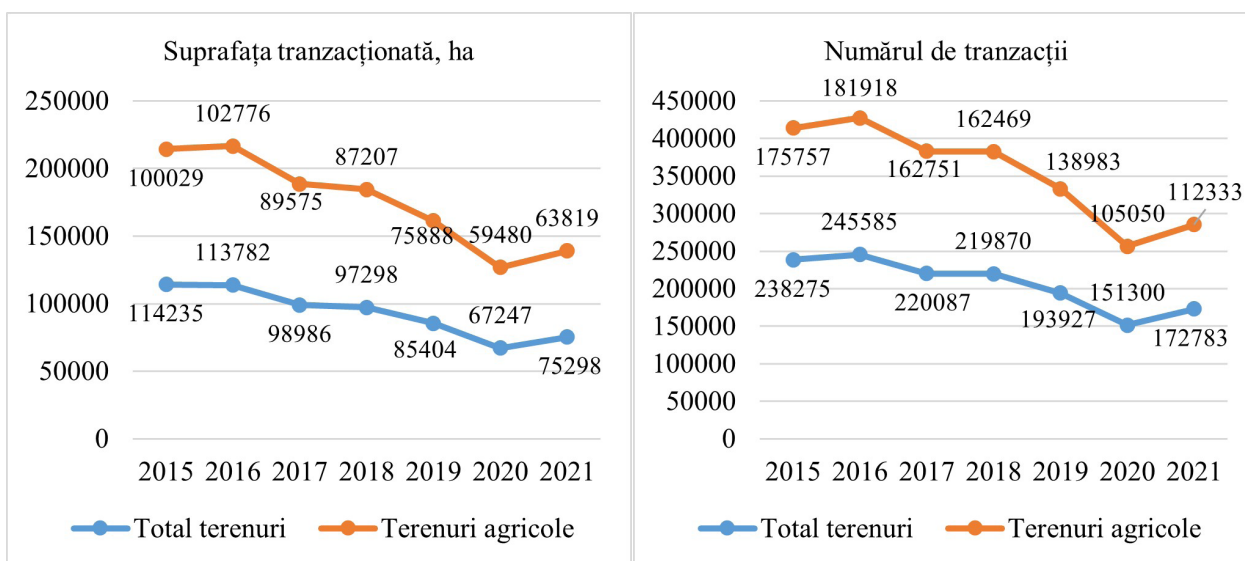


**Figura 2.** Dinamica tranzacțiilor pe piața terenurilor agricole

Sursa: elaborat de autori în baza datelor sistematizate din Registrul bunurilor imobile pentru perioada 2015-2021

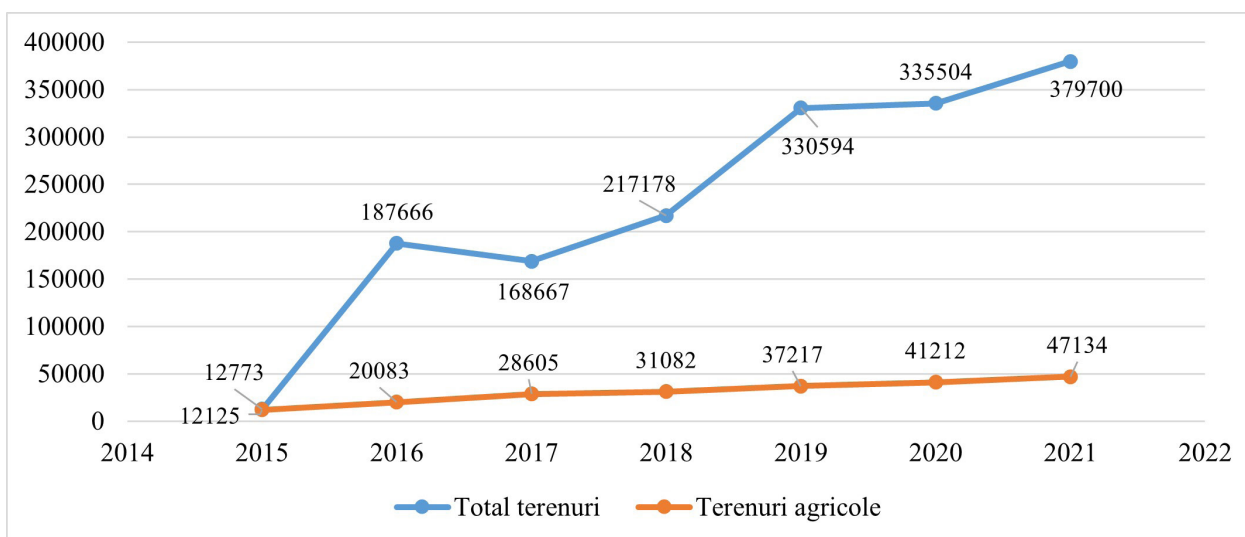
Remarcăm, că pe parcursul ultimilor ani piața funciară în Republica Moldova s-a caracterizat prin reduceri esențiale atât a suprafeței tranzacționate, cât și a numărului de tranzacții (Figura 3). Astfel, în anul 2015 au fost vândute-cumpărate 238 275 de terenuri cu suprafața totală de 114 235 ha, dintre care 100 029 ha cu destinație agricolă. În anul 2021, acești indicatori s-au redus până la 172 783 de terenuri tranzacționate cu suprafața totală de 75 298 ha, inclusiv 63 819 ha de terenuri cu destinație agricolă.

În perioada analizată se observă o creștere considerabilă a prețului mediu de vânzare-cumpărare a terenurilor agricole. Astfel, dacă în anul 2015 acesta constituia 12 125 lei/ha, atunci în anul 2021 prețul de vânzare-cumpărare s-a majorat până la 47 134 lei/ha, aproximativ de 4 ori (Figura 4).



**Figura 3.** Dinamica suprafeței tranzacționate și a numărului de tranzacții pe piața funciară

Sursa: elaborat de autori în baza datelor sistematizate din Registrul bunurilor imobile pentru perioada 2015-2021



**Figura 4.** Dinamica prețului mediu de vânzare-cumpărare a terenurilor tranzacționate pentru 1 ha, lei

Sursa: elaborat de autori în baza datelor sistematizate din Registrul bunurilor imobile pentru perioada 2015-2021

Cele mai mari prețuri sunt stabilite pentru terenurile agricole din preajma zonelor urbane, pe când cele din zonele rurale au, de regulă, prețuri mai scăzute. Evident, pentru terenurile agricole din zonele cu o agricultură mai dezvoltată sunt oferite prețuri mai mari. Totodată, mărimea prețului depinde în mare măsură de bonitatea solului și amplasarea terenului față de piața de desfacere. Un alt factor important ce influențează asupra prețului este suprafața totală a cotei de teren. Astfel, principalele criterii de stabilire a prețurilor sunt: bonitatea, amplasarea, accesul la irigare, infrastructura, căile de acces etc. (Chivriga, 2009).

De regulă, cumpărătorii sunt arendașii care lucrează pământul, ceea ce este binevenit, deoarece ei fac investiții în mașini și utilaje agricole, mențin fertilitatea solului, oferă locuri de muncă, asigură populația cu produse alimentare autohtone etc.

## CONCLUZII

Utilizarea eficientă a fondului funciar și dezvoltarea pieței funciare rămâne a fi una dintre problemele prioritare actuale și pe viitor ale țării. Pentru utilizarea mai eficientă a resurselor funciare agricole, a sporirii fertilității solului, pentru dezvoltarea relațiilor de tranzacționare a fondului funciar și, în special, a celui agricol, este nevoie de o politică funciară complexă și armonizată cu toate instrumentele și mecanismele realizării ei.

În condițiile actuale ale dezvoltării pieței funciare, pentru formarea unui mecanism nou și modern de reglementare a relațiilor funciare, devine importantă soluționarea următoarelor probleme:

- dezvoltarea instrumentarului privind utilizarea eficientă a terenurilor agricole și sporirea fertilității solurilor;
- perfecționarea continuă a cadrului juridic de reglementare a relațiilor funciare;
- stimularea investițiilor în sectorul agricol în scopul impulsivării fermierilor de a prelucra suprafețe mai mari de terenuri agricole;
- stabilirea unor criterii cât mai exacte de evaluare a terenurilor agricole și de stabilire a prețurilor acestora;
- dezvoltarea unei politici fiscale eficiente și coerente în condițiile actuale ale economiei de piață, care ar stimula utilizarea rațională a fondului funciar.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AGENȚIA SERVICII PUBLICE (2023). Cadastrul bunurilor imobile, © 2023 Agenția Servicii Publice. Disponibil: <https://www.asp.gov.md/ro/informatii-utile/date-statistice/cadastrul-bunurilor-imobile>
2. BAJURA, T., ZUBCO, E. (2022). 20 Years of operation of the agricultural land market in the Republic of Moldova: achievements and perspectives. In: Revista de geodezie și cadastru (RevCAD), vol. 33, pp. 93-100. Available: [http://revcad.uab.ro/upload/54\\_851\\_12\\_bajura\\_zubco.pdf](http://revcad.uab.ro/upload/54_851_12_bajura_zubco.pdf)
3. CHIVRIGA, V. (2009). Evoluția pieței funciare agricole în Republica Moldova. Chișinău: IDIS „Viitorul”, 48 p. ISBN 978-9975-4007-4-9.
4. Codul funciar al Republicii Moldova: nr. 828 din 25.12.1991. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2001, nr. 107, art. 817 din 04.09.2001.
5. GUMOVSCI, A. (2015). Piața funciară și prețul pământului în Republica Moldova [online], © 2009-2023 Inspectoratul Ecologic de Stat. [accesat 10.04.2023]. Disponibil: <http://ies.gov.md/2015/07/piaata-funciara-si-pretul-pamintului-in-r-moldova>
6. ISAC, E. (2007). Particularitățile pieței funciare și proprietatea privată asupra pământului. In: Economia, nr. 3(59), p. 19-22. ISSN 1810-9136.
7. KAY, S., PEUCH, J., FRANCO, J. (2015). Amploarea fenomenului de acaparare a terenurilor agricole în UE: studiu. 78 p. ISBN 978-92-823-8528-9.
8. Lege privind prețul normativ și modul de vânzare-cumpărare a pământului: nr. 1308 din 25.07.1997. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 1997, nr. 57-58, art. 515 din 04.09.1997.
9. POPESCU, G. (2014). Cooperția în agricultură, de la argumentul istoric la transferul de cunoaștere. București: Editura Academiei Române. Disponibil: <https://eam.ase.ro/eam-file/licenta-disertatie/20-21/popescu-g-cooperatia-in-agricultura.pdf>

### Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

### Authors' contributions

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

### Paper history

Received 23 May 2023; Accepted 11 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).