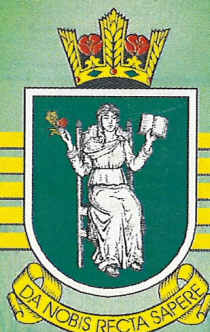


63(05)
\$ 85



Știința Agricolă

AGRICULTURAL SCIENCE

nr. 2
2021

ISSN 1857-0003 (print)
ISSN 2587-3202 (electronic)

Fondatori:

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Institutul de Tehnică Agricolă „MECAGRO”

Redactor-șef

Liviu VOLCONOVICI,

doctor habilitat, profesor universitar

Redactor-șef adjunct

Ilie CERCEL

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Colegiul de redacție

Boris GĂINĂ

doctor habilitat, academician al AȘM (Republica Moldova)

Valerian BALAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Elena MOROI,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Grigore MARIAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Vladimir BAUTIN,

doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘR (Rusia)

Tlektes ESPOLOV,

doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘK (Kazahstan)

Serghei KORLIUK,

doctor habilitat, profesor universitar (Ucraina)

Arshaluys Poghos TARVERDYAN,

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

Seyit AYDIN,

doctor, profesor universitar (Turcia)

Sezgin AYAN,

doctor, profesor universitar (Turcia)

Vasile VÎNTU,

doctor, profesor universitar (România)

Gerard JITĂREANU,

doctor, profesor universitar (România)

Radu SESTRAS,

doctor, profesor universitar (România)

Florin STĂNICĂ,

doctor, profesor universitar (România)

Victor ȘEREMET,

doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Alexandru FRECĂUȚEANU,

doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Gheorghe NICOLAESCU,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Iachim GUMANIUC,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Mihail GADIBADI,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Ion BACEAN,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Angelina TĂLĂMBUȚĂ,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Mihail POPOVICI,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Redactor-coordonator

Viorica LUPU

Revizuire text în limba engleză

Elena HODENCO

Revizuire text în limba rusă

Ana BRĂIESCU

Adresa redacției:

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

str. Mircești 44, Chișinău, MD 2049

Tel.: 022 312258; Fax: 37322 312276

E-mail: stiintaagricola@uasmd.md

www.sa.uasmd.md

Founders:

State Agrarian University of Moldova

Institute of Agricultural Technique „Mecagro”

Editor-in-chief

Liviu VOLCONOVICI,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Deputy Editor-in-chief

Ilie CERCEL,

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

Editorial Board

Boris GAINA,

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

Valerian BALAN

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Elena MOROI,

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

Grigore MARIAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Vladimir BAUTIN,

Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)

Tlektes ESPOLOV,

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

Serghei KORLIUK,

Doctor Habilitatus, Professor (Ukraine)

Arshaluys Poghos TARVERDYAN,

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

Seyit AYDIN, Ph. D., Professor (Turkey)

Sezgin AYAN, Ph. D., Professor (Turkey)

Vasile VINTU, Ph. D., Professor (Romania)

Gerard JITAREANU, Ph. D., Professor (Romania)

Radu SESTRAS, Ph. D., Professor (Romania)

Florin STANICA, Ph. D., Professor (Romania)

Victor SEREMET,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Alexandru FRECAUȚEANU,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Gheorghe NICOLAESCU,

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

Iachim GUMANIUC,

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

Ion BACEAN,

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

Mihail GADIBADI,

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

Angelina TALAMBUTA,

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

Mihail POPOVICI,

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

Coordinating editor

Viorica LUPU

English-language style edition

Elena HODENCO

Russian language style edition

Ana BRĂIESCU

Address:

State Agrarian University of Moldova

44, Mircesti Street, Chisinau, MD 2049

Phone.: 022 312258; Fax: 37322 312276

E-mail: stiintaagricola@uasmd.md

www.sa.uasmd.md

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

ISSN 2587-3202 (electronic)

ISSN 1857-0003 (print)

<http://www.sa.uasm.md>

AGRICULTURAL SCIENCE

ȘTIINȚA AGRICOLĂ

**Nr. 2
2021**

Chișinău 2021

CUPRINS

Ananie PEȘTEANU Influența operațiunilor tehnice secundare dirijate pentru garnisirea eficace a coroanei pomilor de cireș altoiți pe portaltoiu MaxMa14 în primii ani de dezvoltare	3
Vasile ȘARBAN, Valerian BALAN Influența portaltoiuului asupra productivității și calității fructelor de cireș în sistem superintensiv	11
Ananie PEȘTEANU, Dmitrii MIHOV Evaluarea produsului Brevis la normarea încălzirii de rod în coroana pomilor de păr din soiul RX 1247	18
Anamaria CĂLUGĂR, Cristian Ștefănel LEMNE, Anca Cristina BABEȘ, Florin Dumitru BORA, Călin BOZDOĞ, Claudiu Ioan BUNEA The use of biostimulant Maturex to increase the quality of the grapes in the Muscat of Hamburg variety in the conditions of Cluj Napoca	23
Ionica BOSOI, Marioara PUȘCALĂU, Liliana ROTARU, Chică MIHU Evoluția principalilor factori climatici în arealul viticol Odobești	29
Cristian Constantin MITU, Andreea BARBU, Mihai FRÎNCU, Violeta Alexandra ION, Andrei PETRE, Liliana BĂDULESCU Drying parameters influence in organic apples quality	35
Yaroslav TSYTSIURA Assessment of allelopathic sensitivity of oilseed radish (<i>Raphanus sativus</i> L. var. oleiformis Pers.) to the main weeds of its agroecos at the stage of initial growth	40
Irina MIHAILOV, Vasile ȘARBAN Virusul Plum Pox în plantația de prun din cadrul gospodăriei SRL „Star Agro Grup” – manifestarea simptomelor, cercetare, diagnoză	49
Gheorghe PEI, Radu VLAD, Cristian Gheorghe SIDOR, Alexandra ȘTEFAN Evaluarea calității lemnului arborilor de molid afectați de putregai prin metoda măsurării rezistențelor electrice	54
Dionisie BOAGHIE Studiul creșterilor în diametru a stejărețelor de stejar pedunculat de proveniență vegetativă (lăstari) din Republica Moldova	59
Виталий ДЕКОВЕЦ, Максим КУЛИК, Наталья СИПЛИВАЯ Особенности формирования урожайности биомассы мискантуса гигантского при совместном выращивании с бобовыми культурами	71
Фарман ГУЛИЕВ, Лала ГУСЕЙНОВА Церкоспороз гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана	79
Андрей ШТИРБУ, Наталья СИВАК Последствие применения гиббереллина на столовых сортах винограда	87
Vera GRANACI, Valentin FOCSA, Alexandra CONSTANDOGLO Performanțele de reproducție în raport cu intensitatea de folosire a potențialului productiv al vacilor de rasa Holstein de diversă origine	92
Olena RAZANOVA, Oksana SKOROMNA Lead and cadmium transition in soil – plant – honey system	99
Kseniia PARAMONOVA, Tatiana IVANOVA, Aakash MALIK Exploring the potential of invasive plant Sosnowsky's hogweed for densified biofuels production	105
Denisa MAREȘOVÁ, Kryštof MAREŠ, Tatiana IVANOVA, Yayan SATYAKTI Environmental impact assessment of different temporary waste disposal sites in Bandung, Indonesia: further step to sustainable waste management	109
Oksana YEREMENKO, Olga ONYSCHENKO Economic efficiency of intensive technology of sunflower cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine	113

CONTENTS

Ananie PEȘTEANU Influence of secondary technical operations directed for promoting an effective branching of the crown in cherry trees grafted on MaxMa 14 rootstock in the first years of development	3
Vasile ȘARBAN, Valerian BALAN Rootstock effect on cherry yield and fruit quality in superintensive growing system	11
Ananie PEȘTEANU, Dmitrii MIHOV Evaluation of Brevis product for crop load regulation in the crown of pear trees of RX 1247 variety	18
Anamaria CĂLUGĂR, Cristian Ștefănel LEMNE, Anca Cristina BABEȘ, Florin Dumitru BORA, Călin BOZDOĞ, Claudiu Ioan BUNEA The use of biostimulant Maturex to increase the quality of the grapes in the Muscat of Hamburg variety in the conditions of Cluj Napoca	23
Ionica BOSOI, Marioara PUȘCALĂU, Liliana ROTARU, Chică MIHU Evolution of the main climatic factors in Odobești viticultural area	29
Cristian Constantin MITU, Andreea BARBU, Mihai FRÎNCU, Violeta Alexandra ION, Andrei PETRE, Liliana BĂDULESCU Drying parameters influence in organic apples quality	35
Yaroslav TSYTSIURA Assessment of allelopathic sensitivity of oilseed radish (<i>Raphanus sativus</i> L. var. oleiformis Pers.) to the main weeds of its agroecos at the stage of initial growth	40
Irina MIHAILOV, Vasile ȘARBAN Plum Pox virus in the plum orchard of the farm „Star Agro Grup” Ltd – symptom manifestation, research, diagnosis	49
Gheorghe PEI, Radu VLAD, Cristian Gheorghe SIDOR, Alexandra ȘTEFAN Quality assessment of the Norway spruce trees affected by root rot using the method of electrical resistance measurement	54
Dionisie BOAGHIE Study of diameter increment in pedunculate oaks of vegetative origin (shoots) in the Republic of Moldova	59
Vitalij DEKOVETS, Maksym KULYK, Natalia SIPLIVAYA Peculiarities of biomass yield formation in giant miscanthus grown in intercropping with legume crops	71
Farman GULIEV, Lala GUSEYNOVA Cercosporosis of pomegranate bushes in the conditions of the western part of Azerbaijan	79
Andrei STIRBU, Natalia SIVAK Aftereffect of the use of gibberellin on table grape cultivars	87
Vera GRANACI, Valentin FOCSA, Alexandra CONSTANDOGLO Reproductive performance and relationship with the intensity of use of productive potential in Holstein cows of different origins	92
Olena RAZANOVA, Oksana SKOROMNA Lead and cadmium transition in soil – plant – honey system	99
Kseniia PARAMONOVA, Tatiana IVANOVA, Aakash MALIK Exploring the potential of invasive plant Sosnowsky's hogweed for densified biofuels production	105
Denisa MAREȘOVÁ, Kryštof MAREŠ, Tatiana IVANOVA, Yayan SATYAKTI Environmental impact assessment of different temporary waste disposal sites in Bandung, Indonesia: further step to sustainable waste management	109
Oksana YEREMENKO, Olga ONYSCHENKO Economic efficiency of intensive technology of sunflower cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine	113

DOI: 10.5281/zenodo.5834320

CZU: 634.23:631.54

INFLUENȚA OPERAȚIUNILOR TEHNICE SECUNDARE DIRIJATE PENTRU GARNISIREA EFICACE A COROANEI POMILOR DE CIREȘ ALTOIȚI PE PORTALTOIUL MAXMA 14 ÎN PRIMII ANI DE DEZVOLTARE

Ananie Peșteanu

Abstract. The researches were carried out during 2018-2020, in the intensive cherry orchard of the varieties Kordia, Ferrovia, Regina, founded in the spring of 2017 at the company LLC "Clasprod-Fruct", with the vegetative rootstock MaxMa 14, which later in the August was grafting in chip budding. In the spring of 2018, the rootstocks were cut to the grafted buds and during the vegetation period a vigorous annual stem was obtained in the form of a twig. For the study of various secondary technical operations and the rational branching of the leader, in the spring of 2019 an experiment was organized with the following gradation: 1. Trees trained as slender spindle improved system (control); 2. Extirpation of 4-5 axillary buds from top to bottom of the leader while keeping a bud intact. 3. Incisions above the buds. It was established that, when forming cherry crowns, of various varieties, grafted on the MaxMa 14 rootstock, in chip budding, it is reasonable to intervene on the buds on the leader through transverse incisions, when the buds begin to turn green. To increase the branching potential of the incisions made, the place exposed to cutting should be treated with the Progerbalin LG growth regulator (1.8% GA₄₊₇ + 1.8% 6-BA), in the ratio one part of the product to eight-ten parts of latex paint.

Key words: Cherry; Buds; Extirpation; Incision; Branching; Fruit buds.

Rezumat. Cercetările s-au efectuate pe parcursul anilor 2018–2020, în livada intensivă de cireș din soiurile Kordia, Ferrovia, Regina, fondată în primăvara anului 2017 la întreprinderea S.R.L. „Clasprod-Fruct”. Livada a fost plantată cu portaltoiul vegetativ MaxMa 14 care ulterior, în luna august, a fost expus altoirii cu mugure dormind. În primăvara anului 2018 portaltoaiile au fost tăiate la mugurele altoit, pe parcursul perioadei de vegetație obținându-se o tulpină anuală viguroasă sub formă de vargă. Pentru a studia efectul operațiunilor tehnice secundare la garnisirea rațională a axului, în primăvara anul 2019 a fost organizată o experiență graduală: 1) pomi conduși după coroana fus subțire ameliorat (martor); 2) extirparea eşalonată a 4–5 muguri axilari de pe ax, cu păstrarea unui mugure intact; 3) incizia deasupra mugurilor. Au fost studiați parametrii pomilor, numărul de ramuri, lungimea medie și însumată a lor, capacitatea de garnisire cu muguri floralii solitari și cu ramuri buchet. S-a stabilit că, la formarea coroanelor de cireș de diverse soiuri, altoite pe portaltoiul MaxMa 14 și oculate cu mugure dormind, este oportun de intervenit asupra mugurilor de pe ax prin incizii transversale când aceștia încep a înverzi. Pentru majorarea potențialului de ramificare a inciziilor făcute, locul expus tăierii trebuie prelucrat cu regulatorul de creștere Progerbalin LG (1,8% GA₄₊₇ și 1,8% 6-BA), în proporția: o parte de produs la 8–10 părți de vopsea pe bază de latex.

Cuvinte-cheie: Cireș; Muguri; Extirpare; Incizie; Ramificare; Muguri de rod.

INTRODUCERE

Pentru majoritatea soiurilor de cireș este caracteristică dominanța apicală puternică în primii ani după plantare (Asănică, A. 2012; Babuc, V. 2012; Balan, V. 2015; Budan, S., Gradinariu, G. 2000; Elfving, D., Visser, D. 2009).

Tăierea este operațiunea principală care inhibă dominanța apicală a pomului și influențează asupra mugurilor care, altfel, ar fi putut rămâne latenți ori transformați în ramuri buchet (Elfving, D., Visser, D. 2009). În cazul efectuării tăierii se înregistrează o creștere puternică sub punctul de intervenție, care se limitează la câțiva muguri mai jos. Creșterile anuale formate în zona respectivă sunt puternice, foarte frecvent au unghi de inserție îngust și nu pot fi utilizate în continuare pentru garnisirea coroanei cu macrostructură vegetativă (Babuc, V. et al. 2015; Balan, V. et al. 2001; Cimpoeș, Gh. 2018).

Din acest motiv, un pom de cireș necesită pregătire prin intermediul diferitor operațiuni tehnice secundare pentru a obține ramificații laterale și a înregistra producții precoc. De asemenea, este important ca acești lăstari laterali formați pe ax să fie astfel inserați, încât pomul să fie condus din start după coroana solicitată în funcție de gradul de intensificare a plantației (Hoying, St. et al. 2001; Long, L. et al. 2014).

Alături de tehnologiile moderne utilizate la cultura cireșului, în vederea sporirii producției de fructe, atât sub aspect cantitativ, cât și calitativ, o importanță majoră revine operațiunilor tehnice secundare (Long, L. et al. 2015).

La cultivarea cireșului, pentru formarea coroanelor și garnisirea cu macrostructură vegetativă și microstructură roditoare, pomicultorii practică diverse moduri și operațiuni tehnice secundare prin care se poate interveni asupra formării lăstarilor laterali la pomii de cireș, cum ar fi scurtarea, ciupirea, creșterea, extirparea mugurilor, incizia, torsionarea etc. (Cimpoieș, Gh. 2000; Long, L. et al. 2014).

Extirparea mugurilor se utilizează la formarea coroanelor și constă în suprimarea lor cu scopul de a preîntâmpina creșterea unor lăstari inoportuni. Aceasta se efectuează în perioada când mugurii sunt umflați și permite o redistribuire eficace a substanțelor plastice către elementele rămase în cadrul coroanei (Cimpoieș, Gh. 2000; Long, L. et al. 2020).

Incizia este operațiunea prin care se îndepărtează scoarța, pe o lățime de 3–6 mm, sub formă de secțiuni ori circular, fără a degrada vasele lemnoase. Lucrarea se poate executa cu multă ușurință primăvara, la dez mugurit, sau în perioada de încetinire a creșterii lăstarilor, pentru ca până toamna rana să se cicatrizeze (Jacyna, T., Lipa, T. 2008; Long, L. et al. 2014).

Incizia de diferit tip influențează asupra garnisirii pomilor cu macrostructură vegetativă și induce fructificarea precoce a pomilor. Incizia are rolul de a împiedica circulația bazipetală a substanțelor de creștere și a celor trofice (Cimpoieș, Gh. 2000).

Cercetătorii E. D. Bennewitz (2010), T. Jacyna (1989), D. Elfving și D. Visser (2009) au raportat că combinarea inciziei și tratarea locului expus tăieturii cu un regulator de creștere pe bază de 6-BA și GA₄₊₇ a majorat numărul ramificațiilor laterale obținute în zona axului la pomii de cireș, în comparație cu varianta netratată. Rezultatele privind eficacitatea regulatorilor de creștere pe bază de 6-BA și GA₄₊₇ la majorarea gradului de ramificare a pomilor de măr în SUA au fost descrise de S. Mahdavi (2020), iar în condițiile climatice ale Republicii Moldova - în cercetările efectuate de A. Peșteanu și M. Bostan (2018).

Scopul cercetărilor a constat în stabilirea influenței extirpării eşalonate a 4–5 muguri și a inciziei deasupra mugurilor la formarea coroanei pomilor de cireș altoiți cu mugur dormind, în livadă plantată pe portaltoiu MaxMa 14 în sistemul intensiv de cultură, în vederea garnisirii mai rațională a axului cu macrostructură vegetativă și cu microstructură roditoare, precum și în vederea obținerii unor producții precoce.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat pe parcursul anilor 2018–2020 în livada intensivă de cireș fondată în preajma satului Târșiței, raionul Telenеști, în primăvara anului 2017, la întreprinderea SRL „Clasprod-Fruct”, cu portaltoiu vegetativ MaxMa 14 care, în luna august, a fost expus altoirii cu mugure dormind. În primăvara anului 2018 portaltoiaiele au fost tăiate la mugurele altoit, pe parcursul perioadei de vegetație obținându-se o tulpină anuală viguroasă sub formă de vargă.

Pentru studierea diferitelor operațiuni tehnice secundare și garnisirea rațională a axului, în primăvara anului 2019 a fost organizată o experiență bifactorială de tipul 3x3, cu următoarea gradație a factorilor:

Factorul A – soiul:

A₁ – soiul Kordia;

A₂ – soiul Ferrovia;

A₃ – soiul Regina;

Factorul B – operațiunile tehnice secundare dirijate pentru garnisirea axului cu macrostructură vegetativă și microstructură roditoare:

B₁ – pomii conduși după coroana fus subțire (martor);

B₂ – extirparea eşalonată a 4–5 muguri axilari de pe ax cu păstrarea unui mugure intact. Se suprimă mugurii din zona trunchiului. Mugurele terminal al tulpinii rămâne intact, apoi se extirpează 4–5 muguri axilari inserați în spirală, cu păstrarea unui mugure intact. Astfel, la fiecare 10–12 cm pe ax se păstrează câte un mugure amplasat în spirală;

B₃ – incizia deasupra mugurilor. Deasupra mugurilor axilari, în zona garnisirii coroanei, se intervine în primăvară, când mugurii încep a înverzi, printr-o secționare a vaselor liberiene, cu o pătrundere în alburn, pentru a întrerupe fluxul ascendent al substanțelor trofice (Fig. 1).

Se recomandă ca incizia transversală deasupra mugurilor să fie efectuată când temperatura din timpul zilei este de cel puțin 10–12°C, iar intervenția să fie făcută înainte de apariția frunzelor.

Locul inciziilor transversale s-a prelucrat cu regulatorul de creștere Progerbalin LG (1,8% GA₄₊₇ și 1,8% 6-BA), în raportul o parte de produs la 8–10 părți de vopsea pe bază de latex (Fig. 1).



Figura 1. Varianta cu incizia transversală deasupra mugurilor în plantația de cireș și prelucrare cu regulatorul de creștere Progerbalin LG

Cercetările s-au efectuat în condiții de câmp și de laborator, după metode acceptate la culturile pomicele.

Numărul, lungimea medie și lungimea însumată a ramurilor anuale s-au stabilit prin măsurare la patru pomi model din fiecare variantă, la finele perioadei de vegetație, cu determinarea ulterioară a valorilor respective (Fig. 2).

Rezultatele au fost analizate în raport cu cele înregistrate la varianta martor.



Figura 2. Gradul de garnisire a axului cu macrostructură vegetativă și cicatrizarea locului unde s-a efectuat incizia

Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat prin metoda analizei dispersonale.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Parametrii ansamblului vegetativ se consideră elemente foarte importante ale structurii plantației, care influențează în mod direct productivitatea lor.

Pe parcursul anului 2018, după tăierea portaltoiului la mugurele cultural, tulpina a înregistrat o creștere viguroasă, cuprinsă între 199 și 218 cm (Tab. 1).

În anii 2019-2020 înălțimea pomilor de cireș variază neînsemnat sub influența particularităților biologice ale soiului, dar depinde mai mult de metoda de intervenție asupra garnisirii coroanei cu ramificații laterale.

Tabelul 1. Înălțimea pomilor de cireș în funcție de soi și de operațiunile tehnice secundare utilizate la formarea coroanei, cm

Varianta de intervenție	a. 2018	a. 2019	a. 2020
Soiul Kordia			
Varianta 1(m)	207	250	313
Varianta 2	205	333	379
Varianta 3	210	290	308
DL 5%	8,9	13,5	13,9
Soiul Ferrovio			
Varianta 1(m)	212	240	301
Varianta 2	215	345	389
Varianta 3	218	298	327
DL 5%	9,4	13,7	14,5
Soiul Regina			
Varianta 1(m)	199	245	307
Varianta 2	205	327	371
Varianta 3	200	295	321
DL 5%	8,4	13,6	13,8

În anul 2019 au fost înregistrate valori mai mici la varianta martor, unde toate tulpinile au fost tăiate la înălțimea de 80 cm cu scopul de a forma etajul inferior din 4 ramuri și axul pomului. Înălțimea pomilor la soiurile studiate a variat de la 240 la 250 cm.

În cazul variantelor cu extirparea mugurilor axilari și incizii transversale deasupra mugurilor, înălțimea pomului a înregistrat valori mai mari în comparație cu varianta martor. Aceasta se explică prin faptul că tulpina pomilor a rămas intactă, fără scurtare, asupra ei s-a intervenit numai cu operațiuni tehnice secundare.

În anul 2020 înălțimea pomilor a fost în creștere față de anul precedent, iar legitatea de dezvoltare a indicelui studiat a fost identică cu cea înregistrată în anul 2019.

Valori mai mici ale înălțimii pomilor în anul 2020 s-au obținut la toate soiurile luate în studiu în varianta martor (301–313 cm), urmând, în creștere, varianta în care s-au efectuat incizii transversale deasupra mugurilor (308–327 cm) și varianta în care s-a operat extirparea a 4–5 muguri axilari (371–379 cm).

Indiferent de modul de intervenție asupra formării coroanei, lățimea ansamblului vegetativ la pomii din soiul Regina a fost mai mare decât la cei din soiul Kordia și Ferrovio. Valori mai mici ale lățimii ansamblului vegetativ au fost înscrise în variantele cu extirparea a 4 – 5 muguri axilari și cu incizii transversale deasupra mugurilor (115–175 cm) (Tab. 2).

În anul 2020 se observă o legitate privind lățimea ansamblului vegetativ în funcție de modul de intervenție asupra axului pomilor prin diverse operațiuni tehnice secundare. Dacă în varianta martor indicele în studiu a constituit 163–186 cm, atunci când asupra axului s-a intervenit prin incizii transversale deasupra mugurilor, lățimea ansamblului vegetativ a fost de 143–163 cm.

Deoarece distanța de plantare la pomii de cireș este de 4,4x2,2 m, în anul 2020 nu s-a înregistrat inter-pătrunderea coroanelor pe lungimea rândului. Ramificațiile laterale, obținute atât perpendicular pe rând, în cadrul coroanei, cât și pe lungimea rândului, nu au deviat prea mult de la dezvoltarea lor în variantele cu operațiuni tehnice secundare. Doar o influență mai mare au avut particularitățile biologice ale soiului.

În pomicultura modernă, îndeosebi la cultura cireșului, pentru a favoriza fructificarea precoce, asupra tulpinii și ramificațiilor laterale ale pomilor se intervine prin diferite operațiuni tehnice secundare (extirpare a mugurilor, incizie transversală, creștere, strangulare etc.). Acestea au scopul de a garnisi coroana pomilor cu macrostructură vegetativă și microstructură roditoare.

Tabelul 2. Lățimea și lungimea coroanei pomilor de cireș în funcție de soi și de operațiunile tehnice secundare utilizate la formarea coroanei, cm

Varianta de intervenție	Lățimea coroanei		Lungimea coroanei	
	a. 2019	a. 2020	a. 2019	a. 2020
Soiul Kordia				
Varianta 1(m)	140	170	147	187
Varianta 2	122	160	143	178
Varianta 3	122	145	138	175
DL 5%	5,8	7,4	6,5	7,8
Soiul Ferrovio				
Varianta 1(m)	135	163	142	180
Varianta 2	115	157	138	171
Varianta 3	122	140	135	164
DL 5%	5,3	7,1	6,3	7,5
Soiul Regina				
Varianta 1(m)	141	186	154	199
Varianta 2	145	175	151	184
Varianta 3	130	163	140	168
DL 5%	6,0	8,6	6,9	8,3

În anul 2019, în varianta martor, numărul de ramuri anuale formate în cadrul pomilor din soiurile luate în studiu a constituit 5–6 bucăți (Tab. 3).

Un număr mai mare de ramuri anuale pe axul pomilor s-a înregistrat în variantele cu extirparea eşalonată a 4–5 muguri și menținerea unui mugure intact și cu efectuarea inciziei transversale deasupra mugurelui.

În cadrul soiului Kordia, în varianta cu extirparea a 4–5 muguri de pe axul pomilor, numărul ramurilor anuale formate în perioada de vegetație a constituit 18 bucăți/pom, iar în varianta cu incizii transversale deasupra mugurilor – 37 bucăți/pom, o mare parte din aceste ramificații având poziție oblică.

La soiurile Regina și Ferrovio se observă aceeași distribuție ca la soiul Kordia, doar că valorile înregistrate sunt diferite. Numărul ramurilor anuale formate la pomii din soiul Regina în varianta cu extirparea a 4–5 muguri a fost de 21 bucăți/pom. În cazul variantei în care s-au efectuat incizii transversale deasupra mugurilor, indicele în studiu a înregistrat valori mai mici comparativ cu soiul Kordia, constituind 32 bucăți/pom. La soiul Ferrovio, în funcție de variantă, indicele studiat a variat între 18 și, respectiv, 32 bucăți/pom.

Lungimea ramurilor anuale din cadrul coroanei pomilor este un indicator pentru activitatea proceselor fiziologice din cadrul coroanei și depinde de numărul de ramuri înregistrat pe parcursul perioadei de vegetație.

Investigațiile efectuate scot în evidență faptul, că lungimi medii aproximativ identice au fost înscrise în varianta martor și în varianta cu extirparea a 4-5 muguri axilari. Dacă, de exemplu, în cadrul variantelor evidențiate anterior, lungimea medie a ramurilor anuale la soiul Kordia a constituit 71,0 cm și, respectiv, 75,0 cm, la soiul Regina, în ambele variante, indicele menționat a constituit 77,0 cm, iar la soiul Ferrovio a variat între 71,0 cm și 74,0 cm.

Valori mai mici ale lungimii medii a ramurilor anuale au fost înscrise în varianta în care pe axul pomului s-au efectuat incizii transversale deasupra mugurilor, unde indicele studiat a constituit 53,0 cm la pomii din soiul Kordia, 54,0 cm la cei din soiul Regina și 63,0 cm la cei din soiul Ferrovio.

Numărul de ramuri anuale și lungimea lor formează lungimea însumată a creșterilor respective. Lungimea însumată a ramurilor anuale este influențată de particularitățile biologice ale soiului și de intervențiile tehnice secundare care sunt aplicate pe ax în perioada de primăvară, când se declanșează procesul de vegetație.

Valori mai mici ale lungimii însumate a ramurilor anuale au fost înscrise la soiul Kordia în varianta martor – 355 cm, urmând, în creștere, soiurile Regina – 385 cm și Ferrovio – 426 cm.

Tabelul 3. Lungimea medie și lungimea însumată a ramurilor la pomii de cireș în funcție de soi și de operațiunile tehnice secundare utilizate la formarea coroanei, anul 2019, cm

Varianta de intervenție	Numărul ramurilor anuale, bucăți/pom	Lungimea medie, cm	Lungimea însumată, cm
Soiul Kordia			
Varianta 1(m)	5	71	355
Varianta 2	18	75	1550
Varianta 3	37	53	1961
DL 5%	1,3	2,6	54,7
Soiul Ferrovía			
Varianta 1(m)	6	71	426
Varianta 2	18	74	1332
Varianta 3	32	63	2016
DL 5%	1,4	2,9	60,7
Soiul Regina			
Varianta 1(m)	5	77	385
Varianta 2	21	77	1617
Varianta 3	32	54	1728
DL 5%	1,5	3,3	51,3

Cercetând în continuare influența operațiunilor tehnice secundare asupra lungimii însumate a ramurilor anuale în cadrul coroanei pomilor de cireș, înregistrăm o anumită legitate. Valori mai mici ale lungimii însumate la soiurile luate în studiu au fost înscrise în varianta martor (355 – 426 cm). O lungime mai mare a ramurilor anuale dezvoltate în coroana pomilor de cireș în anul doi de vegetație s-a obținut în varianta unde pe tulpina pomului s-au efectuat incizii transversale deasupra mugurilor (1728 – 2016 cm). În cazul când ramificațiile anuale au fost formate pe axul central prin metoda de extirpare a mugurilor, indicele analizat a înregistrat valori medii (1332 – 1617 cm), dar optime pentru garnisirea axului cu macrostructură vegetativă.

Pomii de cireș intră pe rod în anul 3–6 de la plantare și rodesc preponderent pe buchete de mai, ramuri plete, ramuri mijlocii, la baza lor. În general, cu vârsta, la cireș mugurii de rod prevalează asupra celor vegetativi, iar producția de fructe se află în strânsă corelație cu lungimea ramurilor anuale, pe care ulterior se formează buchetele de mai.

Pentru a tempera creșterea numărului de formațiuni de rod, în primăvara anului 2020, la toate soiurile luate în studiu a fost aplicat prin udare produsul Paklot. Administrarea produsului în cauză a avut ca efecte diminuarea vigoriei de creștere și garnisirea mai rațională cu microstructură roditoare a ramurilor din cadrul coroanelor.

Investigațiile efectuate scot în evidență că numărul mugurilor floriferi solitari de la baza ramurilor anuale, formate pe ramurile cu vârsta de doi ani, este influențat de particularitățile biologice ale soiului și de operațiunile tehnice secundare utilizate la formarea macrostructurii vegetative.

Un număr mai mic de muguri solitari pe ramurile anuale au format pomii din soiul Kordia (41 bucăți/pom), urmat de soiurile Ferrovía (70 bucăți/pom) și Regina (110 bucăți/pom) (Fig. 3).

Studiind numărul de ramuri buchet amplasate în varianta martor pe ramurile cu vârsta de doi ani, înregistrăm valori mai mici la pomii din soiul Regina (80 bucăți/pom), urmând, în creștere, soiurile Kordia (86 bucăți/pom) și Ferrovía (95 bucăți/pom).

Garnisirea cu microstructură roditoare a ramurilor cu diferită vârstă, de asemenea, este influențată de operațiunile tehnice secundare aplicate.

Un număr mai mic de muguri solitari la soiurile luate în cercetare s-au înregistrat în varianta martor (41–110 bucăți/pom). Intervențiile tehnice secundare din anul 2019 asupra mugurilor de pe ax au majorat numărul de muguri solitari formați la baza ramurilor anuale, acesta constituind 90–120 bucăți/pom, în varianta cu extirparea a 4–5 muguri, și 150–220 bucăți/pom, în varianta cu incizie transversală deasupra mugurilor.

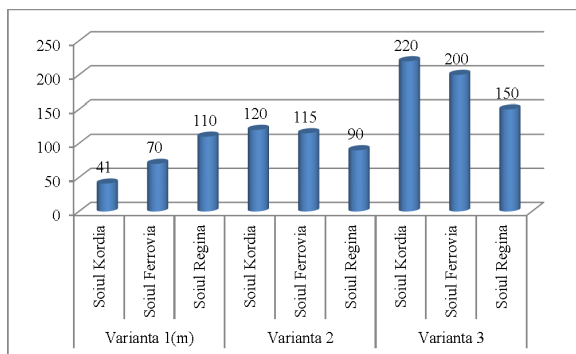


Figura 3. Numărul mugurilor solitari în pomii de cireș în funcție de soi și de operațiunile tehnice secundare aplicate la formarea coroanei, anul 2020, bucăți/pom

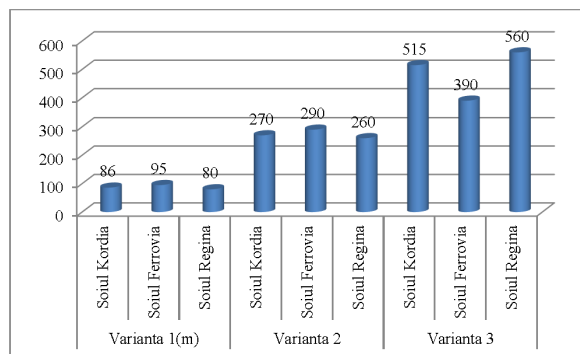


Figura 4. Numărul ramurilor buchet în pomii de cireș în funcție de soi și de operațiunile tehnice secundare utilizate la formarea coroanei, bucăți/pom

Efectul operațiunilor tehnice secundare se resimte și asupra cantității de ramuri buchet formate pe macrostructura vegetativă cu vârsta de doi ani și pe ax (Fig. 4).

Valori mai mici ale numărului de ramuri buchet s-au obținut la toate soiurile în varianta martor (80–95 bucăți/pom). Numărul mai mare de ramuri din cadrul coroanei sporește valorile indicelui luat în studiu. În varianta cu extirparea a 4–5 muguri axilari, numărul de ramuri buchet la soiurile luate în studiu a crescut până la 260–290 bucăți/pom, adică de 3,0–3,2 ori în comparație cu varianta martor. În cazul efectuării inciziei deasupra mugurilor, numărul buchetelor de mai a crescut considerabil, constituind 390–560 bucăți/pom.

Avantajele operațiunilor tehnice secundare la garnisirea coroanei pomilor de cireș cu formațiuni de rod sunt confirmate și prin suma obținută a mugurilor solitari și a buchetelor de mai. La soiurile luate în studiu, numărul total de formațiuni de rod a constituit 127–190 bucăți/pom în varianta martor și 350–405 bucăți/pom în varianta cu extirparea a 4–5 muguri axilari, ceea ce constituie o majorare de 2,1–2,7 ori față de varianta martor. În cazul variantei cu incizii transversale deasupra mugurilor, valorile indicelui în cauză au atins 540–735 bucăți/pom, de 3,8–4,2 ori mai mari comparativ cu varianta martor.

Această creștere a numărului de formațiuni de rod în cadrul coroanei de cireș permite obținerea unei fructificări precoce și menținerea unui raport favorabil între procesele de creștere și fructificare la fiecare soi.

CONCLUZII

Particularitățile biologice ale soiului de cireș și operațiunile tehnice secundare întreprinse asupra tulpinii pomului influențează procesele de creștere. La toate soiurile luate în studiu, în variantele unde s-a intervenit cu operațiuni tehnice secundare pentru a stimula formarea ramificațiilor laterale, înălțimea pomilor a fost în corelație cu cantitatea de ramuri anuale obținute în coroana pomilor.

Rezultate optime privind cantitatea de ramuri anuale s-au înregistrat în variantele în care asupra tulpinii pomilor s-a intervenit prin extirparea a 4–5 muguri axilari sau prin incizii transversale deasupra mugurelui.

Numărul de muguri floriferi solitari de la baza ramurilor anuale și numărul buchetelor de mai sunt influențate de particularitățile biologice ale soiului și de operațiunea tehnică secundară utilizată la formarea macrostructurii vegetative.

Pentru livezile de fermieri și plantațiile comercial-industriale, la formarea coroanelor de cireș de diverse soiuri, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, oculate cu mugure dormind sau plantate sub formă de vargă, se recomandă ca axul să fie lăsat să crească în formă liberă, iar în primăvara următoare de intervenit asupra mugurilor de pe ax prin incizii transversale, când aceștia încep a înverzi, prin tăierea cu un ferestrău cu dinți fini a vaselor liberiene și a 2–3 inele din alburn, astfel încât cicatrizarea să nu se petreacă imediat.

Pentru a mări potențialul de ramificare a inciziilor făcute, locul expus tăierii se recomandă a fi prelu-

crat cu regulatorul de creștere Progerbalin LG (1,8% GA₄₊₇ și 1,8% 6-BA), în raportul o parte de produs la 8–10 părți de vopsea pe bază de latex.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ASĂNICĂ, A. (2012). Cireșul în plantațiile moderne: între compatibilitate și incompatibilitate. București: Ceres. 152 p. ISBN 978-973-40-0957-2.
2. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău, 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
3. BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2015). Conducerea și tăierea pomilor și arbuștilor fructiferi. Chișinău, 256 p. ISBN 978-9975-87-021-4.
4. BALAN, V., CIMPOIEȘ, Gh., BARBĂROȘIE, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: Museum. 452 p. ISBN 9975-906-39-7.
5. BALAN, V. (2015). Tehnologii pentru intensificarea culturii mărului și cireșului. In: Akademos, nr. 3(38), pp. 82-87. ISSN 1857-0461.
6. BENNEWITZ, E., FREDES, C., GUTIERREZ, L., LOŠÁK, T. (2010). Effect of the coapplication of Promalin® at different bud phenological stages and notching at different distances on lateral branching of three sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.) in central Chile. In: ACTA Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis, vol. 58(2), pp. 45-50.
7. BUDAN, S., GRADINARIU, G. (2000). Cireșul. Iași: Ed. Ion Ionescu de la Brad, 264 p. ISBN 973-8014-11-5.
8. CIMPOIEȘ, Gh. (2000). Conducerea și tăierea pomilor. Chișinău: Știința, 275 p. ISBN 9975-67-149-9.
9. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). Pomicultura specială. Chișinău: Print Caro, 557 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
10. HOYING, S., ROBINSON, T., ANDERSEN, R. (2001). Improving Sweet Cherry Branching. In: New York Fruit Quarterly, vol. 9, nr. 1, pp. 13-17.
11. ELFFVING, D., VISSER, D. (2009). Stimulation of Lateral Branch Development in Young Sweet Cherry Trees in the Orchard Without Bark Injury. In: International Journal of Fruit Science, vol. 9(2), pp. 166-175. DOI: 10.1080/15538360903004981.
12. JACYNA, T., WOOD, D., TRAPPITT, S. (1989). Application of Puclobutrazol and Promalin (GA₄₊₇ + BAP) in the Training of "Bing" Sweet Cherry Trees. In: New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, vol. 17(1), pp. 41-47.
13. JACYNA, T., LIPA, T. (2008). Induction of lateral shoots in unpruned leaders of young sweet cherry trees. In: Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, vol. 6, pp. 65-73. ISSN 1231-0948.
14. LONG, L., PEȘTEANU, A., LONG, M., GUDUMAC, E. (2014). Producerea cireșilor. Manual tehnologic. Chișinău: Editura Bons Offices. 258 p.
15. LONG, L., LANG, G., MUSACCHI, S., WHITING, M. (2015). Cherry Training Systems. A Pacific Northwest Extension Publication. PNW 667. Washington State University, 68 p.
16. LONG, L., LANG, G., KAISER, C. (2020). Sweet Cherries (Crop Production Science in Horticulture). CABI, 360 p. ISBN 978-1786398284.
17. MAHDAVI, S., FALLAHI, E., LANG, G., FALLAHI, B. (2020). Gibberellic Acid₄₊₇ and Benzyladenine, Cambium Disconnection, Nitrogen, and Tip Removal Influence on Branch Induction in Newly Planted Poorly Feathered "Fuji" Apple Trees. In: American Journal of Plant Sciences, vol. 11, pp. 496-509. ISSN 2158-2742.
18. PEȘTEANU, A., BOSTAN, M. (2018). Perfecționarea unor elemente tehnologice la producerea materialului săditor pentru fondarea livezilor moderne de măr. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 52-59. ISSN 2587-3202.
19. TOPRAK, R., SOYSAL, D., DEMİRİSOY, H. (2018). The effect of Perlman and bud management on growth, lateral shoots, and the precocity of cherry nursery trees. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 42(4), pp. 281-287. DOI:10.3906/tar-1711-102.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

PEȘTEANU Ananie  <https://orcid.org/0000-0002-8985-7101>

doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Catedra Horticultură, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: a.pesteanu@uasm.md

Data prezentării articolului: 24.10.2021

Data acceptării articolului: 05.11.2021

DOI : 10.5281/zenodo.5834324

CZU: 634.232:631.54

INFLUENȚA PORTALTOIULUI ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR DE CIREȘ ÎN SISTEM SUPERINTENSIV

Vasile ȘARBAN, Valerian BALAN

Abstract. Rootstock effects on the yield and quality of the sweet cherry fruits were studied in the pedoclimatic conditions of the central area of the Republic of Moldova in 2019–2020. The sweet cherry tree varieties Early Star, Samba and Black Star were grafted on the rootstock Gisela 6, trained according to the improved slender spindle crown form and planted at a density of 1250 trees/ha, while the tree varieties Kordia, Regina, Stella, Ferrovia and Skeena were grafted on the rootstock MaxMa 14, trained according to the naturally improved low volume crown system and planted at a distance of 5x3 m. Grass cover cropping technique was used for orchard floor management and drip irrigation was performed. The yield, diameter and mass of sweet cherries, soluble dry matter content and titratable acidity of fruits were determined. The variety/rootstock association significantly influenced the yield of the trees and the size of the fruits, the differences being statistically recorded. The largest fruit diameter, in average values, was recorded by the Black Star variety, grafted on the rootstock Gisela 6, and by the varieties Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena and Stella grafted on the rootstock MaxMa 14 (27,3-28,6 mm). A higher average soluble dry matter content (18,77-20,2 Brix%) and an increased titratable acidity (0,65-0,77 mg malic acid/100 g⁻¹) were recorded by the varieties Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena and Stella. Among the sweet cherry varieties grafted on the rootstock Gisela 6, the variety Samba was the most productive (16821 kg/ha), and among the varieties grafted on the rootstock MaxMa 14, the varieties Kordia and Regina recorded the highest fruit yield (19292-19314 kg/ha).

Key words: *Prunus avium*; Variety; Rootstock; Yield; Fruit; Mass; Diameter.

Rezumat. Influența portaltoiului asupra productivității și calității fructelor de cireș a fost studiată în condițiile pedoclimatice ale zonei de centru a Republicii Moldova în anii 2019-2020. Pomii din soiurile Early Star, Samba și Black Star au fost altoiți pe portaltoiul Gisela 6, conduși sub forma de coroană fus subțire ameliorat și plantați la densitatea de 1250 de pomi/ha, iar pomii din soiurile Kordia, Regina, Stella, Ferrovia și Skeena au fost altoiți pe portaltoiul MaxMa 14, conduși după sistemul de coroană natural ameliorată cu volum redus și plantați la distanțe de 5x3 m. Solul în livezi s-a menținut înierbat pe cale artificială, plantațiile s-au irigat prin picurare. În cadrul studiului s-au determinat recolta, diametrul și masa cireșelor, conținutul de substanță uscată solubilă și aciditatea titrabilă a fructelor. Asociația soi-portaltoi a influențat semnificativ randamentul pomilor și mărimea fructelor, diferențele fiind asigurate statistic. Cel mai mare diametru al fructelor, în valori medii, a fost înregistrat la soiul Black Star, altoit pe portaltoiul Gisela 6, și la soiurile Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena și Stella, altoite pe portaltoiul MaxMa 14 (27,3-28,6 mm). Un conținut mediu mai mare de substanță uscată solubilă (18,77-20,2 Brix%) și o aciditate titrabilă sporită (0,65-0,77 mg acid malic/100 g⁻¹) s-au obținut la soiurile Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena și Stella. Dintre soiurile de cireș altoite pe Gisela 6, soiul Samba a fost cel mai productiv (16821kg/ha), iar dintre soiurile altoite pe MaxMa 14, soiurile Kordia și Regina au înregistrat cel mai înalt randament de fructe (19292-19314 kg/ha).

Cuvinte-cheie: *Prunus avium*; Soi; Portaltoi; Randament; Fruct; Masă; Diametru.

INTRODUCERE

Cireșele sunt un produs dietetic sănătos, bogat în compuși fenolici semnificativi, vitamina C, carotenoide, zaharuri și acizi organici. Cu acțiune glicemică benefică și aport crescut la activitatea antioxidantă, cireșele se remarcă, în același timp, prin conținutul relativ scăzut de calorii (Whiting, M. et al. 2005). În Republica Moldova, cireșul este o cultură tradițională, iar în ultimii 20 ani a cunoscut o evoluție enormă datorită sortimentului nou de portaltoiaie vegetative de vigoare mică și medie și varietății de soiuri autofertile de înaltă calitate. S-au făcut numeroase cercetări cu privire la tehnologia de cultură în livezi de mare densitate (Long, L. E. et al. 2014; Ivanov, I. et al. 2015), care, în condiții favorabile de intensificare a procedeele tehnologice, au permis obținerea recoltelor durabile din punct de vedere productiv și calitativ (Gjamovski, V., Kiptijanovski, M., Arsov, T. 2016; Long L. E. et al. 2005; Long, L. E. 2003; Sumedrea D., Isac Il., Iancu M. 2014).

Productivitatea și calitatea fructelor depind nu numai de factorii genetici, ci și de factorii de mediu și practicile de management cultural. Conținutul compușilor bioactivi, culoarea și gustul fructelor depind mult de diferența de temperatură dintre ziua și noaptea dinaintea recoltării, de intensitatea luminii în coroana pomului și de stadiul de maturitate al fructelor (Serra, A. T. et al. 2011; Crisosto, C. N. et al. 2003; Serrano, M. et al. 2005; Usenik, V et al. 2013; Erbas, D. et al. 2018).

La cireșe, relația dintre maturarea fructelor și conținutul biologic activ al fructului este destul de

strânsă. Cireșele au cea mai înaltă calitate și cel mai bogat conținut de nutrienți la etapa de maturitate optimă (Mahmood, Z. et al. 2013). S-a stabilit că etapa de maturitate a fructelor de cireș are un efect semnificativ asupra calității fructelor și a conținutului biochimic. În același timp, culoarea, mărimea, fermitatea, gustul și aroma fructelor sunt principalii factori care determină preferința consumatorului (Esti, M. et al. 2002). Potrivit cercetătorilor U. Wermund et al. (2005), F. Kappel et al. (1996), o cireașă „ideală” ar trebui să fie mare, de culoare roșu-închis și dulce.

Actualmente, în Republica Moldova, portaltoaiile de vigoare medie (MaxMa 14) și medie-redușă (Gisela 6) nu sunt pe deplin folosite, fiind, de asemenea, puțin reflectate în studii de specialitate. În cercetarea de față s-a determinat influența portaltoaiilor Gisela 6 și MaxMa 14 la productivitatea plantațiilor de cireș, precum și efectul maturării asupra caracteristicilor recoltei și calității fructelor din soiurile Ferrovია, Kordia, Regina, Stella, Skeena, Early Star, Samba, Black Star, în diferite combinații.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile cu privire la productivitatea și calitatea fructelor de cireș au fost realizate în anii 2019–2020 în zona pomicolă de centru a Republicii Moldova, în 2 experiențe staționare din cadrul SRL „StarAgroGroop” (s. Ustia, r. Criuleni). Prima experiență s-a înființat cu soiurile Kordia, Regina, Stella, Ferrovია și Skeena, altoite pe portaltoiul MaxMa 14. Pomii s-au plantat în toamna anului 2012, cu distanța de plantare 5 x 3 m, forma de coroană – natural ameliorată cu volum redus. A doua experiență s-a fondat în toamna anului 2015 cu soiurile de cireș Early Star, Samba, Black Star, altoite pe portaltoiul Gisela 6, cu pomi plantați în direcția nord-sud la o distanță de 4 m între rânduri și de 2 m între pomi pe rând, forma de coroană – fus subțire ameliorat.

Metodologia de cercetare. Variantele s-au amplasat după principiul polifactorial, în blocuri randomizate, pe 2 rânduri de pomi din mijlocul benzii la fiecare soi (Мойсейченко, В. Ф., Заверюха, А. Х., Трифанова, М. Ф. 1994). Experiențele au fost concepute în 4 repetiții a câte 8 pomi reprezentativi în fiecare repetiție. Pomii au fost selectați pe baza diametrului trunchiului la 20 cm mai jos de prima ramură de schelet, cu utilizarea șublerului digital caliper ($\pm 0,01$ mm) (TOLSEN Tools, 35053, China).

Diametrul cireșelor în perioada de dezvoltare și maturizare a fructelor s-a identificat cu ajutorul șublerului digital și al șablonului prevăzut cu orificii de 26, 28, 30, 32 și 34 mm (VOEN, Germania). Aceste măsurări s-au efectuat din momentul în care fructele au început să-și schimbe culoarea pielii din verde în roz-gălbui până la maturare deplină, peste fiecare 3 zile, folosindu-se diagrama de culori CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruit et Legumes, France): roz-gălbui, roșu foarte deschis, roșu, roșu-aprins, roșu-închis, brun-roșietic închis, cafeniu-închis. Fructele au fost recoltate manual la maturitatea comercială, fiind transportate imediat, într-un interval de 2 ore, cu vehicule frigorifice la laboratorul de horticultură al Departamentului de Horticultură al Universității Agrare de Stat din Moldova. Fructele (câte 500 g pentru fiecare nivel de culoare în fiecare repetiție) au fost separate pentru analiza pe baza culorii fructelor (diagrama CTIFL).

Greutatea, diametrul și fermitatea fructului s-au determinat la 20 de cireșe în patru probe identice ($n=80$) din fiecare soi. Greutatea fructelor s-a măsurat cu cântarul digital ($\pm 0,01$ g) (AS 82/220.X2). Conținutul de substanță uscată solubilă în fructe s-a măsurat utilizând refractometrul digital (DR201-95, Germania).

Randamentul s-a determinat în timpul recoltării, pentru fiecare soi și pom separat, cântărind producția de pe 32 de pomi și calculând media aritmetică. S-a urmărit interacțiunea portaltoiului și soiului ca factori de bază care determină randamentul și calitatea fructelor. S-au efectuat descrieri morfologice, măsurări biometrice, cu prelucrarea statistică a rezultatelor. Datele procesate sunt prezentate în valori medii pe 2 ani de cercetare. Diferențele dintre variante au fost comparate cu 5% probabilitate (Дюпехов, Б. А. 1985).

Managementul cultural al plantației. Pe parcursul cercetărilor, lucrările agrotehnice în livezi s-au efectuat în mod regulat (controlul bolilor, tăierea pomilor, irigarea și fertilizarea). Livezile sunt irigate prin picurare, iar pentru a monitoriza umiditatea solului se utilizează traductorii Watermark, instalați la 20, 40 și 60 cm adâncime în fiecare parcelă. Apa este distribuită prin magistrale cu picurători fixate la 40 cm de la sol pe direcția rândului. Solul în livezi se menține înierbat pe cale artificială. Benzile dintre rânduri, late de 2-2,5 m, cu buruieni ce cresc natural și artificial, se cosesc la necesitate și rămân ca mulci. De-a lungul rândului de pomi se aplică erbicide sau 2-3 prașe mecanice, cu freză cu palpator.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Randamentul și calitatea cireșelor depind nu numai de soi, dar și de factorii de mediu și de procedeele tehnologice aplicate. În schimb, prețul de realizare al cireșelor este determinat, în primul rând, de culoarea și uniformitatea mărimii fructului, apoi de fermitatea, gustul și aroma lor. Din punct de vedere comercial, mărimea cireșelor este apreciată, de obicei, prin diametru sau prin greutatea medie. După diametru, fructele pot fi împărțite în continuare în fracțiuni: cu diametrul mai mic de 26 mm; 26,1-28 mm; 28,1-30 mm; 30,1-32 mm; 32 și mai mare (Long, L. E. et al. 2014). Ritmul de creștere a cireșelor în perioada de maturare a fructelor depinde de asociația soi-portaltoi (Ivanov, I. et al. 2015). Din momentul în care fructele încep să se matureze și culoarea pielii se transformă din culoarea verde în roz-gălbui, ritmul de creștere a fructelor este mai mare comparativ cu următoarele perioade de maturare (Fig. 1, 2).

Spre exemplu, în anul 2019, la soiul Samba, cu culoarea pielii roz-gălbui, diametrul cireșelor a fost de 16,6 mm, iar cu culoarea roșu-deschis – 22,2 mm, ceea ce e cu 33,7% mai mult. În continuare, între etapele de culoare de la roșu-deschis până la roșu-închis diametrul fructelor a crescut numai cu 11,7%. Aceeași legătură s-a înregistrat și la soiurile Early Star și Black Star, altele pe portaltoiul Gisela 6, în sensul că, odată cu înaintarea maturării fructelor ritmul de creștere a diametrului lor scade. Evoluția

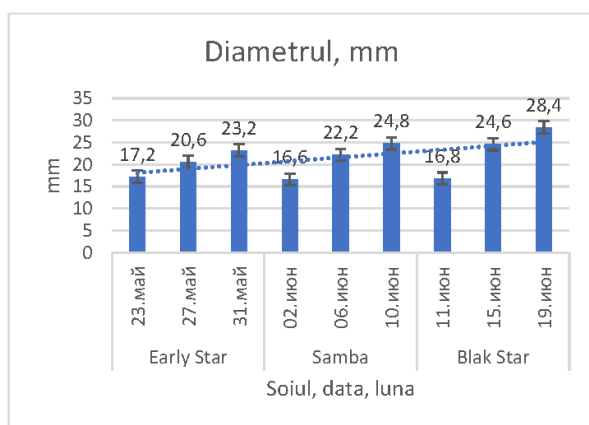


Figura 1. Monitorizarea diametrului fructelor de cireș în procesul dezvoltării din momentul în care fructele sunt de culoare roz-gălbui (portaltoi Gisela 6, distanța de plantare 4x2 m, SRL „StarAgroGroop”, Ustia, anul 2019)

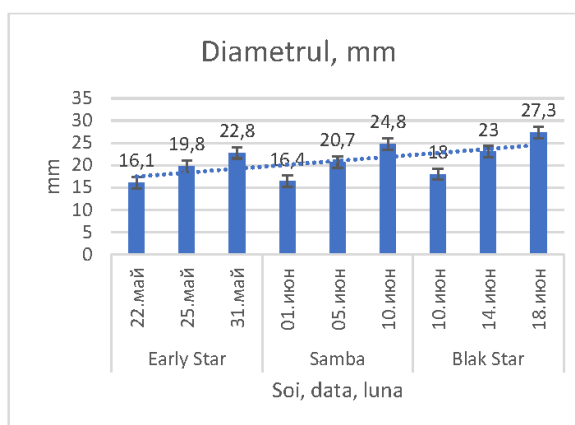


Figura 2. Monitorizarea diametrului fructelor de cireș în procesul dezvoltării din momentul în care fructele sunt de culoare roz-gălbui (portaltoi Gisela 6, distanța de plantare 4x2 m, SRL „StarAgroGroop”, Ustia, anul 2020)

de creștere a diametrului fructelor în perioada de maturare a fost în ascensiune – de la 34,9% la soiul Early Star, până la 69% la soiul Black Star.

În anul 2020, ritmul de creștere a diametrului fructelor, de asemenea, a fost condiționat de perioada de maturare a lor, în sensul că, din momentul când fructele încep să-și schimbe culoarea pielii din roz-gălbui (16,1-18,0 mm) în roșu-deschis (19,8-23,0 mm), intensitatea creșterii este mult mai mare (22,9-27,8%) comparativ cu ultima perioadă (15,1-19,8%). Pe durata maturării fructelor, diametrul cireșelor s-a majorat cu 41,6-51,7%.

Modificările diametrului fructelor la soiurile Kordia, Regina, Stella, Ferrovía și Skeena, altele pe portaltoiul MaxMa 14, sunt prezentate în figurile 3 și 4. În anul 2019, maturarea fructelor s-a început în perioada 14-17 iunie și a durat 9-10 zile (22-25 iunie). În prima perioadă de maturare a fructelor, diametrul lor s-a majorat de la 28,8%, la soiul Stella, până la 43,5%, la soiul Skeena, iar în perioada a doua diametrul s-a majorat numai cu 12,2-18,9%. În anul 2020, soiul Stella s-a evidențiat prin recoltare mai timpurie (15.06), soiul Regina prin recoltare târzie (29.06), iar soiurile Ferrovía, Kordia și Skeena s-au recoltat între 19.06-24.06. Dacă e să comparăm perioadele de maturare a fructelor, vom menționa că în prima perioadă, de la schimbarea culorii pielii din roz-gălbui în roșu-deschis, diametrul fructelor

se majorează cu 29,2-52,1%, iar în a doua perioadă, de la schimbarea pieluței din roșu-deschis în roșu-închis, diametrul fructelor se majorează numai cu 10,6-19,2%.

Din datele prezentate se poate face concluzia că diametrul cireșelor din soiurile Early Star, Samba și Black Star, altoite pe portaltoiul Gisela 6, în perioada de maturare a fructelor se majorează cu 34,8-69%, iar la soiurile Ferrovio, Kordia, Regina, Skeena și Stella, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, diametrul se mărește cu 50,5-68,2%.

Masa cireșelor la soiurile Early Star, Samba și Black Star diferă în raport de diametrul lor. Astfel, la soiul Black Star fructele au avut 8,2-8,7 g/fruct, pe când la soiul Early Star masa fructelor a constituit numai 7,2-7,5 g/fruct (Tab. 1). În anul 2019, soiurile de cireș Early Star, Samba și Black Star, altoite pe portaltoiul Gisela 6, au înregistrat valori medii ale diametrului fructelor de la 23,2 mm până la 28,4 mm, iar în anul 2020 acest indice a înregistrat valori de 22,8-27,3 mm. Soiul Black Star se deosebește printr-un diametru

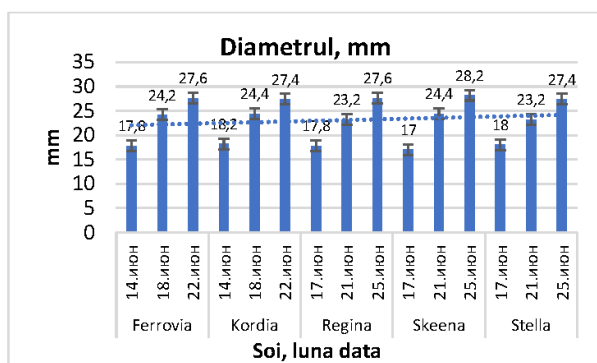


Figura 3. Monitorizarea diametrului fructelor de cireș în procesul dezvoltării din momentul în care fructele sunt de culoare roz-gălbui (portaltoi MaxMa 14, distanța de plantare 5x3 m, SRL „StarAgroGroop”, Ustia, anul 2019)

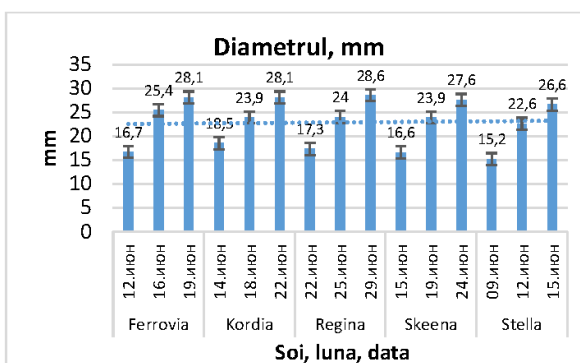


Figura 4. Monitorizarea diametrului fructelor de cireș în procesul dezvoltării din momentul în care fructele sunt de culoare roz-gălbui (portaltoi MaxMa 14, distanța de plantare 5x3 m, SRL „StarAgroGroop”, Ustia, anul 2020)

al fructelor mai mare (27,3-28,4 mm), asigurat statistic, comparativ cu soiurile Early Star și Samba. Cele mai mici fructe (23,2-22,8 mm) s-au obținut la soiul Early Star, cu maturare timpurie a fructelor.

Tabelul 1. Randamentul și calitatea fructelor la cireș (portaltoi Gisela 6, distanța de plantare 4x2 m)

Soiul	Recolta, kg/ha	Diametrul fructelor, mm	Masa cireșelor, g	Substanța uscată solubilă, Brix%	Aciditatea titrabilă, mg acid malic 100 g ⁻¹
Anul 2019					
Early Star	7013	23,2	7,5	17,8	0,63
Samba	16821	24,8	7,8	17,6	0,72
Blak Star	10750	28,4	8,7	17,9	0,66
DL 5%	1930,4	0,79	0,35	0,34	-
Anul 2020					
Early Star	4889	22,8	7,2	18,7	0,67
Samba	4111	24,8	7,5	18,1	0,71
Blak Star	10333	27,3	8,2	18,2	0,63
DL 5%	873,9	1,13	0,42	0,85	-

La soiurile Early Star, Samba și Black Star, în anul 2019, substanța uscată solubilă a constituit 17,6-17,9 Brix%, iar în anul 2020 – 18,1-18,7 Brix%. Observăm, că valorile conținutului de substanță uscată solubilă diferă puțin de la an la an și de la soi la soi. În anii 2019–2020, aciditatea titrabilă în fructele de cireș a fost de 0,63-0,72 mg de acid malic 100 g⁻¹. Menționăm că substanța uscată solubilă și aciditatea titrabilă în fructe la soiurile Early Star, Samba și Black Star, altoite pe portaltoiul Gisela 6, au valori constante și diferă puțin în funcție de condițiile climatice.

Fructele din soiurile Ferrovio, Kordia, Regina, Skeena și Stella, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, în anii 2019–2020 au înregistrat 27,4-28,6 mm în diametru și nu diferă statistic de la un soi la altul (Tab. 2). Amintim, că masa cireșelor, substanța uscată solubilă și aciditatea titrabilă în fructe sunt indici biologici specifici soiului (Whiting, M. et al. 2005). Astfel, soiurile Ferrovio, Kordia și Regina se evidențiază prin masa mai mare a fructelor (8,43-10,9 g), comparativ cu soiurile Skeena și Stella (7,97-8,5 g). Soiul Regina, altoit pe MaxMa 14, a format cele mai mari fructe (9,83-10,9 g). În anul 2019, substanța uscată solubilă în fructe este cuprinsă între 17,67 Brix%, la soiul Ferrovio, și 18,1 Brix%, la soiul Regina. În anul 2020, conținutul de substanță uscată solubilă la soiurile studiate s-a mărit și a constituit 18,77-20,2 Brix%. Aciditatea titrabilă în fructe la soiurile de cireș Ferrovio, Kordia, Regina, Skeena și Stella are valori de 0,65-0,77 mg acid malic 100 g⁻¹. Menționăm, că în anul 2020, odată cu mărirea conținutului de substanță uscată solubilă în fructe s-a mărit și aciditatea titrabilă.

Tabelul 2. *Randamentul și calitatea fructelor la cireș
(portaltoi MaxMa 14, distanța de plantare 5x3 m)*

Soiul	Recolta, kg/ha	Diametrul fructelor, mm	Masa cireșelor, g	Substanța uscată solubilă, Brix%	Aciditatea titrabilă, mg acid malic 100 g ⁻¹
Anul 2019					
Ferrovio	4114	27,6	8,43	17,67	0,66
Kordia	19314	27,4	8,80	17,80	0,65
Regina	19292	27,6	9,83	18,10	0,67
Skeena	9169	28,2	7,97	17,87	0,66
Stella	7992	27,4	7,97	17,70	0,70
DL 5%	1355,2	0,95	0,64	0,48	-
Anul 2020					
Ferrovio	3152	28,1	9,0	18,53	0,73
Kordia	3441	28,1	8,9	20,20	0,72
Regina	11411	28,6	10,9	18,77	0,76
Skeena	8547	27,6	8,3	18,77	0,77
Stella	5372	26,6	8,5	18,97	0,71
DL 5%	1000,5	1,26	0,33	0,74	-

Fructele din soiurile Ferrovio, Kordia, Regina, Skeena și Stella au fost recoltate la fermitatea necesară pentru a fi păstrate și transportate la distanțe mari. În anul 2019, soiurile de cireș Early Star, Samba și Black Star au înregistrat valori medii cuprinse între 7013 kg/ha (soiul Early Star) până la 16821 kg/ha (soiul Samba). Soiul tardiv Black Star ocupă o poziție intermediară. Cele mai mari valori distinct semnificative cu 56,4-139,9% le-au avut pomii din soiul Samba. O creștere importantă s-a înregistrat și la soiul Black Star – cu 53,3% comparativ cu soiul Early Star. În anul 2020, randamentul la soiurile Early Star și Samba s-a redus semnificativ în raport cu anul 2019 și a constituit numai 4111-4889 kg/ha. Soiul tardiv Black Star a avut o recoltă superioară (10333 kg/ha), distinct semnificativă cu 111,4-151,4% comparativ cu soiurile Early Star și Samba.

Recolta la soiurile Ferrovio, Kordia, Regina, Skeena și Stella, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, diferă foarte mult de la un soi la altul. În anul 2019, soiurile Kordia și Regina se deosebesc printr-o creștere semnificativă a recoltei (19292-19314 kg/ha) comparativ cu soiurile Ferrovio, Skeena și Stella (4114-9169 kg/ha). Cea mai mică valoare a randamentului de fructe s-a înregistrat la soiul Ferrovio (4114 kg/ha). În anul 2020 s-a înregistrat o recoltă semnificativ mai mică (3152-11411 kg/ha) comparativ cu anul 2019 (4114-19314 kg/ha). Soiurile Regina și Skeena au avut o recoltă mai mare (8547-11411 kg/ha) în raport cu soiurile Ferrovio, Kordia și Stella (3152-5372 kg/ha).

La analiza influenței asociației soi-portaltoi asupra randamentului soiurilor de cireș trebuie de menționat că și particularitățile biologice ale soiului au un rol semnificativ la formarea recoltei de fructe. Pe parcursul anilor, cele mai mari valori ale recoltei au fost înregistrate la soiul Black Star, altoit pe

portaltoiul Gisela 6, și la soiurile Regina și Skeena, altoite pe portaltoiul MaxMa 14. Diferența mare de recoltă se explică, de asemenea, prin înghețurile înregistrate în fenofazele de dez mugurire și deschidere a florilor. Soiurile Samba, Kordia și Ferrovía au fost mai afectate de brumele târzii de primăvară comparativ cu soiurile Regina, Black Star și Skeena, care au perioada de înflorire mai târzie.

CONCLUZII

Dintre soiurile de cireș altoite pe Gisela 6, cele mai mari valori în anul 2019 (16821 kg/ha), distinct semnificative cu 56,4-139,9%, le-au avut pomii din soiul Samba, iar în anul 2020 soiul Black Star s-a evidențiat cu o recoltă superioară de 10333 kg/ha, distinct semnificativă cu 111,4-151,4% comparativ cu soiurile Early Star și Samba.

Soiurile Kordia și Regina, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, în anul 2019 au realizat cea mai mare recoltă de fructe (19292-19314 kg/ha). Randamentul soiurilor Regina și Skeena s-a dovedit a fi mai constant (8547-19292 kg/ha) în raport cu soiurile Ferrovía, Kordia și Stella (3152-19314 kg/ha). Brumele târzii de primăvară au adus prejudicii mai mari soiurilor cu înflorire timpurie Samba, Kordia și Ferrovía, comparativ cu soiurile Regina, Black Star și Skeena, care înfloresc mai târziu.

Diametrul, masa medie și substanța uscată solubilă a fructelor depind de particularitățile biologice ale soiului și sunt slab influențate de calitățile portaltoiului utilizat. Soiurile s-au remarcat printr-o uniformitate mare a fructelor de aceeași categorie de mărime. La soiul Black Star, altoit pe portaltoiul Gisela 6, și la soiurile Ferrovía, Kordia, Regina, Skeena și Stella, altoite pe portaltoiul MaxMa 14, valorile medii ale diametrului fructelor au constituit 27,3-28,6 mm.

Masa cireșelor din soiurile Early Star, Samba și Black Star diferă în funcție de diametrul lor și constituie de la 7,2-7,5 g/fruct (soiul Early Star) până la 8,2-8,7 g/fruct (soiul Black Star). La soiurile Ferrovía, Kordia și Regina s-a înregistrat cea mai mare masă a fructelor (8,43-10,9 g), evidențiindu-se soiul Regina, cu 9,83-10,9 g/fruct.

Valorile conținutului de substanță uscată solubilă (17,6-18,7 Brix%) și ale acidității titrabilă în fructe (0,63-0,72 mg acid malic 100 g⁻¹) la soiurile Early Star, Samba și Black Star sunt constante și depind puțin de condițiile climatice. Aceiași indicatori diferă mai mult la fructele din soiurile Ferrovía, Kordia, Regina, Skeena și Stella –18,77-20,2 Brix% și 0,65-0,77 mg acid malic 100 g⁻¹, valorile fiind mai mari în anul 2020.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost susținut de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova, fiind realizat în cadrul proiectului 20.80009.5107.04 „Adaptarea tehnologiilor durabile și ecologice de producere a fructelor sub aspect cantitativ și calitativ în funcție de integritatea sistemii de cultură și schimbărilor climatice” (director de proiect – doctor habilitat, profesor universitar Valerian Balan).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CRISOSTO, C. H., CRISOSTO, G. M., METHENEY, P. (2003). Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. In: *Postharvest Biology and Technology*, no. 28, pp.159-167.
2. ERBAS, D., KOYUNCU, M.A., OZUSOY, F., ONURSAL, C.E. (2018). Effects of pre-harvest putrescine treatment on fruit quality of sweet cherry cv. 0900 Ziraat. In: *Academic Journal of Agriculture*, no. 7, pp. 151-156.
3. ESTI, M., CINQUANTE, L., SINESIO, F., MONETA, E., MATTEO, M. (2002). Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. In: *Food Chemistry*, no. 76 (1), 399-405.
4. GJAMOVSKI, V., KIPTIJANOVSKI, M., ARSOV, T. (2016). Evaluation of some cherry varieties grafted on Gisela 5 rootstock. In: *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, no. 40(5), pp. 737-745.
5. IVANOV, I., BALAN, V., PASCAL, N., VAMASESCU, S. (2015). Recoltarea, calitatea și valorificarea fructelor de cireș. In: *Lucrări Științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. Chișinău 2015*, vol. 42(1): Horticultură, Viticultură și Vinificație, Silvicultură și Grădini publice, Protecția plantelor, pp. 183-188. ISBN 978-9975-64-269-9.
6. KAPPEL, F., FISHER-FLEMING, B., HOGUE, E. (1996). Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. In: *Hortscience*, no. 31(3), pp. 443-446.
7. LONG, L.E., FACTEAU, T., NUÑEZ-ELISEA, R., CAHN, H. (2005). Developments in High Density Cherries in the USA. In: *Acta Horticulturae*, no. 667, pp. 303-309.
8. LONG, L.E. (2003). Cherry Training Systems: Selection and Development. In: PNW 543. Corvallis, Oregon

- State University, 26 p.
9. LONG, LYNN E., LONG, MARLENE, PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2014). Producerea cireșelor: Manual tehnologic. Chișinău, pp. 119-126.
 10. LONG, Lynn E., LONG, Marlene, PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2014). Producerea Cireșelor. Manual tehnologic. Chișinău, 262 p.
 11. MAHMOOD, Z., ISHTIAG, A., SAEED, M. U. Q., SHEIKH, M. A. (2013). Investigation of physico-chemical composition and antimicrobial activity of essential oil extracted from lignin-containing cupressus sempervirens. In: BioResources, no. 8, pp. 1625-1633.
 12. SERRA, A.T., DUARTE, R.O., BRONZE, M.R., DUARTE, C. M. M. (2011). Identification of bioactive response in traditional cherries from Portugal. In: Food Chemistry, no. 125, pp. 318-325.
 13. SERRANO, M., GUILLEN, F., MARTINEZ-ROMERO, D., CASTILLO, S., VALERO, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry, no. 53, pp. 2741-2745.
 14. SUMEDREA, D., ISAC, IL., IANCU, M. (2014). Pomi, arbuști fructiferi, căpșun: Ghid tehnic și economic. Otopeni: Invel Multimedia. 546 p. ISBN 978-973-1886-82-4.
 15. USENIK, V., STAMPAR, F., KASTELEC, D. (2013). Phytochemicals in fruits of two Prunus domestica L. plum cultivars during ripening. In: Journal of the Science of Food and Agriculture, no. 93, pp. 681-692.
 16. WERMUND, U., FEARNE, A., HORNIBROOK, S. A. (2005). Consumer purchasing behaviour with respect to cherries in the United Kingdom. In: Acta Horticulturae, no. 667, pp. 539– 544.
 17. WHITING, M.D., LANG, G., OPHARDT, D. (2005). Rootstock and training system affect sweet cherry growth, yield and fruit quality. In: HortScience, no. 40, pp. 582-586.
 18. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). Москва: Агропромиздат. 351 с.
 19. МОЙСЕЙЧЕНКО, В.Ф., ЗАВЕРЮХА, А.Х., ТРИФАНОВА, М. Ф. (1994). Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. Москва: Колос, 365 p.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

ȘARBAN Vasile

doctorand, Școala Doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

BALAN Valerian  <https://orcid.org/0000-0001-9875-8888>

doctor habilitat, profesor universitar, Catedra Horticultură, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, directorul Școlii Doctorale a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură

E-mail: v.balan@uasmd.md

Data prezentării articolului: 20.02.2021

Data acceptării articolului: 25.03.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834331
CZU: 634.13:631.526.32:631.81

EVALUAREA PRODUSULUI BREVIS LA NORMAREA ÎNCĂRCĂTURII DE ROD ÎN COROANA POMILOR DE PĂR DIN SOIUL RX 1247

Ananie PEȘTEANU, Dmitrii MIHOV

Abstract. The study subject of the experience was RX 1247 pear variety, grafted on BA 29 rootstock. The trees were trained as slender spindle system. The distance of plantation is 4.0x2.0 m. The experimental plot was placed in the orchard of „Terra Vitis” Ltd. founded in 2013 year. The research was conducted during the period of 2018 year. This study had the aim to determine the efficacy of Brevis on the chemical thinning of pear fruits. The following experimental variants were tested: 1. Control – without treatment; 2. Dirager, 0.35 l/ha; 3. Brevis, 1.1 kg/ha; 4. Brevis, 1.65 kg/ha; 5. Brevis, 2.2 kg/ha. The spray with the products Dirager and with Brevis was performed when the central fruit in the inflorescence was 11.8 mm in diameter (05.05.2018). During the research, the number of fruits, mean fruit weight, crop yield and fruit size classes based on their weight were analyzed. It was established that the good effect of chemical thinning was noticed after application of the product Brevis in dose 1,1 kg/ha.

Key words: Pear; Growth regulator; Chemical thinning; Fruit weight; Crop yield.

Rezumat. Drept material biologic al experienței au servit pomii de păr din soiul RX 1247, altoiți pe portaltoiul BA 29. Pomii au fost conduși după sistemul fus subțire, distanța de plantare – 4,0x2,0 m. Lotul experimental a fost amplasat în livada întreprinderii SRL „Terra Vitis”, fondată în anul 2013. Cercetarea a fost efectuată în perioada anului 2018. Acest studiu a avut scopul de a determina eficacitatea produsului Brevis asupra răririi chimice a fructelor de păr. Experiențele s-au desfășurat în următoarele variante: 1) de control, fără tratament; 2) Dirager, 0,35 l/ha; 3) Brevis, 1,1 kg/ha; 4) Brevis, 1,65 kg/ha; 5) Brevis, 2,2 kg/ha. Stropirea cu produsele Dirager și Brevis s-a efectuat când fructul central din inflorescență avea în diametru 11,8 mm (05.05.2018). În timpul cercetării s-a studiat numărul fructelor, greutatea medie a lor, productivitatea și divizarea pe clasele de mărime pe baza greutății lor. Un efect mai rațional al răririi chimice s-a înregistrat în urma aplicării produsului Brevis în doza 1,1 kg/ha.

Cuvinte-cheie: Păr; Regulator de creștere; Rărire chimică; Fruct; Greutate; Productivitate.

INTRODUCERE

În Republica Moldova, suprafața totală cultivată cu pomi de păr este de circa 3,05 mii ha, dintre care cea pe rod constituie aproximativ 2,1 mii ha. Anual se produc circa 5000 mii tone de pere, recolta medie constituind 2,38 t/ha. Cele mai cultivate soiuri de păr în Republica Moldova sunt RX 1247, Noiabrskiaia, Vâstovocinaia etc. Dintre aceste soiuri, un număr mai mare de fructe în coroana pomilor leagă soiul RX 1247, astfel producând un număr mare de fructe, dar de o calitate inferioară.

La cultura părului, pentru a obține producții regulate și de înaltă calitate, cultivatorii trebuie să monitorizeze încărcătura recoltei din coroana pomilor (Babuc, V. 2012; Babuc, V. et al. 2015; Balan, V. et al. 2001; Cimpoieș, Gh. 2018). Scopul principal al unei plantații de păr constă în obținerea unei producții înalte cu un procent ridicat de fructe cu diametrul mai mare de 65 mm (Dussi, M. C. et al. 2008; Maas, F.M. et al. 2010; Mokhles, A. et al. 2020). În acest sens, până nu demult rădirea manuală era singura metodă posibilă pentru cultivatorii de pere din întreaga lume, deoarece nu existau regulatori de creștere cu efect pozitiv pentru normarea încărcăturii de rod.

Astăzi, în cercetările efectuate la nivel mondial, producătorii de pere utilizează la normarea încărcăturii de rod compuși pe bază de 6-BA și NAA (Asin, L. et al. 2009; Curetti, M. R. et al. 2010; Dussi, M. C. 2011). În SUA, recent a fost utilizat un produs pe bază de ABA (Arrington, M. et al. 2017; Einhorn, T. C., Arrington, M. 2018; Greene, D. W. 2012), iar în Olanda – pe bază de metamitron (Maas, F. M., Van der Steeg, P. 2011).

Acești compuși variază în ceea ce privește eficacitatea lor atunci când sunt utilizați după înflorire, adică în perioada de la căderea petalelor și până când diametrul fructului constituie 16 mm.

Utilizarea produsului pe bază de metamitron a avut un efect pozitiv la normarea încărcăturii de rod la pomii de măr (Brunner, P. 2014; Greene, D. W. 2014; Panuța, S. et al. 2021; Peșteanu, A. et al. 2021) și de păr din soiul Conference, fiind aplicat un singur tratament atunci când diametrul fructelor a variat de la 10 până la 12 mm (Maas, F. M., Van der Steeg, P. 2011).

Normarea încărcăturii de rod după înflorire permite luarea în considerație a gradului de înflorire, evitarea riscului de survenire a înghețurilor târzii de primăvară după înflorire și de periclitate a producției de pere.

Produsul Brevis, cu ingredientul activ metamitron, a fost introdus relativ nu demult în mai multe țări din lume, inclusiv în Republica Moldova, pentru normarea încărcăturii de rod la măr și păr. Există încă puține cercetări privind eficacitatea normării încărcăturii de rod sub influența produsului pe bază de metamitron. M. F. Maas și P. Van der Steeg (2011) au raportat rezultate pozitive de normare a încărcăturii de rod la soiul de păr Conference, folosind doze de la 175 până la 300 ppm.

Având în vedere că rădirea manuală este costisitoare și forța de muncă este din ce în ce mai dificil de antrenat la astfel de lucrări tehnologice, a fost înaintată ipoteza de a studia efectul normării încărcăturii de rod la cultura părului prin intermediul regulatorilor de creștere. În acest studiu prezentăm rezultatele obținute în urma tratării culturii părului cu produsul Brevis pentru normarea încărcăturii de rod pentru obținerea producțiilor constante și calitative.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat în livada de păr a întreprinderii SRL „Terra Vitis”, plantată în preajma satului Burlacu, raionul Cahul. Livada a fost înființată în primăvara anului 2013, cu pomi anuali, distanța de plantare – 4,0x2,0 m, forma de coroană – fus obișnuit. În perioada anului 2018 s-a studiat influența diferitor regulatori de creștere la soiul RX 1247, altoit pe portaltoiul BA 29.

În conformitate cu metoda de aplicare a regulatorilor de creștere din dotare, destinați pentru normarea încărcăturii de rod la păr, a fost elaborată următoarea schemă a experiențelor: 1) varianta fără rădire (martor); 2) varianta cu Dirager, 0,35 l/ha; 3) varianta cu Brevis, 1,1 kg/ha; 4) varianta cu Brevis, 1,65 kg/ha; 5) varianta cu Brevis, 2,2 kg/ha.

Tratarea cu Dirager și Brevis s-a făcut prin stropire la data de 5.05.2018, ora 19.00, când condițiile meteorologice din cadrul plantației au fost favorabile pentru efectuarea acestei operațiuni tehnologice (Fig. 1) și fructul central din inflorescență avea în diametru 11,8 mm.

Tratamentul cu produsele Dirager și Brevis s-a făcut după ce au căzut 0,6 mm precipitații atmosferice (ora 17.00) și suprafața foliară a pomilor de păr era uscată. Datorită precipitațiilor atmosferice, căzute în cantitate mică la data de 05.05.2018, și a celor ce au fost înregistrate la data de 10.05.2018, în următoarele 4-5 zile s-a diminuat fluctuația de temperatură dintre cea înregistrată în perioada de zi și pe parcursul nopții (+15,7-25,4°C) și a sporit umiditatea relativă a aerului (44,6-100,0%), ceea ce a permis de a înregistra o eficacitate înaltă a produselor administrate destinate pentru normarea încărcăturii de rod la cultura părului.

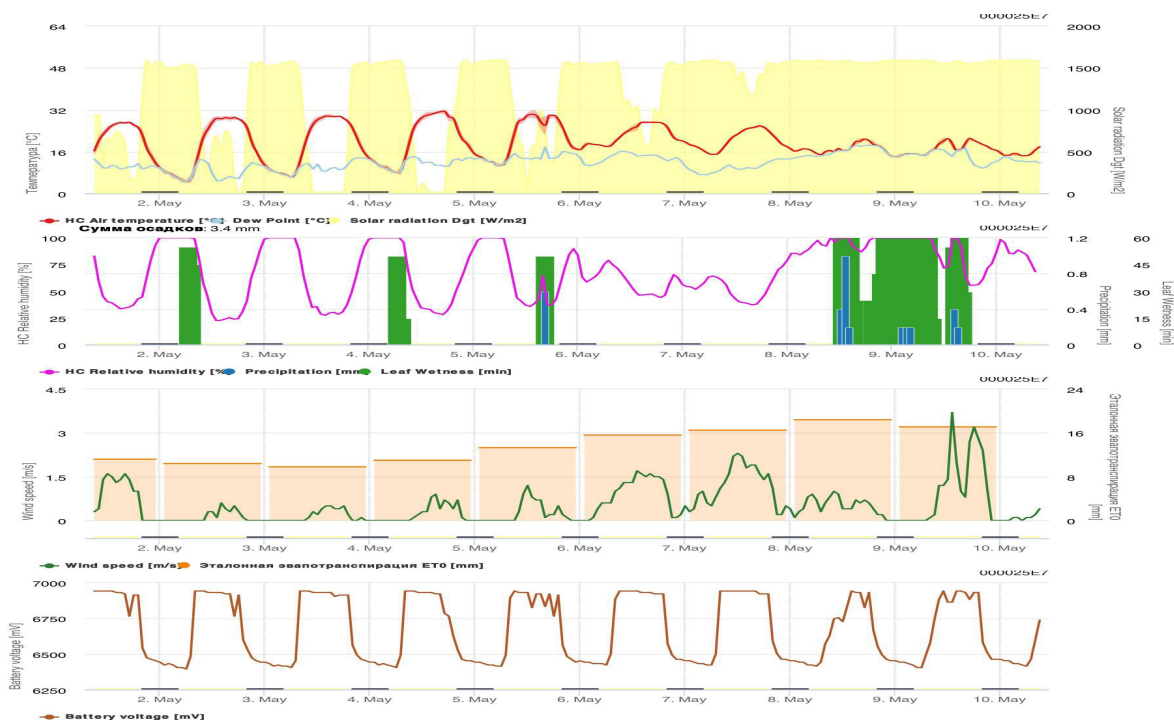


Figura 1. Condițiile climatice înscrise în cadrul plantației de păr a întreprinderii SRL „Terra Vitis” în perioada 01.05-10.5.2018, (Stația Metos nr. 000025E7 a SRL „Terra Vitis”)

Cantitatea de soluție administrată la un pom a constituit 0,8 litri, în funcție de numărul de pomi la o unitate de suprafață și cantitatea de apă recomandată de 1000 l/ha.

Cercetările s-au realizat în condiții de câmp și de laborator după metoda acceptată de îndeplinire a experiențelor la culturile pomicele cu regulatori de creștere.

Principalele rezultate obținute au fost prelucrate statistic prin metoda analizei dispersionale.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Numărul de fructe din coroana pomilor de păr din soiul RX 1247 este influențat de regulatorul de creștere utilizat la rărire și de doza administrată la tratare.

Investigațiile efectuate scot în evidență că un număr mai mare de fructe (Tab. 1) s-a înregistrat în varianta unde nu s-a efectuat răirirea – 130 bucăți/pom. În continuare, o diminuare neînsemnată a numărului de fructe s-a obținut în varianta tratată cu regulator de creștere Dirager în doza 0,35 l/ha – 118 bucăți/pom.

Tratarea cu produsul Brevis în doza 1,1 kg/ha a diminuat indicele în studiu cu 91,2% comparativ cu varianta martor. Majorarea dozei produsului studiat la 1,65 și 2,2 kg/ha a redus numărul de fructe rămase în cadrul pomilor până la 45 și, respectiv, 36 bucăți/pom.

Tabelul 1. Influența produsului Brevis asupra producției de fructe în coroana pomilor de păr din soiul RX 1247, anul 2018

Variantele experienței	Numărul de fructe, bucăți/pom	Greutatea medie, g	Producția de fructe		În % față de varianta martor
			kg/pom	t/ha	
Fără rărire, (martor)	130	212	27,6	34,5	100,0
Dirager, 0,35 l/ha	118	220	26,0	32,5	94,2
Brevis, 1,1 kg/ha	68	337	22,9	28,6	82,9
Brevis, 1,65 kg/ha	45	363	16,3	20,4	59,2
Brevis, 2,2 kg/ha	36	372	13,4	16,8	48,7
LDS 5%	5,4	16,5	1,4	1,5	-

Astfel, în varianta martor, unde nu s-a efectuat normarea încărcăturii de rod, greutatea medie a unui fruct la soiului RX 1247 a atins 212 g, iar în celelalte variante a constituit între 220 și 372 g. Valori mai mici ale greutateii medii a fructului au fost înregistrate la tratarea pomilor cu produsul Dirager în doza 0,35 l/ha – 220 g, iar cele mai mari în varianta tratată cu Brevis în doza 2,2 kg/ha – 372 g. Odată cu micșorarea dozei de tratare scade și greutatea medie a fructelor, aceasta constituind 337 g în varianta tratată cu Brevis în doza 1,1 kg/ha și 363 g în varianta cu Brevis, 1,65 kg/ha.

Producții mai mari de fructe la un pom și la o unitate de suprafață s-au obținut în varianta martor, fără rărire, unde indicii menționați au constituit 27,6 kg/pom și, respectiv, 34,5 t/ha. Valori nesemnificativ mai mici comparativ cu varianta martor au fost înregistrate în varianta tratată cu produsul Dirager în doza 0,35 l/h, unde producția de fructe a înregistrat 26,0 kg/pom și, respectiv, 32,5 t/ha. Rezultatele obținute în varianta respectivă ne permit să constatăm că tratarea pomilor din soiul RX 1247 cu produse pe bază de ANA n-a influențat esențial normarea încărcăturii de rod în coroana pomilor de păr.

În cazul variantei tratate cu produsul Brevis în doza 1,1 kg/ha, productivitatea unui pom a constituit 22,9 kg/pom, iar la o unitate de suprafață s-a obținut 28,6 t/ha, adică a scăzut cu 5,8% comparativ cu varianta martor. În variantele tratate cu produsul Brevis în dozele 1,65 și 2,2 kg/ha, producția globală de fructe a constituit 20,4 t/ha și, respectiv, 16,8 t/ha.

În cadrul studiului privind influența regulatorului de creștere asupra calității fructelor la pomii din soiul RX 1247, constatăm o redistribuire mai rațională în variantele tratate cu produsul Brevis, în comparație cu varianta martor, fără tratare, și cu varianta tratată cu produsul Dirager în doza 0,35 l/ha (Tab. 2).

În varianta martor, fără tratare, ponderea fructelor cu greutatea medie mai mică de 100 g constituie 3,7%, ponderea fructelor cu greutatea medie de 100-200 g constituie 58,5%, a fructelor cu greutatea medie de 200-300 g – 37,0%, iar a celor cu greutatea mai mare de 300 g – numai 0,8%. Rezultate similare au fost înregistrate în varianta tratată cu produsul Dirager în doza 0,35 l/ha, unde a sporit

ponderea fructelor cu greutatea mai mică de 100 g – 20,8%. Celelalte grupe de fructe au avut ponderi de 28,0; 40,0 și, respectiv, 11,2%. Aceasta demonstrează o dată în plus că produsul pe bază de ANA nu este eficient la normarea încărcăturii de rod în plantația de păr din soiul RX 1247.

Utilizarea regulatorului de creștere Brevis la normarea încărcăturii de rod a influențat pozitiv asupra calității fructelor obținute. Dacă, de exemplu, în varianta tratată cu Brevis în doza 1,1 kg/ha s-a înregistrat o pondere mai mare a fructelor cu greutatea medie de 100-200 g, și anume 10,1%, atunci la aplicarea dozei de 1,65 și 2,2 kg/ha, indicele în studiu s-a redus semnificativ și a constituit 3,8 și, respectiv 0,0%. Aceeași legitate este valabilă și pentru grupa de fructe cu greutatea medie de 200-300 g, indicele în studiu constituind 49,3; 44,2 și, respectiv, 27,3%. În cazul grupei de fructe cu greutatea medie de peste 300 g, ponderea acestora în varianta tratată cu cea mai mică cantitate de Brevis (1,1 kg/ha) este mai mică (37,7%) față de variantele cu doze mai mari de tratare, în care s-a ajuns la 52,0 și, respectiv, 72,7%.

Tabelul 2. Influența produsului BREVIS asupra redistribuirii fructelor în funcție de greutatea medie a lor la pomii de păr din soiul RX 1247, anul 2018

Variantele experienței	Ponderea fructelor (%) în funcție de greutatea medie (g)			
	100	100-200	200-300	>300
Fără rărire, (martor)	3,7	58,5	37,0	0,8
Dirager, 0,35 l/ha	20,8	28,0	40,0	11,2
Brevis, 1,1 kg/ha	2,9	10,1	49,3	37,7
Brevis, 1,65 kg/ha	-	3,8	44,2	52,0
Brevis, 2,2 kg/ha	-	-	27,3	72,7

Studiul efectuat asupra calității perelor din soiul RX 1247 scoate în evidență o redistribuire mai rațională a fructelor conform greutății lor medii în varianta tratată cu produsul Brevis în doza 1,1 kg/ha, în comparație cu celelalte variante luate în studiu.

CONCLUZII

Cercetările au arătat că, în plantațiile comercial-industriale, pentru normarea încărcăturii de rod la pomii de păr din soiul RX 1247 este mai rațional de efectuat tratarea cu regulatorul de creștere Brevis în doza 1,1 kg/ha la etapa când fructul central din inflorescență are 10-12 mm în diametru.

Aplicarea regulatorului de creștere Dirager, pe bază de ANA, la normarea încărcăturii de fructe la soiul RX 1247 s-a dovedit a fi inefficientă.

Pentru a înțelege mai bine modul în care produsul Brevis acționează în coroana pomilor de păr sunt necesare în continuare cercetări cu aplicarea acestui regulator de creștere în doze mai mici de tratare, la etapa când diametrul fructului central din inflorescență este de 14-15 mm.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ARRINGTON, M., PASA, M., EINHORN, T. (2017). Postbloom thinning response of 'Bartlett' pears to abscisic acid. In: HortScience, no. 52, pp. 1765–1771. Available: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12429-17>.
2. ASÍN, L., VILARDELL, P., BONANY, J., ALEGRE, S. (2009). Effect of 6-BA, NAA and their mixtures on fruit thinning and fruit yield in 'Conference' and 'Blanquilla' pear cultivars. In: Acta Horticulturae, no. 8841, pp. 379–382. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.884.45>.
3. BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2015). Conducerea și tăierea pomilor și arbuștilor fructiferi. Chișinău: ACED, 256 p. ISBN 978-9975-87-021-4.
4. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 662 p. ISBN 978-9975-53-067.
5. BALAN, V., CIMPOIEȘ, Gh., BARBĂROȘIE, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: Museum, 453 p. ISBN 9975-906-39-7.
6. BRUNNER, P., MCARTNEY, S., SPANN, T. (2014). Impact of metatriton as a thinning compound on apple plants. In: Acta Horticulturae, no. 1042, pp. 173–181. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1042.21>.
7. CIMPOIEȘ, Gh. (2002). Pomicultura specială. Chișinău: Colograf – Com. 336 p. ISBN 9975-9645-9-1.
8. CURETTI, M., RODRÍGUEZ, R., MAGDALENA, C., RODRÍGUEZ, A. (2010). Effect of concentration, ap-

- plication volume and addition of a surfactant on response to benzyladenine as thinning agent in 'Williams' pears. In: *Acta Horticulturae*, no. 909, pp. 395–401. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.44>.
9. DUSSI, M.C., GIARDINA, G., REEB, P., GASTIAZORO, J. (2008). Thinning programs in pears cv. Williams. In: *Acta Horticulturae*, no. 800, pp. 119–129. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.800.10>.
 10. DUSSI, M.C. (2011). Sustainable use of plant bioregulators in pear production. In: *Acta Horticulturae*, no. 909, pp. 353–367. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.40>.
 11. EINHORN, T.C., ARRINGTON, M. (2018). ABA and shade inhibit photosynthesis and increase abscission of 'Bartlett' pears but are not additive. In: *Plant Growth Regulation*, no. 37, pp. 300–308. DOI:10.1007/s00344-017-9729-z.
 12. Field Climate. Available: <https://ng.fieldclimate.com/station/000025E7/data01.05-10.05.2018>.
 13. GREENE, D.W. (2012). Influence of abscisic acid and benzyladenine on fruit set and fruit quality of 'Bartlett' pears. In: *HortScience*, no. 47(11), pp. 1607–1611. Available: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.11.1607>.
 14. GREENE, D.W., MCARTNEY, S., SPANN, T. (2014). Use of metatriton alone and in combination with 6-benzyladenine for thinning apples. In: *Acta Horticulturae*, no. 1042, pp. 167–172. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1042.20>.
 15. MAAS, F.M., KANNE, H.J., VAN DER STEEG, P. (2010). Chemical thinning of 'Conference' pears. In: *Acta Horticulturae*, no. 884, pp. 293–304. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.884.34>.
 16. MAAS, F., VAN DER STEEG, P. (2011). Crop load regulation in 'Conference' pears. In: *Acta Horticulturae*, no. 909, pp. 369–379. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.41>.
 17. MOKHLES, A. ELSYSY, ANDREW HUBBARD, TODD C. EINHORN (2020). Postbloom Thinning of 'Bartlett' Pear with Metatriton. In: *Hortscience*, no. 55(2), pp. 174–180. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14629-19>.
 18. PANUȚA, S., PEȘTEANU, A., MIHOV, D., IVANOV, A. (2021). Evaluarea produsului Brevis la normarea încărcăturii de rod în coroana pomilor de măr din soiul Pink Lady. In: *Știința agricolă*, nr. 1, pp. 38–44. ISSN 1857-0003.
 19. PEȘTEANU, A., MIHOV, D., PANUȚA, S., IVANOV, A. (2021). Evaluation of the effect of Brevis product on the chemical thinning of fruits in the Pink Lady apple plantation. In: *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, vol. LXV, issue 1, pp. 204–210. ISSN 2285-5653.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

PEȘTEANU Ananie  <https://orcid.org/0000-0002-8985-7101>

doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Catedra Horticultură, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: a.pesteanu@uasmd.md

MIHOV Dmitrii

doctor în științe agricole, manager SRL "Terra Vitis", s. Burlacu, r-nul Cahul, Republica Moldova

Data prezentării articolului: 03.10.2021

Data acceptării articolului: 10.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834333

CZU: 634.86:631.81.095.337(498)

THE USE OF BIOSTIMULANT MATUREX TO INCREASE THE QUALITY OF THE GRAPES IN THE MUSCAT OF HAMBURG VARIETY IN THE CONDITIONS OF CLUJ NAPOCA

Anamaria CĂLUGĂR, Cristian Ștefănel LEMNE, Anca Cristina BABEȘ, Florin Dumitru BORA, Călin BOZDOG, Claudiu Ioan BUNEA

Abstract. To improve the quality of horticultural crops are used a series of biostimulants to accumulate the amount of sugar and increase the intensity of color. The study took a variety of table grapes with medium maturity, Muscat of Hamburg, in the conditions of Cluj Napoca. The vines were planted in the didactic collection of the Faculty of Horticulture, in the USAMV Cluj Napoca campus. The climatic conditions of 2020 (spring with low temperatures) determined the delay of the phenophases of vegetation by 3 weeks, including up to the phenophase of veraison and ripening of the grapes. In this case, the application of the Maturex biostimulant was done only once, on September 7, when the grapes were 5-10% in the veraison. The application was made by spraying, with an atomizer, in a concentration of 30 ml per 10 liters of water. The experience included the control variant (untreated) and the treated variant. The grapes were harvested for analysis 6 weeks after treatment, which consisted in determining the weight of the grape, the sugar and total acidity content in the berries, the mass of 100 berries, the mechanical analysis of the grape composition and the berries sphericity. According to the OIV codes, visually notes were awarded. The results showed significant differences between the treated version and the untreated version in terms of sugar content in the berries and uniformity in skin color.

Key words: Grapevines; Muscat of Hamburg; Biostimulants; Berries; Sugar; Harvest.

INTRODUCTION

In the last decade, the cultivation of table grapes has spread in areas low light conditions, a high rainfall, and relatively low thermal amplitude during véraison to maturation, which adversely affect fruit maturation indexes, such as color development and biosynthesis of primary or secondary metabolites (Teixeira, A. et al. 2013; Qunxian, D. et al. 2019). Grape growers may occasionally face difficulties in grape skin coloration and low total soluble solids content in growing of table grape cultivars (Kok, D., Bal, E. 2018). To overcome these problems, exogenous hormones can be applied to red-colored table grapes to improve their internal and external appearances (berry color development) and quality, for instance (Conde, A. et al. 2016; Luan, L.Y. et al. 2013).

In recent years, the stimulant has been widely used to horticultural crops as they have plant growth-promoting effects (Qunxian, D. et al. 2019). The biostimulant is “a formulated product of biological origin that improves plant productivity as a consequence of the novel, or emergent properties of the complex of constituents, and not as a sole consequence of the presence of known essential plant nutrients, plant growth regulators, or plant protective compounds (Yakhin, O.I. et al. 2017).

The biostimulants could have in compositons diverse materials which may include bacteria, fungi, seaweeds, higher plants, animals and also humate-containing raw materials (du Jardin, P. 2015). Freeamino acids, seaweed and fruit extracts, effective microorganism, humic substances and chitosan are classified as natural biostimulants (Calvo-Veles, P. et al. 2014). In commercial grape growing, different methods such as canopy management techniques, sprinkler cooling, spraying of various biostimulants and plant growth regulators are used for enhancing quality characteristics of grapes (Kok, D., Bal, E. 2017). There are some studies which investigate the effects of biostimulant on grape quality (Yuan, L. et al. 2018). The purpose of present study was to evaluate effects the use of Maturex biostimulator on yield and table grape quality characteristics of Muscat of Hamburg in cool climate conditions.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material and Study Area. This study was performed during the 2020 growing season, located in the Didactic collection of UASVM Cluj-Napoca, Cluj County, Transylvania, Romania. Seven year



Figure 1. *Veraison phenophase – the moment of applying treatment with Maturex (September 7th, 2020)*

old Muscat of Hamburg grapevines (*Vitis vinifera* L.) were used as materials. Vines were planted 1.2 x 1.8 m distance between vines and between rows. The vineyard was established in 2013. The vines are grafted on SO-4 with a planting density of 4629 vines/ha. The trellis system is monoplane with a three-row wire (1- simple, 2- double, 3- double). The same trellis system was used for all training systems in the experiment field.

The vineyard was in charge of local standard viticulture practices for cultivar and region. It was also applied a standard disease control program for fungal diseases.

Biostimulant Treatments and Treatment Times. In current study, effects of Maturex biostimulant on yield and quality characteristics of Muscat of Hamburg table grape cultivar were evaluated. Biostimulant was applied to grapevines at the stage of veraison of 5-10 % of berries, on September 7th. The treatment was made only once due to rainy weather on the following period.

The Maturex biostimulator was applied as follow: 30 ml dissolved in 10 liters of water. The treatment was applied only once by spraying on the surface of leaves and bunches. The treatment was applied on 15 vines (5 vine on replicate). On marked vines for observation (15 treated vines and 15 untreated vines) the number of grapes/vines was around 15-16 bunches.

Measurement of Yield and Quality Parameters. In present study, grape weight (g) and 100 berries weight were measured as yield parameters. Total soluble sugar (g/l) using portable Zeiss refractometer, titratable acidity (g/l tartaric acid) by titrimetric method were determined as quality parameters (Bora, F. et al. 2014). The sphericity index was calculated as proposed by Roberto et al., 2017. Appreciation on grape general aspect was made according OIV codes (OIV, 2018).

Harvest Time and Preparation of Grape Sampling. During the 2020 growing season, grapes on the grapevines of Muscat of Hamburg were continuously observed and were harvested after 6 weeks after treatment. After the grapes were harvested, samples of 50 bunch grapes were collected from each variant (not treated and Maturex treated) and were finally used to determine total soluble solids content, total acidity, bunch weight and 100 berries weight.

Statistical analysis. The data were expressed as mean from three replicates for each variant. The statistical interpretation of the data was performed using the Excell Program for the analysis of variance (ANOVA).

RESULTS AND DISCUSSIONS

The town of Cluj-Napoca has an area of 179.5 km² and is located in central Transylvania in the Someș Mic Corridor, situated within three major geographical units: the Transylvanian Plain, the Someș Plateau, and the Apuseni Mountains, which influence the climatic conditions throughout the year (Boancă, P. et al. 2018). Meteorological data were provided by the meteorological station ADSCON Telemetry of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca. According to Micle et al. (2019), in Cluj-Napoca is an average annual temperature of 8.3 °C. Autumns are colder in Cluj-Napoca due to the air front coming from northern Europe. Until midSeptember, summer temperatures can still be recorded, after which it gradually cools down. The transition from summer to autumn is quite fast and most days are recorded with rainfall and windy days. The precipitation regime in Cluj-Napoca city is influenced by the geographical positioning and the circulation of air masses with western predominance. The analysis of the annual values of precipitation and the multiannual average is 590 mm. In experimental plot the soil type is typical preluvosol, with a clay-sandy texture, which ensures a good supply of plants with water (Lung, M.L. 2012).

During 2020, the developing of the phenophases in the Muscat of Hamburg variety was significantly influenced by the climatic conditions. All phenophases were delayed on 2-3 week compared with an average year for Transylvania region. If version for Muscat of Hamburg on a normal year was observed at the beginning of August, during 2020 – this phenophase was observed on the third decade of the

Table 1. Development of phenophases in the Muscat of Hamburg variety, during 2020, in the USAMV Cluj Napoca experimental field

Phenophases	2020
Bleeding sap	March 30th – April 5th
Disbudding/Budding	April 24-30th
Shoots growth	After May 10th
Blooming	June 24-30th
Veraison	Around August 25th
Harvest at full maturity	Around October 13th
Leaves fall	November 15-20th

month, as showed in Table 1. During veraison till full maturity there are some well-orchestrated coordination of steps, such as accumulation of anthocyanins, responsible for color and sugars, degradation of chlorophyll and organic acids, cell wall softening, and synthesis of volatiles (Kumar et al., 2014). Some studies shown that the application of biostimulants enhances the accumulation of several metabolite. Meanwhile, the degradation of other metabolites involved in fruit ripening was accelerated by this process (Koyama, K. et al. 2010).

From the data in Table 2, it can be seen that, compared to the average experience, the variant to which the treatment with Maturex (VT) was applied had a higher sugar accumulation of 157 g/l, compared to the untreated variant (VN) - 148 g/l. The difference, from a statistical point of view, is significantly positive compared to the average experience. Regarding total acidity and sphericity index, between the experimental variants, there was no statistical difference, the treatment had no influence on those two parameters due to late and the number of times of application. Our results are comparable with those obtained by other researchers. According to R. Koyama et al. (2014), F.J.D. Neto (2017), D. Qunxian et al. (2019), the application of S-ABA to 'Rubi' and 'Isabel' grapevines and Sunred to Cabernet sauvignon and Prosecco showed significant differences in the fresh mass of berries and bunches, soluble solids, titratable acidity, and ratio of soluble solids/acidity.

Table 2. Synthesis of data on quality and quantity parameters of Muscat of Hamburg

No.	Variant	Sugar content (g/l)	Total acidity (g/l tartaric acid)	Sphericity index	Grape weight (g)	100 berries weight (g)
1	Maturex treated - VT	157*	5,3 ^{ns}	1,23 ^{ns}	502*	278*
2	Untreated variant - VN	148 ^o	5,8 ^{ns}	1,28 ^{ns}	488 ^o	267 ^o
	Mean of experience	152,2	5,5	1,25	495	272,5
	LSD 5%	2,28	0,50	0,05	2,98	2,48
	LSD 1%	5,73	1,15	0,12	6,92	5,76
	LSD 0,1 %	7,45	3,65	0,38	21,92	8,24

Regarding the quantity parameters, the weight of one grape and 100 berries were significantly influenced by the treatment with Maturex as showed in Table 2. It can be seen that, compared to the average experience, the variant to which the treatment with Maturex (VT) was applied, had an average bunch weight of 502 g/l, compared to the untreated variant (VN) - 488 g/l. Even if, from the statistical point of view, there was a significant difference, we consider that this is due to the sample harvest.

As can be seen from the Figures 2 and 3, in both experimental variants, the color of the berries was not uniform. Thus, for the VT variant - depending on the color, two intensities of color of berries were appreciated: full colored berries and semi-colored berries. In the VN variant, three intensities of color were appreciated - full colored berries, semi-colored berries and non-colored berries.

The mechanical composition of the grapes varies depending on the variety, the limits of variation in this case being large, the specific characteristics of the varieties and their direction of use. The composition also varies depending on the pedoclimatic conditions in different areas or the annual meteorological conditions

in the same area. It also varies with the vigor of the vines, the position of the grapes on the vine and their degree of ripeness. In the Muscat of Hamburg variety, the number of berries in one kg of grapes ranged from 328 berries in the Maturex treatment variant (VT) to 319 berries in the non-treatment variant (VN) (Table 3).



Figure 2. *Appreciation of the intensity of berry color in the Muscat of Hamburg variety to the untreated variant – VN (from left to right - uncoloured berries, semi-colored berries, full colored berries)*



Figura 3. *Appreciation of the intensity of berry color in the Muscat of Hamburg variety to the Maturex treated variant – VT (from left to right - semi-colored berries, full colored berries)*

The health of the grapes particularly influences the data obtained from the mechanical analysis; therefore, it is necessary that in the study of varieties for the knowledge of their qualitative potential, the analyzed grapes be healthy, characteristic of the varieties, and the defective grains to be replaced with normal ones or to compensate their number and weight compared to normal ones. As it is observed from Table 3, for Maturex treatment variant there were only 3,35% of diseased berries, compared with non-treatment variant with 9,40%. The Maturex treatment influenced the diseased degree of berries at full maturity.

Table 3. *Mechanical analysis per 1 kg of grapes for the Muscat de Hamburg variety*

Variant	No. of berries	No. of healthy berries	No. of diseased berries	% diseased berries	Skin (g)	Pulp (g)	Seeds (g)	Rachis (g)
VT	328	317	11	3,35	230	676	43	51
VN	319	289	30	9,40	228	669	49	54

VT- Maturex treated variant; VN – untreated variant

Based on the commercial aspect when harvesting the grape samples visible in Figures 4 and 5 and based on the OIV visual assessment criteria, the grades for the experimental variants were established.



Figura 4. *Grapes harvest for analysis and appreciation of the Muscat de Hamburg variety - the variant treated with MATUREX*



Figura 5. *Grapes harvest for analysis and appreciation of the Muscat de Hamburg 0 variety - the variant untreated*

Table 4. *OIV assessment criteria for skin and thigh appearance*

Variant/ Observed character	Berry shape – code OIV 223	Skin color – code OIV 225	Uniformity of skin color – code OIV 226	Intensity of an- thocyanin staining in the pulp – code OIV 231	Pulp juiciness – code OIV 232	Skin thickness – code OIV 228
VT	Note 2	Note 6	Note 2	Note 7	Note 3	Note 7
VN	Note 2	Note 5	Note 1	Note 6	Note 3	Note 7

VT- Maturex treated variant; VN – untreated variant

In the table 4, the differences can be observed between the experimental variants to the OIV criteria which refer to the skin color, the uniformity of the skin color and the intensity of the anthocyanin coloration in the pulp. Thus, it can be stated that, as confirmed in the data presented above, that the treatment with Maturex, even with a single treatment, influenced the quality and commercial appearance of Muscat de Hamburg grapes.

CONCLUSIONS

Climatic changes influenced significantly the quality of harvest. The applying of some biostimulants in difficult years and in areas with low heliothermal conditions could rise the quality of the harvest. Our results showed that, the using biostimulant Maturex, increases the quality of grapes of Muscat of Hamburg in an area not-suitable for grape growing and also in a difficult year. Even if the Maturex treatment is applied only once, the influence of the level of sugar content and uniformity of the berry color is observed. Also, the Maturex treatment influenced the degree percentage of diseased berries, with only 3,35% for the treated variant, compared with non-treatment variant with 9,40%. In growing of table grape, problems derived from uneven skin coloration and low total soluble solids content can be encountered by grape growers. The results of present study revealed that the foliage sprayed with biostimulants could improve quality components.

REFERENCES

- BOANCĂ, P., DUMITRAȘ, A., LUCA, L., BORȘ-OPRIȘA, S., LACZI, E. (2018). Analysing Bioretention Hydraulics and Runoff Retention through Numerical Modelling Using RECARGA: a Case Study in a Romanian Urban Area. In: Polish Journal of Environmental Studies, vol. 27(5): 1965-1973. DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/79271>
- BORA, F.D., POP, T.I., BUNEA, C.I., URCAN, D.E., BABEȘ, A.C., MIHALY-COZMUȚA, L. MIHALY-COZMUȚA, A., POP, N. (2014). Influence of Ecoclimatic and Ecopedological Conditions on Quality of White Wine Grape Varieties from North-West of Romania. In: Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture, vol. 71(2), pp. 218-225.
- CALVO-VELES, P., NELSON, L., KLOPPER, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. In: Plant Soil, vol. 383, pp. 3–41.
- CONDE, A. et al. (2016). Kaolin foliar application has a stimulatory effect on phenylpropanoid and flavonoid pathways in grape berries. In: Frontiers in Plant Science, vol. 1(7).
- du JARDIN, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia horticulturae, vol. 196, pp. 3–14.
- JU, Y.L., LIU, M., ZHAO, H., MENG, J.F., FANG, Y.L. (2016). Effect of exogenous abscisic acid and methyl jasmonate on anthocyanin composition, fatty acids, and volatile compounds of Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grape berries. In: Molecules, vol. 21(10), p. 1354. doi: 10.3390/molecules21101354.
- KOK, D., BAL, E. (2017). Electrochemical properties and biochemical composition of cv. Shiraz wine grape (*V. vinifera* L.) depending on various dose and application time of foliar microbial fertilizer treatment. In: Erwerb Obstbau, vol. 59(4). DOI:10.1007/s10341-017-0319-9
- KOK, D., BAL, E. (2018). Changes in Yield and Quality Characteristics of Some Early Ripening Table Grape Cultivars (*V. vinifera* L.) in Response to Different Doses of Distinct Biostimulant Treatments. In: Erwerbs-Obstbau, vol. 60, Suppl. 1, pp. 11–19.
- KOYAMA, K., SADAMATSU, K., GOTO-YAMAMOTO, N. (2010). Absciscic acid stimulated ripening and gene expression in berry skins of the Cabernet Sauvignon grape. In: Functional and Integrative Genomics, vol. 10, pp. 367–381.
- KOYAMA, R. et al. (2014). Exogenous abscisic acid increases the anthocyanin concentration of berry and juice from 'Isabel' grapes (*Vitis labrusca* L.). In: HortScience, vol. 49(4), pp. 460–464.
- KUMAR, R., KHURANA, A., SHARMA, A.K. (2014). Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. In: Journal of Experimental Botany, vol. 65, pp. 4561–4575.

12. LIU, Q. et al. (2016). Effects of exogenous 24-epibrassinolide to control grey mould and maintain postharvest quality of table grapes. In: International Journal of Food and Science Technology, vol. 51, pp. 1236–1243.
13. LUAN, L.Y., ZHANG, Z.W., MXI, Z., HUO, S.S., MA, L.N. (2013). Brassinosteroids regulate anthocyanin biosynthesis in the ripening of grape berries. In: South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 34(2), pp. 196–203.
14. LUNG, M. L. (2012). Cercetări privind conținutul în substanțe cu efect antioxidant, la câteva soiuri de viță de vie din diferite areale de cultură din România: Teză de doctorat, USAMV Cluj Napoca.
15. NETO, F.J.D. et al. (2017). Effect of ABA on color of berries, anthocyanin accumulation and total phenolic compounds of 'Rubi' table grape (*Vitis vinifera*). In: Australian Journal of Crop Science, vol. 11(02), pp. 199–205.
16. OIV. OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species[online], 2nd edition (2018). Available: <https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/description-of-grape-varieties/oiv-descriptor-list-for-grape-varieties-and-vitis-species-2nd-edition>
17. QUNXIAN, D., HUI, X., LIN, L., WANG, J., YUAN, L., LI, K., ZHANG, J., LIANG, D. (2019). SUNRED, a natural extract based biostimulant, application stimulates anthocyanin production in the skins of grapes. In: Scientific Reports, vol. 9, p. 2590.
18. ROBERTO, S.R., MASHIMA, C.H., COLOMBO, R.C., de ASSIS, A.M., KOYAMA, R.L., YAMAMOTO, Y., SHAHAB, M., DE SOUZA, R.T. (2017). Berry-cluster thinning to reduce compactness of 'Black Star' table grapes. In: Ciência Rural, Santa Maria, vol. 47.
19. TEIXEIRA, A., EIRAS-DIAS, J., CASTELLARIN, S.D., GERÓS, H. (2013). Berry phenolics of grapevine under challenging environments. In: International Journal of Molecule Science, vol. 14, pp. 18711–18739.
20. VILLEGAS, D., HANDFORD, M., ALCALDE, J.A., PEREZ-DONOSO, A. (2016). Exogenous application of pectin-derived oligosaccharides to grape berries modifies anthocyanin accumulation, composition and gene expression. In: Plant Physiology and Biochemistry, vol. 104, pp. 125–133.
21. YAKHIN, O.I., LUBYANOV, A.A., YAKHIN, I.A., BROWN, P.H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. In: Frontiers in Plant Science, vol. 7, p. 2049.
22. YUAN, L., LV, X.L., WANG, J., LIN, L.J., DENG, Q.X. (2018). Effect of seaweed fertilizer 'SUNRED' on the fruit quality of 'Red Globe' grape. In: 7th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2018). Advance in Engineer Research, vol. 170, pp. 1428–1432.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

CĂLUGĂR Anamaria  <https://orcid.org/0000-0003-2288-3783>

Faculty of Horticulture, Advanced Horticultural Research Institute of Transylvania, Viticulture and Oenology Department, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca Romania

LEMNE Cristian Ștefănel

Faculty of Horticulture, Advanced Horticultural Research Institute of Transylvania, Viticulture and Oenology Department, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca Romania

BABEȘ Anca Cristina  <https://orcid.org/0000-0003-4378-7811>

Faculty of Horticulture, Advanced Horticultural Research Institute of Transylvania, Viticulture and Oenology Department, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca Romania
E-mail: ancababes@usamvcluj.ro

BORA Florin Dumitru  <https://orcid.org/0000-0003-1667-6382>

Department of Physico-Chemistry and Biochemistry, Research Station for Viticulture and Oenology Târgu Bujoru, Romania

BOZDOG Călin

Faculty of Horticulture, Advanced Horticultural Research Institute of Transylvania, Viticulture and Oenology Department, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca Romania

BUNEA Claudiu Ioan  <https://orcid.org/0000-0002-8954-7779>

Faculty of Horticulture, Advanced Horticultural Research Institute of Transylvania, Viticulture and Oenology Department, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca Romania
E-mail: claudiu.bunea@usamvcluj.ro

Data prezentării articolului: 15.10.2021

Data acceptării articolului: 20.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834346

CZU : 634.8 :632.11(498)

EVOLUȚIA PRINCIPALILOR FACTORI CLIMATICI ÎN AREALUL VITICOL ODOBEȘTI

Ionica BOSOI, Marioara PUȘCALĂU, Liliana ROTARU, Ghică MIHU

Abstract. The reality of climate change is accepted by the vast majority of the scientific community. Among human activities, agriculture, but especially viticulture, is highly dependent on climatic conditions during the growing season. This article aims at a study of the evolution/trend of the main annual and vegetation period climatic factors (air temperature, precipitation, insolation, air hygroscopticity) and synthetic climate indicators (Ihr, CH, Ibcv, IAOe, IarDM, IH, IF) during the last 10 years in Odobești vineyard. The climatic data analyzed in this study were recorded at the Research and Development Station for Viticulture and Vinification Odobești (RDSVV Odobești), and the average of the last 10 years (2011-2020) was compared with the multiannual average over a period of 65 years (1946-2010). The analysis of the recorded data highlighted clear trends in the evolution of the main climatic factors in Odobești wine ecosystem, which confirms the reality of specific phenomena of climate change, with a direct impact on the vegetative and productive potential of vineyards. There is an increase in annual average values and climate indicators analyzed and an increasing frequency of extreme weather events.

Key words: Viticultural area; Climate indicators; Multiannual average; Vegetation period; Odobești vineyard.

Rezumat. Realitatea schimbărilor climatice este acceptată de marea majoritate a comunității științifice. Dintre activitățile umane, agricultura, dar mai ales viticultura, este foarte dependentă de condițiile climatice din timpul sezonului de vegetație. Lucrarea de față își propune un studiu privind evoluția/tendința principalilor factori climatici anuali și din perioada de vegetație (temperatura aerului, precipitații, insolație, higroscopicitatea aerului) și a indicatorilor climatici cu caracter sintetic (Ihr, CH, Ibcv, IAOe, IarDM, IH, IF) pe parcursul ultimilor 10 ani în podgoria Odobești. Datele climatice analizate în acest studiu au fost înregistrate la stația meteo a Stațiunii de Cercetare pentru Viticultură și Vinificație Odobești (S.C.D.V.V. Odobești), iar media ultimilor 10 ani (2011–2020) a fost comparată cu media multianuală pe o perioadă de 65 de ani (1946–2010). Analiza datelor înregistrate a evidențiat tendințe clare în evoluția principalilor factori climatici în ecosistemul vitivinicol Odobești, care confirmă realitatea unor fenomene specifice schimbărilor climatice, cu impact direct asupra potențialului vegetativ și productiv al podgoriilor. Se constată o creștere a valorilor medii anuale și ale indicatorilor climatici analizați și o frecvență tot mai mare a fenomenelor climatice extreme.

Cuvinte-cheie: Zonă viticolă; Indicatori climatici; Medie multianuală; Perioadă de vegetație; Podgoria Odobești.

INTRODUCERE

Fiecare regiune viticolă principală a lumii poate fi caracterizată prin condiții climatice medii, care reprezintă motoarele tipicității vinului din regiune. Cu toate acestea, sunt de așteptat noi provocări din cauza schimbărilor climatice, deoarece cultivarea viței-de-vie este profund dependentă de condițiile meteorologice și climatice.

Încălzirea globală este un fenomen care a influențat puternic ultimele decenii, cu efect de perturbare a evoluției factorilor naturali ai ecosistemelor. În cazul ecosistemelor vitivinicole, schimbările de temperatură și precipitațiile așteptate pot duce la modificări ale perioadelor de vegetație, zonarea soiurilor și multe alte schimbări care nu pot fi prezise în prezent, dar care pot evolua și pot avea un impact negativ. Predicțiile bazate pe modelele climatice globale arată că ne putem aștepta la apariția mai frecventă a evenimentelor meteorologice extreme, iar riscurile și daunele asociate pot deveni semnificative (Van Leeuwen, C. et. al. 2016). Principalele efecte ale schimbărilor climatice sunt: creșterea temperaturii în perioada de vegetație; creșterea numărului de zile cu $t > 30^{\circ}\text{C}$; creșterea temperaturii medii în timpul maturării strugurilor; creșterea temperaturii medii a celei mai calde luni din sezonul de vegetație; creșterea temperaturii medii din cea mai rece lună a sezonului de vegetație; creșterea duratei sezonului de vegetație (zile fără îngheț); instalarea unor temperaturi minime extreme de iarnă; creșteri ale precipitațiilor din iulie până în octombrie; creșterea sezonality precipitațiilor (coeficient de variație); modificarea indicelui de ariditate (Gladstones, J. 2011; Roehrdanz, R., Hannah, L. 2016).

Aceste schimbări pot remodela distribuția geografică a regiunilor viticole, iar tipicitatea vinului poate fi, de asemenea, amenințată în majoritatea cazurilor. Schimbările climatice vor impune astfel implementarea unor strategii de adaptare în timp util, adecvate și rentabile, care să fie planificate și adaptate la condițiile locale pentru o reducere eficientă a riscurilor (Fraga, H. et. al. 2012).

În acest context, lucrarea prezintă o analiză a evoluției principalilor factori climatici și a indicatorilor climatici cu caracter sintetic înregistrați în perioada 2011–2020, comparativ cu media multianuală (1946–2010) în podgoria Odobești.

MATERIALE ȘI METODE

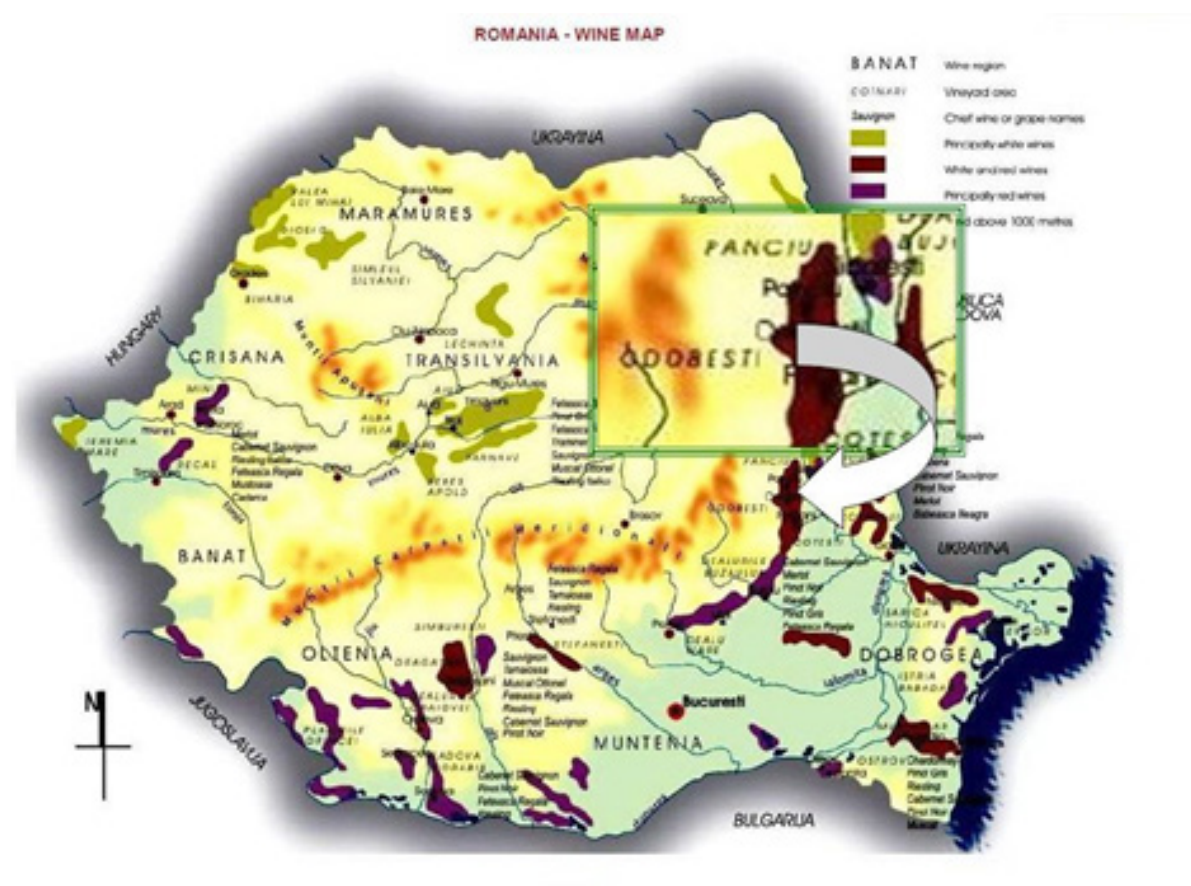


Figura 1. Arealul viticol al podgoriei Odobești

Podgoria Odobești, una dintre cele mai vechi și mai vestite podgorii din România, este situată în zona Subcarpaților de curbură, a căror climă influențează puternic climatul regiunii. Podgoria ocupă zona de deal paralelă cu Munții Vrancei, care cuprinde și orașul Odobești, la adăpostul celui mai înalt deal – Măgura Odobeștilor (996 m), cu faimoasele plaiuri Șarba, Vărsătura, Pădureni și Scânteia, având trei centre viticole: Odobești, Jariștea și Bolotești (Fig. 1). Centrul viticol Odobești este delimitat de paralela 45° 46' latitudine nordică și meridianul 27° 40' longitudine estică la o altitudine de 150 m.

Pentru caracterizarea tendințelor climatice din zona viticolă a podgoriei Odobești s-au analizat evoluția principalilor factori climatici anuali (temperatura medie a aerului, suma precipitațiilor, suma orelor de strălucire a soarelui, higroscopicitatea aerului etc.), regimul termic și regimul hidric al perioadei de vegetație (temperatura medie, suma gradelor de temperatură globală, activă și utilă, cantitatea de precipitații, temperatura medie a lunii celei mai calde – iulie, numărul de zile cu temperaturi >30°C) și indicatorii sintetici de climă: indicele helioteamic real – Ihr (Branas, J. 1946), coeficientul hidrotermic – CH (Селянинов, Г.Т. 1936), indicele bioclimatic al viței-de-vie – Ibcv (Constantinescu, Gh. 1964), indicele aptitudinii oenoclimatice – IAoe (Teodorescu, Șt. 1978), indicele de ariditate după De Martonne – IarDM (De Martonne, E. 1926), indicele Huglin – IH (Huglin, P. 1978) și indicele de răcoare a nopților – IF (Tonietto, J. 1999).

Datele climatice au fost înregistrate la stația meteo a SCDVV Odobești în anii 1946–2020. Datele culese pe parcursul a 75 de ani au fost centralizate într-o bază de date utilizată pentru calcularea principalilor indicatori de bilanț climatic și de sinteză. Au fost calculate și comparate valorile mediei anilor 2011–2020 (10 ani) și ale mediei multianuale pe perioada 1946–2010 (65 de ani).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Evoluția regimului termic. Încălzirea climei globale, fenomen care a caracterizat puternic ultimele decenii, a influențat considerabil atât evoluția regimului termic anual, cât și a regimului termic în peri-

oada de vegetație în ecosistemul viticol al podgoriei Odobești. Din analiza datelor înregistrate în ultimii 10 ani (perioada 2011–2020) se constată că temperatura medie anuală a crescut la 12,2 °C, înregistrând un excedent de 1,7 °C față de valoarea mediei multianuale (1946–2010), care este de 10,5 °C (Fig. 1).

Creșterea temperaturii medii anuale a aerului s-a demonstrat din ce în ce mai puternic în ultimii 10 ani (2011–2020), perioadă în care s-au înregistrat constant valori de peste 12°C și chiar 13°C (anii 2015 și 2020). În perioada de vegetație a viței-de-vie (aprilie–septembrie), creșterea temperaturii medii în ultimii 10 ani este și mai evidentă, înregistrându-se un excedent de 1,9 °C (19,8 °C) față de media multianuală (17,9 °C).

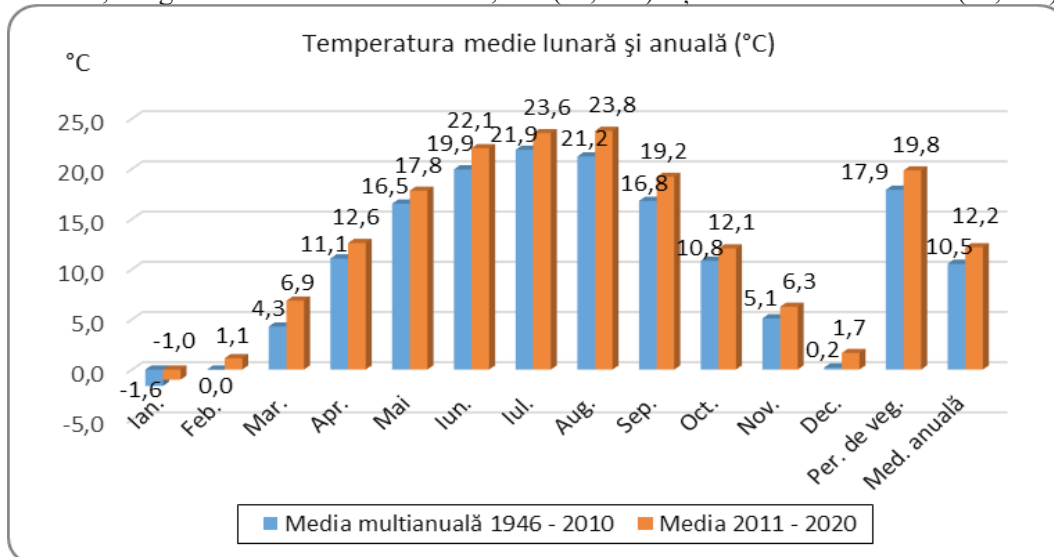


Figura 1. Temperatura medie lunară, anuală și din perioada de vegetație (podgoria Odobești)

În podgoria Odobești, temperatura medie din luna cea mai caldă a anului (iulie) a crescut în ultimii 10 ani (2011–2020) cu 1,7°C față de media multianuală a lunii (21,9°C), ajungând la 23,6°C. În acest context, numărul de zile cu temperaturi >30°C din perioada de vegetație a înregistrat o creștere în medie cu 3,21 zile/an față de valoarea mediei multianuale (29,4 zile), în ultimii 10 de ani ajungând la 57,2 zile, fapt ce arată că arealul viticol Odobești oferă condiții favorabile pentru obținerea atât a vinurilor albe, cât și a vinurilor roșii de calitate superioară.

De asemenea, suma gradelor de temperatură globală (BTG), activă (BTA) și utilă (BTU) din perioada de vegetație a înregistrat valori superioare în ultimii 10 ani față de media multianuală. Astfel, bilanțul termic util (BTU) din perioada de vegetație a crescut la 1831,6°C (media pe 2011–2020) în comparație cu media multianuală de 1550,8°C (pe perioada 1946–2010) (Fig. 2).

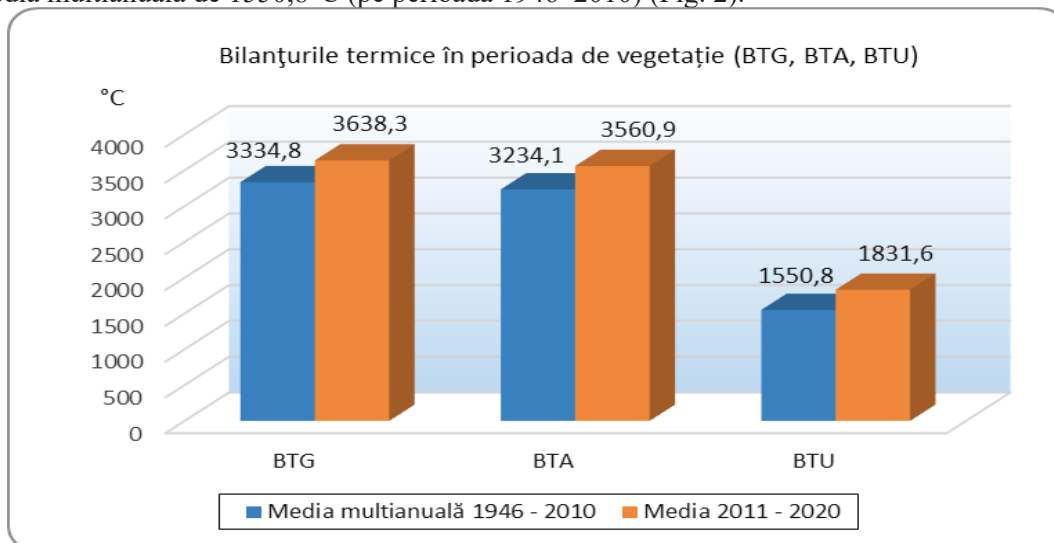


Figura 2. Bilanțurile termice (BTG, BTA, BTU) în podgoria Odobești

Evoluția regimului pluviometric. Suma precipitațiilor anuale și cantitatea de precipitații căzute în perioada de vegetație a înregistrat în podgoria Odobești un trend ascendent (Fig. 3).

Cantitatea medie anuală de precipitații înregistrată în ultimii 10 ani (655,8 mm) a crescut cu 44,1 mm față de media multianuală (611,7 mm), însă cu o accentuare a distribuției dezechilibrată de-a lungul perioadei, alternând 2-4 ani ploioși cu 1-2 ani secetoși, dar și pe parcursul unui an. Și cantitatea medie de precipitații înregistrate în perioada de vegetație a viței-de-vie a crescut în ultimii 10 ani cu 33,0 mm (418,0 mm) față de media multianuală (385,0 mm).

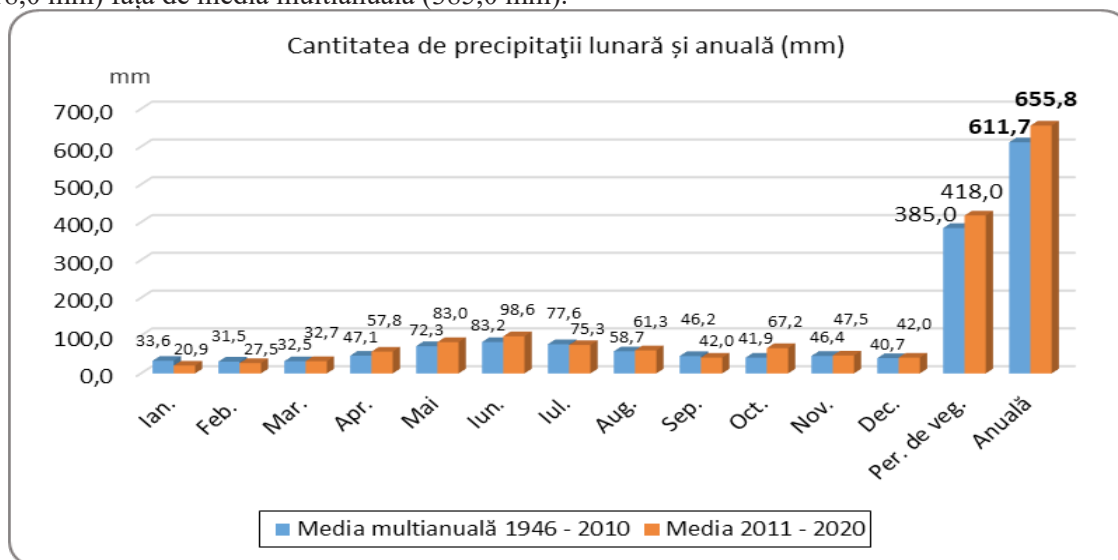


Figura 3. Regimul pluviometric (podgoria Odobești)

Cantitatea de precipitații din luna cea mai ploioasă a anului (iunie) a crescut ușor în ultimii 10 ani la 98,6 mm, comparativ cu media multianuală de 83,2 mm. În schimb, lunile de iarnă (ianuarie și februarie) înregistrează o scădere a precipitațiilor (20,9 mm și, respectiv, 27,5 mm) față de media multianuală (33,6 mm și, respectiv, 31,5 mm).

Evoluția insolației și a higroscopicității aerului. Suma orelor de strălucire a soarelui (insolația) și higroscopicitatea aerului în perioada de vegetație sunt alți indicatori importanți pentru vița-de-vie. Valoarea medie calculată pentru durata de strălucire a soarelui în perioada de vegetație din ultimii 10 ani a fost de 1680,3 ore, cu 211,8 ore mai mare față de media multianuală, a cărei valoare este de 1486,5 ore (Tabelul 1). În ceea ce privește umiditatea relativă a aerului sau higroscopicitatea, valoarea medie anuală din ultimii 10 ani arată o ușoară creștere (70,8%) față de media multianuală (69,7%) în timp ce în perioada de vegetație valoarea medie a umidității aerului (63,7%) a fost apropiată de media multianuală (63,8%).

Tabelul 1. Durata de strălucire a soarelui și higroscopicitatea aerului în podgoria Odobești

Indicator climatic		Media multianuală (1946–2010)	Media 2011–2020 (10 ani)
Suma orelor de strălucire a soarelui (ore)	anual	2123.0	2412.6
	în perioada de vegetație	1468.5	1680.3
Umiditatea relativă a aerului (%)	anual	69,7	70.8
	în perioada de vegetație	63,8	63,7

Evoluția indicatorilor sintetici. Pentru aprecierea resurselor helioterme și hidrice ale unei podgorii se folosesc o serie de indicatori sintetici, care integrează acțiunea combinată a doi sau trei factori ecoclimatici (Țârdea, C., Dejeu, L. 1995; Șerdinescu, 2020). Principalii indicatori climatici cu caracter sintetic importanți pentru cultura viței-de-vie sunt: indicele helioteermic real – I_{hr} (Branas, J. 1946), coeficientul hidrotermic – CH (Seleaninov, G. T. 1936), indicele bioclimatic al viței-de-vie – I_{bcv} (Constantinescu, Gh. 1964), indicele aptitudinii oenoclimatice – I_{AOe} (Teodorescu, Șt. 1978), indicele de ariditate De Martonne – I_{arDM} (De Martonne, E. 1926), indicele Huglin – I_H (Huglin, P. 1978) și indi-

cele de răcoare a nopților – IF (Tonietto, J. 1999). Valorile acestor indicatori climatici sintetici în arealul viticol Odobești sunt prezentate în tabelul 2.

În condițiile țării noastre, indicele helioteermic real (Ihr) variază în limitele 1,35–2,70, cele mai mari valori înregistrându-se în podgoriile sudice cu disponibilitate helioteermală crescută (Oșlobeanu, M. și colab. 1991). În condițiile ecoclimatice ale podgoriei Odobești, indicele helioteermic real a înregistrat o creștere accentuată în ultimii 10 ani (3,12), cu 39,9% față de media multianuală calculată pe perioada 1946–2010 (2,23).

Tabelul 2. Valorile indicatorilor ecologici sintetici, podgoria Odobești

Indicator climatic sintetic	Media multianuală (1946–2010)	Media 2011–2020 (10 ani)
Indicele helioteermic real, (Ihr)	2,23	3,12
Coeficientul hidrotermic, (CH)	1,23	1,18
Indicele bioclimatic viticol, (Ibcv)	7,46	8,68
Indicele aptitudinii oenoclimatice (IAOe)	4511	5073
Indicele de ariditate De Martonne (Iar DM)	29,9	29,6
Indicele helioteermic Huglin (IH)	1987	2400
Indice de răcire a nopților (IF)	11,9	13,4

Valorile coeficientului hidrotermic în podgoriile din România variază între 0,7, în cadrul arealelor viticole cele mai secetoase, și 1,8, în cadrul arealelor viticole cele mai umede. În condițiile podgoriei Odobești, CH a înregistrat o evoluție ușor descendentă, valoarea medie calculată pe ultimii 10 de ani (1,18) scăzând cu 4,07% față de valoarea multianuală (1,23).

În condițiile din țara noastră, valorile indicelui bioclimatic viticol variază între 4 și 15 (Țârdea, C., Dejeu, L. 1995). În podgoria Odobești, valorile Ibcv au avut un trend ascendent, valoarea medie pe ultimii 10 ani (8,68) crescând cu 16,35% față de media multianuală (7,46).

Valorile indicelui privind aptitudinea oenoclimatică sunt cuprinse, pe teritoriul României, între 3700 și 5200, zonele viticole cu valori de peste 4600 fiind considerate favorabile pentru producerea vinurilor roșii (Teodorescu, Șt. et. al. 1987). Condițiile climatice înregistrate în podgoria Odobești în ultimii 10 de ani au făcut ca valoarea acestui indice să ajungă la 5073, depășind cu peste 12% media multianuală (4511). Astfel, încadrarea podgoriei Odobești s-a modificat din zonă cu favorabilitate medie pentru producerea vinurilor roșii în zonă favorabilă pentru această direcție de producție.

Valoarea indicelui Huglin a crescut în ultimii 10 ani (2400) comparativ cu media multianuală (1987), modificând încadrarea arealului viticol Odobești din clasa de climat temperat ($>1800 \leq 2100$) în clasa de climat temperat cald ($> 2100 \leq 2400$).

Indicele de răcoare a nopților (IF), care reprezintă media temperaturilor minime ale aerului din luna septembrie în cazul emisferei nordice, a crescut în ultimul deceniu la 13,4 față de valoarea multianuală (11,9), încadrând arealul viticol Odobești în clasa de climat viticol cu nopți reci (IF +1).

CONCLUZII

Regimul termic anual și din perioada de vegetație a înregistrat în ultimul deceniu (2011–2020) un excedent de 1,7 °C și, respectiv, de 1,9 °C, față de media multianuală (1946–2010).

Alți indicatori care confirmă intensitatea fenomenului de încălzire globală sunt bilanțul termic (global, activ și util) din perioada de vegetație, temperatura medie a lunii celei mai calde (iulie) și numărul de zile cu temperaturi $> 30^{\circ}\text{C}$, valoarea celui din urmă crescând, în medie, cu 3,21 zile/an în ultimii 10 de ani și ajungând la 57,2 zile.

Regimul precipitațiilor anuale și din perioada de vegetație a viței-de-vie a înregistrat o creștere în ultimii 10 ani (655,8 mm și, respectiv, 418,0 mm), comparativ cu media multianuală (611,7 mm și, respectiv, 385,0 mm), însă cu accentuarea distribuției dezechilibrate, 2–4 ani ploioși alternând cu 1–2 ani secetoși.

Indicatorii climatici cu caracter sintetic (Ihr, Ibcv, IAOe, IarDM, IH, IF) au avut o evoluție ascendentă în ultimul deceniu, valoarea IAOe (5073) clasificând arealul viticol al podgoriei Odobești în zona cu condiții favorabile pentru obținerea vinurilor roșii de calitate, cu denumire de origine controlată (DOC) și indicație geografică (IG).

Analiza datelor înregistrate în ultimii 10 de ani în ecosistemul viticol Odobești a evidențiat tendințe clare în evoluția climei, care certifică realitatea fenomenelor specifice schimbărilor climatice.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BRANAS, J., BERNON, G., LEVADOOX, L. (1946). *Éléments de viticulture généralé*, Ed. Déhan, Montpellier.
2. CONSTANTINESCU, Gh. et. al. (1964). Détermination de la valeur de l'indice bioclimatique de la vigne pour les principaux vignobles de la R.P.Roumanie. In: Revue Roumanie de Biologie, Série de Botanique, vol. 9, nr. 1.
3. DE MARTONNE, E. (1926). Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité: La Meteorologie, pp. 449-458.
4. FRAGA, H., MALHEIRO, A.C., MOUTINHO-PEREIRA, J., SANTOS, J.A. (2012). An over view of climate change impacts on European viticulture. In: Food and Energy Security, vol. 1(2), pp. 94-110.
5. GLADSTONES, J. (2011) Wine, terroir and climate change. Wakefield Press: Kent Town, South Australia.
6. HUGLIN, P. (1978). Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: 1-er Symp. Int. sur l'écologie de la vigne, Constanța, pp. 89-98.
7. IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. 34 p.
8. ROEHRDANZ, R. and. HANNAH, Lee, (2016) Climate change, California wine and wildlife habitat. In: Journal of Wine Economics, vol. 11, no. 1, pp. 69-87.
9. OȘLOBEANU, M., MACICI, M., GEORGESCU, Magdalena, STOIAN, V. (1991). Zonarea soiurilor de viță de vie în România, București: Editura Ceres.
10. ȘERDINESCU, A. (2020). Indicatori sintetici, ecologici ecofiziologici utilizați în viticultură, București: Ed. Ceres.
11. TEODORESCU, Șt., POPA, A., SANDU, Gh. (1987). Oenoclimatul României. Bucharest: Ed. Științifică și Enciclopedică.
12. TONIETTO, J. (1999). Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mesoclimatsur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans lesud de la France: méthodologie et caractérisation: These de Doctorat, Ecole Naționale Supérieur, Montpellier.
13. ȚÂRDEA, C., DEJEU, L. (1995). Viticultură. Bucharest: Ed. Didactică și Pedagogică.
14. VAN LEEUWEN, C., DARRIET, Ph. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. In: Journal of Wine Economics, vol. 11, no. 1, pp. 150-167.
15. СЕЛЯНИНОВ, Г.Т. (1936). Методика сельскохозяйственной оценки климата в субтропиках. Ленинград: Изд. Агрохимпром.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

BOSOI Ionica  <https://orcid.org/0000-0002-4289-1169>

cercetător științific, Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație Odobești, România, drd. ing., Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” Iași, Școala Doctorală de Științe Inginerești, România

E-mail: oana_boss2002@yahoo.com

PUȘCALĂU Marioara

dr. ing., cercetător științific gradul III, Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație Odobești, România

E-mail: mioara_bosoi@yahoo.com

ROTARU Liliana  <https://orcid.org/0000-0001-9791-6290>

doctor în horticultură, profesor universitar, Departamentul Tehnologii Horticole, Facultatea de Horticultură, Universitatea de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” Iași, România

E-mail: lirotaru@uaiasi.ro

MIHU Chică

dr. ing., cercetător științific gradul I, Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație Odobești, România

E-mail: mihughica@yahoo.com

Data prezentării articolului: 12.10.2021

Data acceptării articolului: 21.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5842061

CZU 664.85(498)

DRYING PARAMETERS INFLUENCE IN ORGANIC APPLES QUALITY

*Cristian Constantin Mitu, Andreea BARBU, Mihai FRÎNCU,
Violeta Alexandra ION, Andrei PETRE, Liliana BĂDULESCU*

Abstract. The organic dried fruits market is in a growing demand in Romania, especially due to the important amounts of nutrients for human health that the fruits bring. In this study we aimed to test the influence of different pre-treatment and drying temperatures on physical and biochemical characteristics in two organic apple varieties ('Topaz' and 'Dalinette'). Both varieties were washed, cored, sliced and hot-water blanched in order to inactivate the enzymes that produces the browning reaction. As control, untreated apple slices were dried in the same conditions as those pre-treated. Two temperature were used in order to assess the drying conditions, 40 °C and 70 °C. Results shown that different drying periods are required for organic apple 'Topaz' and 'Dalinette'. When control samples were dried, 18 hours were necessary for 'Dalinette' variety to reach 95 ± 3 % dry matter, compared to 14 h for 'Topaz' variety. The drying period was dependent of both applied pre-treatments and temperatures. After drying, it was observed an increase in phenolic content and antioxidant activity for both pre-treated organic apple varieties. Both pre-treatment and higher temperatures (70 °C) affected the ascorbic acid content for 'Dalinette' apple slices.

Key words: Apples; Drying; Hot-water blanching; Fruit chips; Titratable acidity; Dry matter content; Antioxidant activity.

INTRODUCTION

The apples (*Malus domestica* Borkh.) are considered one of the most appreciated (Musacchi & Serra, 2018) and consumed fruits in the world (Jaeger, S.R. et al. 2018) due to their high content of vitamins, antioxidant, minerals (Bezdeadea-Cătuneanu, I. et al. 2019), fibre content, and their effect on human health, especially if they are obtained from organic horticulture (Persic, M. et al. 2017). In Romania, in 2019 the apple and pear production was estimated at approximately 350 000 tons (Mihăescu, C., Neagu Frăsin, L. 2020). Fruit quality is dependent on the environmental conditions, production area, growing technology, ripening stage, harvesting time (Asănică, A. 2018), processing technology, and storage conditions after harvest. Consumers demand for minimally processed organic fruits with high nutritional quality is growing and for this, the organic processing technologies becomes highly relevant (Stan, A. et al. 2020).

At international level, drying can be classified as one of the most used technologies in the fresh product processing, due to prolonged availability and multiple applications, such as: fruit bar, simple or mixed cereals with nuts, and other various food products (Sulistyawati, I. et al. 2020; Sadler, M.J. et al. 2019).

Drying refers to water removal from fresh products using sun or mechanical technologies (Chang, S.K. et al. 2016) with the aim of reducing product packaging, storage and transportation costs, due to, the volume and mass loss (Omolola, A.O. et al. 2017). By using new and modern technologies in fruit drying, the manufacturers can obtain products with high nutritional value (Sun, Y., Liang, C. 2020; Ullah, F. et al. 2018). The dried fruits are an important source of antioxidants, vitamins, and fibres, which are in higher amounts compared with fresh fruits (Cinar, G. 2018; Bennett, L.E. et al. 2011) when reported to the mass of the final product.

The aim of this study was to assess the influence of different pre-treatment and drying temperatures on physical and biochemical characteristics of two organic apple varieties 'Topaz' and 'Dalinette'.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

Solvents and chemical substances used in analysis were of analytical grade, acquired as follows: gallic acid from Carl Roth; trolox from Acros Organics, Fisher Scientific (Geel, Belgium); DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and Folin Ciocalteu's reagent from Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Riedstrasse, Steinheim); anhydrous sodium carbonate from Lach-Ner, (Neratovice, Czech Republic); sodium hydroxide 0,1 N from Cristal R Chim S.R.L. (Bucharest, Romania); methanol from Honeywell (Riedel-de Haën, Seelze, Germany) and ultrapure water produced in laboratory with Milli-Q water equipment (Millipore, Bedford, MA).

Samples

Organic apples from 'Topaz' and 'Dalinette' varieties were harvested in October 2020 and stored at 2 ± 0.5 °C and 90 ± 5 % relative humidity (RH) at the Research Institute for Fruit Growing (Pitești, Romania) until they were shipped to the Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products. After receiving the apple sample in the Postharvest Technologies Laboratory, they were stored at 1 ± 0.5 °C and 85 ± 5 % RH until processing. Processing consisted in washing, coring, slicing (approx. 5 mm) and hot-water blanching (30 s at 95 °C) in order to inactivate the enzymes that produces browning reaction, then drying at 40 °C and 70 °C until apple slices reach an approximate 95 ± 3 % dry matter.

Quality parameters and bioactive compounds

Quality parameters analyzed after drying period were pH, total titratable acidity (TTA) and dry matter content (DM). The pH and TTA was realised using an TitroLine automatic system, equipped with pH electrode. Samples (5 g) were mixed with distillate water (25 mL) and titrated up to 8.1 pH with 0.1N NaOH solution (AOAC Official Method 942.15). The results were expressed as g malic acid/ g DM similar with Stan et al. (2020). Dry matter content was realized with a MAC 50 PARTNER termobalance using 1 g of sample and a temperature of 105°C (Ticha, A. et al. 2015).

TPC (total polyphenol content) measurement was based on Folin–Ciocâlțu protocol, using Bădulescu et al. (2019) method. Briefly, 0.2 g of sample was extracted with 10 mL of 70 % methanol, and incubated at room temperature overnight. After incubation, the samples were homogenized for 1 h with a speed of 500 rpm, and centrifuged for 5 min at 7000 rpm. The extraction procedure was repeated for two more times, reaching a final volume of 30 mL. For TPC quantification, 0.5 mL of sample extract was mixed with 2.5 mL of Folin–Ciocâlțu reagent and 2 mL of 7.5% sodium carbonate solution and incubated for 15 min at 50 °C. Spectrophotometric measurements were performed using a Specord 210 Plus UV-VIS equipment (Analytik Jena, Jena, Germany) at 760 nm, and expressed as mg GAE /100 g product.

AA (antioxidant activity) method was realised using the protocol described by Bujor et al. (2016). The extraction protocol of samples was similar with TPC and for spectrophotometric measurements 0.2 mL of extract was continuous homogenising with 2 mL of 0.2 mM DPPH in methanol and incubated for 30 minutes in the dark. Spectrophotometric measurements were performed using a Specord 210 Plus UV-VIS equipment (Analytik Jena, Jena, Germany) at 515 nm, and expressed as mM equiv Trolox/ 100 g product. All experiments were performed as three independent replicates.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The drying period at 40 °C for organic apples 'Topaz' blanched for 30 seconds at 95 °C was with more than 2 hours longer than those untreated, reaching to a total duration of 16.5 hours. For organic apples 'Topaz' dried at 70°C the necessary period to reach 95 ± 3 % dry matter was similar for both treated and untreated experimental variants. When organic apples 'Dalinette' were analysed from drying period point of view it was observed that untreated apple slices require a longer period than those treated (Figure 1).

The dry matter content varied between 92.89 ± 1.14 % and 97.97 ± 0.47 % for all samples dried at 40°C and 70°C, as can be seen in Figure 2. Higher dry matter content was observed when a 70 °C drying temperature was used, for both apple varieties.

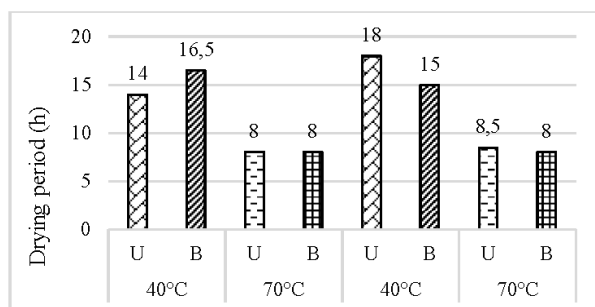


Figure 1. Drying period for organic apples (U – untreated, B – blanched 30 s at 90 °C)

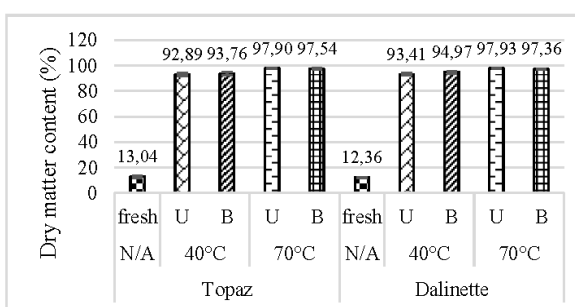


Figure 2. Dry matter content of organic apples fresh and dried (U – untreated, B – blanched 30 s at 90 °C)

The variation of total acidity before and after drying was similar for both apples varieties, 'Topaz' and 'Dalinette' treated and untreated, dried at 40 °C and 70 °C (Table 1). pH was also not influenced by the drying pre-treatment and drying temperatures.

Table 1. Total titratable acidity of dried apple slices

Variety	Pre-treatments applied	Drying temperature	pH	Total titratable acidity (mg malic acid/g DM)
'Topaz'	fresh	N/A	3.54 ± 0.15	0.022 ± 0.001
	untreated	40 °C	3.83 ± 0.21	0.017 ± 0.000
	blanched 30 sec at 95 °C		3.88 ± 0.04	0.020 ± 0.001
	untreated	70 °C	3.50 ± 0.12	0.020 ± 0.001
	blanched 30 sec at 95 °C		3.77 ± 0.07	0.018 ± 0.001
'Dalinette'	fresh	N/A	3.62 ± 0.11	0.026 ± 0.001
	untreated	40 °C	5.06 ± 0.30	0.018 ± 0.001
	blanched 30 sec at 95 °C		3.73 ± 0.15	0.020 ± 0.001
	untreated	70 °C	4.03 ± 0.09	0.017 ± 0.001
	blanched 30 sec at 95 °C		3.99 ± 0.18	0.021 ± 0.000

The ascorbic acid content (Figure 3) decreased after drying for 'Dalinette' organic apples. The lowest values were registered for both untreated and treated samples dried at 40 °C due to longer necessary for drying period (18 h and 15 h, respectively). The treated 'Dalinette' organic apples dried at 70 °C registered the smallest decrease (8.78 ± 0.96 mg ascorbic acid/100 g product) compared to the fresh product (9.06 ± 0.96 mg ascorbic acid/100 g product), while the untreated 'Dalinette' organic apples registered a decrease to a value of 6.99 ± 0.23 mg ascorbic acid/100 g product (representing 22.85 % of the fresh value). For 'Topaz' organic apples, the ascorbic acid content registered decreases for untreated and treated variants dried at 40 °C, while for those dried at 70 °C a small increase of 10 % was observed for untreated slices, due to the fast water loss and a lower time exposing to oxidizing agents.

The total phenolic content was 178.6 ± 4.0 mg/100 g sample for fresh 'Topaz' organic apples, and 167.4 ± 4.3 mg/100 g sample for fresh 'Dalinette' organic apples. Following the dehydration process, was observed an increase of total phenolic content for all organic apple samples, a phenomenon that occurred due to the loss of water content and the concentration of bioactive compounds (Figure 4).

The antioxidant activity recorded values of 11.80 ± 1.01 mM equiv Trolox/100 g for fresh 'Topaz' organic apples and 10.83 ± 0.05 mM equiv Trolox/100 g for fresh 'Dalinette' variety. Following the drying process, an increase in antioxidant activity was observed for all samples of organic apples of 'Topaz' variety (Figure 5). 'Dalinette' organic apple also recorded increases in antioxidant activity, with the exception of untreated sample dried at 40 °C where the value of antioxidant activity decreased with 50 % compared to the fresh sample, which may be due to the very long time of drying (18 hours).

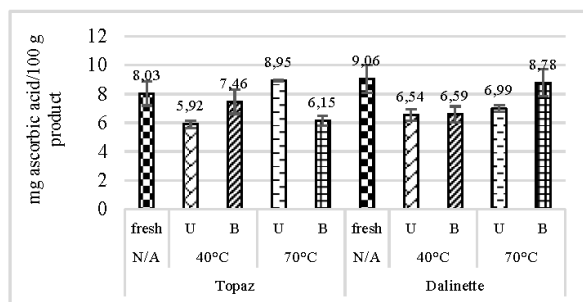


Figure 3. Ascorbic acid content variation after organic apples drying (U – untreated, B – blanched 30 s at 90 °C)

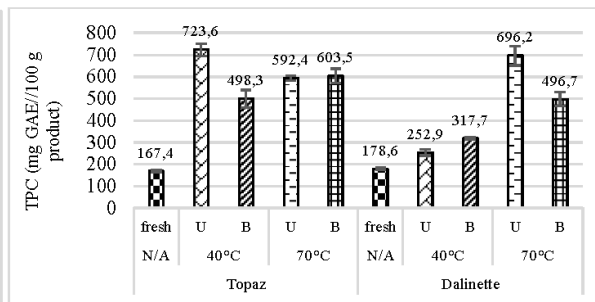


Figure 4. Total phenolic content variation after organic apples drying (U – untreated, B – blanched 30 s at 90 °C)

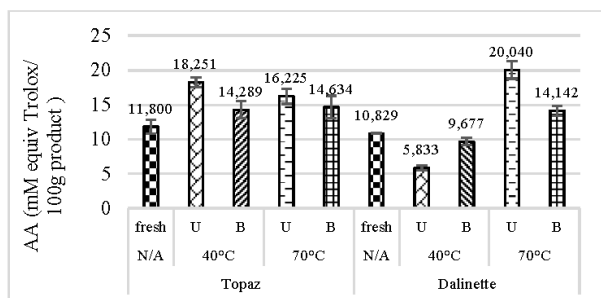


Figure 5. Antioxidant activity variation after organic apples drying (U – untreated, B – blanched 30 s at 90 °C)

loss and nutrients concentration. An increase in antioxidant activity was observed for all 'Topaz' organic apples samples after drying. Further the studies and trials are required in order to evaluate the impact of drying on the bioactive compounds and for a better understanding of the pre-treatment and temperature effect on the overall quality of organic apple slices.

CONCLUSIONS

The required time for drying differs from one species to another, from one variety to another, and is influenced by pre-treatments and applied temperature. Due to the organic apples growing conditions, there may be changes in physical and biochemical processes, depending on the variety, over the entire period of dehydration. The total titratable acidity presented small variations for all analysed samples and remain similar with fresh samples. After drying, the total phenolic content registered increases for all organic apple samples, due to water

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI – UEFISCDI, project number PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0662, within PNCDI III.

REFERENCES

1. AOAC. (2000). Official method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products read with AOAC official method 920. 149. Preparation of test sample.
2. ASĂNICĂ, A. (2018). Sensorial evaluation of 26 highbush blueberry varieties in Romania. In: Scientific Papers. Series B Horticulture, vol. LXII, pp. 181-186. ISSN 2286-1580.
3. BĂDULESCU, L., BUJOR-NENIȚA, O.C., DOBRIN, A., STAN, A., ZUGRAVU, M., ION, V. (2019). Bioactive compounds and quality parameters in different organic apple varieties and their natural value added powders. In: Fruit Growing Research, vol. 35, pp. 116-122.
4. BENNETT, L.E., JEGASOTHY, H., KONCZAK, I., FRANK, D., SUDHARMARAJAN, S., CLINGELEFFER, P.R. (2011). Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. In: Journal of Functional Foods, vol. 3(2), pp. 115-124.
5. BEZDADEA-CĂTUNEANU, I., BĂDULESCU, L., DOBRIN, A., STAN, A., MOȚ, A., HOZA, D. (2019). A biochemical comparison of apple during postharvest storage in controlled atmosphere conditions [online]. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. LXIII, no. 1, pp. 115-122. Available: http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art17.pdf
6. BUJOR, O.C., LE BOURVELLEC, C., VOLF, I., POPA, V.I., DUFOUR, C. (2016). Seasonal variations of the phenolic constituents in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves, stems and fruits and their antioxidant activity. In: Food Chemistry, vol. 213, pp. 58-68.
7. CHANG, S.K., ALASALVAR, C. and SHAHIDI, F. (2016). Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits. In: Journal of Functional Foods, vol. 21, pp. 113-132.
8. CINAR, G. (2018). Consumer perspective regarding dried tropical fruits in Turkey. In: Italian Journal of Food Science, vol. 30, pp. 1-19.
9. JAEGER, S.R., ANTÚNEZ, L., ARES, G., SWANEY-STUEVE, M., JIN, D., HARKER, F.R. (2018). Quality perceptions regarding external appearance of apples: Insights from experts and consumers in four countries [online]. In: Postharvest Biology and Technology, vol. 146, pp. 99-107. Available: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.08.014>
10. MIHĂESCU, C., NEAGU FRĂSIN, L.B. (2020). The antifungal effect of some natural and synthetic chemical compounds on the bitter rot apple. In: AgroLife Scientific Journal, vol. 9(2), pp. 179-184.
11. MUSACCHI, S., SERRA, S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. In: Scientia Horticulturae, vol. 234, pp. 409-430. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057>
12. OMOLOLA, A.O., JIDEANI, A.I. and KAPILA, P.F. (2017). Quality properties of fruits as affected by drying operation. In: Critical Reviews in Food Science and Nutrition, vol. 57(1), pp. 95-108.
13. PERSIC, M., MIKULIC-PETKOVSEK, M., SLATNAR, A., VEBERIC, R. (2017). Chemical composition of

- apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and browning. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 82, pp. 23-31.
14. SADLER, M.J., GIBSON, S., WHELAN, K., HA, M.A., LOVEGROVE, J., HIGGS, J. (2019). Dried fruit and public health—What does the evidence tell us? [online]. In: *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 70(6), pp. 675–687. Available: <https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1568398>
 15. STAN, A., BUTAC, M., ION, V.A., CĂTUNEANU, I., FRÎNCU, M., BĂDULESCU, L. (2020). Post-harvest technologies influences in organic ‘Tita’ plums quality. In: *Scientific Papers. Series B Horticulture*, vol. LXIV, no. 2, pp. 105-112.
 16. STAN, A., FRÎNCU, M., VINTILA, M., BĂDULESCU, L. (2020). Minimal processing of organic apples by drying - consumer acceptance. In: *Fruit Growing Research*, vol. XXXVI, pp. 99-105.
 17. SULISTYAWATI, I., DEKKER, M., VERKERK, R., STEENBEKKERS, B. (2020). Consumer preference for dried mango attributes: A conjoint study among Dutch, Chinese, and Indonesian consumers. In: *Journal of Food Science*, vol. 85(10), pp. 3527- 3535. Available: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15439>
 18. SUN, Y., LIANG, C. (2020). Factors Determining Consumers’ Purchase Intentions Towards Dried Fruits. In: *International Journal of Fruit Science*, vol. 20(2), pp. 1-25. Available: <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1774477>
 19. TICHA, A., SALEJDA, A., HYŠPLER, R., MATEJICEK, A., PAPRSTEIN, F., ZADAK, Z. (2015). Sugar composition of apple cultivars and its relationship to sensory evaluation. In: *Nauka. Technologia. Jakość*, vol. 4(101), pp. 137-150.
 20. ULLAH, Fahim, MIN, Kang, KHATTAK, Mansoor Khan, WAHAB, Said, WAHAB, Nauman, AMEEN, Muhammad, MEMON, Muhammad Sohail, WANG, Xingsheng, SOOMRO, Shakeel Ahmed, YOUSAF, Khurram, NINGHUI Li & Jun Yang (2018). Effects of different drying methods on some physical and chemical properties of Loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits. In: *International Journal of Fruit Science*, vol. 18(4), pp. 345–354.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

MITU Cristian Constantin  <https://orcid.org/0000-0002-0932-0364>

Master student, Faculty of Horticulture, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania

E-mail: cristimitu3@gmail.com

BARBU Andreea  <https://orcid.org/0000-0003-4074-4525>

PhD in biotechnology, Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products, Bucharest, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania

E-mail: andreea.stan@qlab.usamv.ro

FRÎNCU Mihai  <https://orcid.org/0000-0002-6556-6684>

PhD student, Asistent de Cercetare Științifică în cadrul Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products, Bucharest, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania

E-mail: mihai.frincu@qlab.usamv.ro

ION Violeta Alexandra  <https://orcid.org/0000-0002-5158-5454>

PhD in chemical engineering, scientific researcher, Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products, Bucharest, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania

E-mail: violeta.ion@qlab.usamv.ro

PETRE Andrei  <https://orcid.org/0000-0001-8148-987X>

PhD student, Faculty of Horticulture, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, scientific assistant, Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products, Bucharest, Romania

E-mail: andrei.petre@qlab.usamv.ro

BĂDULESCU Liliana  <https://orcid.org/0000-0003-1819-5128>

Prof. dr., Faculty of Horticulture, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania

E-mail: liliana.badulescu@usamv.ro

Data prezentării articolului: 01.11.2020

Data acceptării articolului: 10.12.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834535

UDC: 635.15:631.5

THE ASSESSMENT OF ALLELOPATHIC SENSITIVITY OF OILSEED RADISH (*RAPHANUS SATIVUS* L. VAR. *OLEIFORMIS* PERS.) TO THE MAIN WEEDS OF ITS AGROCENOSSES AT THE STAGE OF INITIAL GROWTH

Yaroslav TSYTSIURA

Abstract. The article contains the research results on the allelopathic susceptibility of oilseed radish to the main weed species that are dominant in its agrocenoses. The analysis of this indicator involved the research of the allometric reaction of oil radish on the treatment by aqueous extracts of 20 weed species in the concentration range from 1.0 to 4.0% in the period before the formation of true leaves. The morphological reaction to the applied extracts was determined using a number of index indicators assessing the ratio of growth and development of root and aboveground plant systems, the level of morphological depression of plants by linear characteristics, allelopathic potential etc. As a result of research, a dynamic range of harmfulness of the main weed species in terms of allelopathic potential in the range of 0.31-0.57 in relation to oilseed radish plants was established and the possibility of its use for biological control of weeds in the system of modern biologized agrotechnologies was determined.

Key words: Oilseed radish; Allelopathic sensitivity; Allelopathic potential; Plant allometry; Species competition; Extracts; Weeds.

INTRODUCTION

Allelopathic approach in weed population control system isn't new, but it is based on biologic and physiologic regularities of agrocoenosis formation and development, which are based on the principles of vitality strategy of particular plant species and their competition both on the level of intraspecific and interspecific expression in the format of horizontal and vertical gradients (Arroyo, A.I. et al. 2018; Van-Volkenburg, H. et al. 2020). Application of the allelopathic factor is becoming more and more popular worldwide, given the intensive development of organic farming and crop production systems, and the formation of resistance in weeds to widely used active substances of herbicides. The development of this direction is also supported by aspects of climate change, which cause changes in the typology of the nature of the infestation of territories and the dominance of the most aggressive weed species, which are most adapted to the aridization of the territory's hydrothermal regime and are much more competitive than cultivated plant species (Florence, A.M. et al. 2019). The allelopathic activity of traditional cruciferous crops is known and determined by leaching and secretion of glucosinolates, and their hydrolysis to isothiocyanates inhibits germination and growth of weed seeds (Lemerle, D. et al. 2017; Carvalho, M.S.S. et al. 2019). On the other hand, there is a certain tendency for limited application of cruciferous crops in the system of allelopathic control of weeds using traditional white mustard, spring and winter rapeseed.

On the other hand, there is a tendency to limit the use of cruciferous crops in the system of allelopathic weed control traditional white, spring and winter rape mustard.

As for oilseed radish, which has a full complex of beneficial features and belongs to the fodder-green-manure crops used in the system of organic (alternative) farming (Peshkova, A.A., Dorofeev, N.V. 2008), the question of allelopathy is poorly studied in comparison with other similar species: *Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus*, *Raphanus sativus* var. *niger* J. Kern (Kunz, Ch. et al. 2016) and even with wild radish species *Raphanus raphanistrum* (Norsworthy, J.K. 2003).

Considering the above-mentioned factors, it is important to establish the level of oilseed radish allelopathic sensitivity to the main weed species with a high frequency of occurrence in its coenoses in the study area in terms of effective use for weed control in crop rotation.

This task has become the goal of our research. The working hypothesis of the research is based on the assumption that the allelopathic potential of oilseed radish is sufficient for its effective use in farming systems with limited use of classical herbicides with the corresponding realization of its allelopathic and weed-competitive potential.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted in the laboratory in 2020 and 2021; it involved the research of the growth and development of oilseed radish during their germination on the substrate to the BBCH 11 phenological stage (Test Guidelines ... 2017).

The parts of weed plants were selected in the flowering phase, parts of the root system, stem, leaves and generative part were equal (the share of each element is 20% by weight). Before drying, the plants were washed in running water to remove dust and dirt. The formed sample was ground and dried to form an air-dry mass. The obtained samples were ground to a powder by a laboratory grinder. The range of weed species used in the research corresponded to long-term estimates of their prevalence in oilseed radish agroecosystems in the researched area (Table 1).

The aqueous extracts of weeds were obtained in accordance with generally accepted guidelines (Fujii, Y., Hiradate, S. 2007) with 4.0% and 1.0% concentrations (w / v). An appropriate amount of ground weed sample was placed in a glass container, and an appropriate volume of distilled water was added, it corresponded to the desired extract concentration by weight / volume ratio of liquid. For better extraction, the samples were centrifuged. The extraction took place for 24 hours without access of light in sealed closed vessels made of chemically resistant glass. The extracted solution was poured into a vessel and filtered. The process of laboratory germination involved the use of plastic cassettes with 50 cm³ cells filled with the same well-moistened substrate for all variants, prepared for germination in accordance with bioindication standards (Fujii, Y., Hiradate, S. 2007). Aqueous extracts of the researched weed species were added on the first, fifth and tenth days of germination. One treatment option included 10 cells of one option in five repetitions. The control version of the experiment was watering with distilled water.

Table 1. Weed species used in research

Latin Name	Family	Symbol from EPPO codes database
Annual species		
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	AMARE
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	AMBEL
<i>Brassica campestris</i> (L.) Janchen	Brassicaceae	BRARA
<i>Polygonum lapathifolium</i> (L.) Delarbre	Polygonaceae	POLLA
<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	CHEAL
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	ECHCG
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Asteraceae	ERICA
<i>Galinsoga parviflora</i> Cavanilles	Asteraceae	GASPA
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	GALAP
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	LACSE
<i>Setaria glauca</i> L.	Poaceae	SETPU
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	SINAR
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	RAPRA
Perennial species		
<i>Carduus acanthoides</i> L.	Asteraceae	CRUAC
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	SONAR
<i>Agropyron repens</i> (L.) Gould	Poaceae	AGRRE
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scopoli	Asteraceae	CIRAR
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	CONAR
<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae	EQUAR
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Asteraceae	TAROF

The aqueous extracts of weeds were obtained in accordance with generally accepted guidelines (Fujii, Y., Hiradate, S. 2007) with 4.0% and 1.0% concentrations (w / v). An appropriate amount of ground weed sample was placed in a glass container, and an appropriate volume of distilled water was added, it corresponded to the desired extract concentration by weight / volume ratio of liquid. For better extraction, the

samples were centrifuged. The extraction took place for 24 hours without access of light in sealed closed vessels made of chemically resistant glass. The extracted solution was poured into a vessel and filtered. The process of laboratory germination involved the use of plastic cassettes with 50 cm³ cells filled with the same well-moistened substrate for all variants, prepared for germination in accordance with bioindication standards (Fujii, Y., Hiradate, S. 2007). Aqueous extracts of the researched weed species were added on the first, fifth and tenth days of germination. One treatment option included 10 cells of one option in five repetitions. The control version of the experiment was watering with distilled water.

The general morphological development of plants was determined in non-adjacent repetitions on the 18th day of the experiment.

The following indicators were used to assess the intensity of plant growth processes:

– Plant development index (%) by formula (1) (Gariglio, N.F. et al. 2002):

$$GI = \left[\frac{G}{G_0} \times \frac{L}{L_0} \right] \times 100, \quad (1)$$

where G – seed germination (%) in each option; G₀ – control seed germination (%); L – average length (mm) of seedling (sum of lengths of aboveground and root systems) in each option; L₀ – average length (mm) of control seedling.

– Allometric coefficient by formula (2) (Nasr, M. & Mansour, S. 2005):

$$CA = \frac{L_s}{L_r}, \quad (2)$$

where L_s – shoot length, a L_r – root length, mm.

– The index of the dry weight plants ratio by formula (3) (Nasr, M. & Mansour, S. 2005):

$$DWR = \frac{DW_s}{DW_r}, \quad (3)$$

where DW_s – shoot dry weight (mg), a DW_r – root dry weight (mg).

– Allelopathic pressure index by formula (4) (Surendra, M.P. & Pota, K.B. 1978):

$$IR = \frac{C - T}{C} \times 100, \quad (4)$$

where C – control parameter (length or biomass of shoot / root); T – the same parameter of the corresponding option.

– Total allelopathic potential by formula (5) (Tiquia, S. et al. 1996; Smith, O.P. 2013):

$$AP = \text{mean}(R_a + R_b) / 100, \quad (5)$$

where IR_a – percentage inhibition of seedling growth at the lowest applied concentration (% w/v) and IR_b – percentage inhibition of seedling growth at the highest applied concentration.

The categories used to determine allelopathic potential using OAP score (Smith, O.P. 2013) were 0-0.25 – non-allelopathic (NA); 0.26-0.5 – moderately allelopathic (MA); 0.51-0.75 – highly allelopathic (HA); 0.76-1.0 – extremely allelopathic (EA).

The Intertool MT-3006 electronic caliper was used for linear measurements. Plant weight was determined using electronic laboratory scales Certus CBA-300-0.005.

The dry matter content in plants was determined by the method of thermostatic drying of the consolidated sample of plants obtained in soil-substrate germination on all replicates of the experimental variants (Fujii, Y., Hiradate, S. 2007).

The statistical evaluation of all analyzes was performed using the statistical software package Statistica 10.0 for Windows according to the analysis of variance (Hinnkelmann, K., Kempthorne, O. 2019).

RESULTS AND DISCUSSION

The evaluation of allelopathic sensitivity of oilseed radish at the stage of seedling formation with signs of the first true leaves formation was carried out in the context of two variants of concentration (4.0 and 1.0%); it is not accidental. Our researches on the effect of weeds aqueous extracts on the formation of germination of oilseed radish seeds were carried out on filter paper and soil in a number of concentrations of aqueous extracts of weeds (w / v), i.e., 16.0%, 8.0%, 4.0%, 2.0%, 1.0%, 0.5%, 0.25%. The reaction sensitivity to the seed germination formation was established at 0.25 % concentration as a result of the above-mentioned researches, and a significant decrease in laboratory seed germination was observed at 1.0-4.0% concentration. According to A.M. Grodzinsky (1965), such reaction testifies both high allelopathic sensitivity of a species, and its adaptive vitality tactics in own cenosis formation in the general cenosis of competing plant species interactions. According to up-to-date researches (Schandry, N., Becker, C. 2020; Muli, G.K. et al., 2021), allelopathic reaction is noted for many plant species in the range from 0.1% to 32.0. The constant reaction to the intensive decrease in seed germination was at 0.5-1.5%. It is noted (Narwal, S.S. 1994; Smith, O.P. 2013) that the degree of allelopathic reaction is due to the introduction of the species from the standpoint of its cultivation, and from the standpoint of proximity to typical weeds. With long-term agricultural use, the species spectrum of the allelopathic reaction narrows to the most aggressive species, and the allelopathic sensitivity is higher with limited territorial cultivation. It is confirmed by our research taking into account the fact that the intensity of oilseed radish growing is limited in many regions. The assessment of allelopathic effects must be accompanied by an analysis of growth processes in the system of relevant indicators and growth ratios, which will give a complete picture of the target effect of relevant plant extracts on the growth and development of the test object (Table 2).

Table 2. Effect of weeds water extracts on the initial growth processes of oilseed radish (average for 2020-2021)

Weed species	Length, mm				Seedling		CA		DWR	
	root		stem		GI (%)					
	*4.0	*1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0
Control	31.4	31.4	83.4	83.4			2.8	2.8	5.3	5.3
Annual weeds										
Amaranthus retroflexus L.	8.3	14.6	38.7	47.5	3.3	20.4	4.7	3.3	5.9	7.7
Ambrosia artemisiifolia L.	11.3	16.5	43.1	60.6	10.8	39.4	3.8	3.7	5.5	8.6
Brassica campestris (L.) Janchen	10.5	14.1	38.0	50.9	3.8	24.4	3.6	3.6	5.5	8.4
Polygonum lapathifolium (L.) Delarbre	10.9	17.7	66.8	73.8	13.3	42.2	6.1	4.2	7.4	10.6
Chenopodium album L.	12.2	24.9	33.6	58.7	4.3	24.2	2.8	2.4	2.8	5.6
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.	7.2	14.5	42.3	57.0	7.0	36.5	5.9	3.9	6.4	9.3
Erigeron canadensis L.	8.5	15.2	42.4	62.5	21.5	56.5	5.0	4.1	6.6	9.7
Galinsoga parviflora Cavanilles	10.6	29.0	22.5	38.7	4.7	23.5	2.1	1.3	2.6	3.1
Galium aparine L.	14.4	24.9	46.7	75.6	9.6	54.4	3.3	3.0	4.4	7.4
Lactuca serriola L.	10.4	16.8	31.0	41.7	9.5	45.2	3.0	2.5	4.1	5.8
Setaria glauca L.	12.5	24.1	42.1	58.6	2.8	31.2	3.4	2.4	4.1	5.7
Sinapis arvensis L.	14.1	26.4	35.4	63.4	16.3	59.0	2.5	2.4	3.0	5.6
Raphanus raphanistrum L.	10.4	21.3	36.9	60.7	11.3	39.4	3.6	2.8	5.1	6.7
Perennial weeds										
Carduus acanthoides L.	8.0	17.0	38.4	56.2	15.8	44.6	4.8	3.3	5.5	7.8
Sonchus arvensis L.	18.3	28.1	48.9	60.2	5.8	50.4	2.7	2.1	4.0	5.0
Agropyron repens (L.) Gould	11.9	18.9	43.0	48.3	7.2	27.7	3.6	2.5	5.4	6.0
Cirsium arvense (L.) Scopoli	11.4	16.0	30.6	48.8	6.4	23.6	2.7	3.0	4.1	7.2
Convolvulus arvensis L.	16.4	18.7	32.6	55.5	5.8	30.4	2.0	3.0	3.3	7.0
Equisetum arvense L.	12.3	21.1	33.8	41.9	2.3	32.2	2.8	2.0	3.6	4.7
Taraxacum officinale Weber	14.8	25.4	25.5	39.4	8.7	49.0	1.7	1.6	2.2	3.6
HIP _{0.5}	0.8	1.2	1.2	1.4	-	-	-	-	-	-

* – concentrations of extracts.

It was found that the extract effect on growth processes was species-specific with differences in the effect on the root system and stem (aboveground) part. It indicates the relationship between dry matter formation of stem and root systems in DWR format and its comparison with the control variant, and the value of the Coefficient of allometry (CA) in the context of the researched plant species.

The evaluation of the relationships between the morphoparameters of the aboveground and root systems is an important factor in allelopathic analysis, because each plant species is characterized by a certain index of the relationship between the development of stem and root systems. Certainly, this ratio varies depending on the growing conditions, soil and climatic parameters, but it is relatively stable at certain intervals. This fact in the allelopathic analysis is indicated by the results of the Duke's researches (2015). This criterion adequately reflects the intensity and specificity of plant growth processes by dividing them into certain types. Thus, the allelopathic tension between the species is greater under the same type of growth ratio of the aboveground and underground parts of the plant, and the biological and chemical effect of allelopathic substances will affect this ratio.

The researched extracts influenced on the morphological development of plants, i.e., the length of the root system and stem for both variants of the extract concentration. Thus, an aqueous extract of *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. formed the lowest average length of the oilseed radish root system – 10.8 mm, and the length of the stem part – 49.7 mm. However, aqueous extracts of *Sonchus arvensis* L. formed these indicators at the level of 23.2 mm and 54.6 mm, respectively. Under the action of aqueous extracts of *Polygonum lapathifolium* (L.) Delarbre obtained the minimum value of the length of the root system. Extracts of different weed species had significantly different effects on the allometric coefficients and weight (dry matter accumulation). There was a general decrease of both cotyledons and hypocotyl diameter, and deformation of the aboveground part in the absence of significant morphological differences (Figure 1) between the variants of the concentration 1.0% and 4.0% aqueous extract. Regarding the root systems for test plants, certain morphological features of development were also established - from the general elongation of the root system without a pronounced lateral branching (variant *Sonchus arvensis* L.) to intense radial branching with minimal linear elongation (variant *Erigeron canadensis* L.). Certain morphological features of the test plants root systems development were established, i.e., from the general elongation of the root system without pronounced lateral branching (*Sonchus arvensis* L.) to intense radial branching with minimal linear elongation (*Erigeron canadensis* L.).

As a result, we found that reducing the concentration of aqueous weed extract from 4.0% to 1.0% reduces the disparity between the stem and root parts ratio as the indicator approaches the control variant and causes the formation of a larger aboveground mass and the corresponding dry matter. This ratios dynamic indicates the dominant extracts effect on the root system formation, and intense effect on both the root and stem part of species with high allelopathic potential. However, there are corresponding exceptions. Thus, the increase in CA with a decrease in concentration was observed under the influence of species such as *Cirsium arvense* (L.) Scopoli, *Convolvulus arvensis* L. The levels of CA value for both concentrations indicating a unidirectional effect on the growth processes of the aboveground and underground parts, were observed under the influence of such species as *Brassica campestris* (L.) Janchen, *Taraxacum officinale* Weber.

We have also found that the average value of allometric growth coefficient of oilseed radish plants was also set at 3.6 for annual weed extracts and 2.9 for perennial weed extracts.

The annuals reduce the length of the root system, and the length of the stem part of radish oil plants more actively. We observed an identical effect on the lengths of both parts and their ratios by water extracts of perennial weeds with higher allelopathic pressure and a smaller size of the root and stem part. Researched data give us reason to positively assess the potential of oilseed radish by its allelopathic interaction with researched weeds considering other cruciferous crops assessment carried out by scholars all over the world (Lemerle, D. et al. 2014; Rehman, S. et al. 2019; Khan, S. et al. 2019).

The allelopathic pressure of the researched weeds aqueous extracts by the integrated indicator, including the averaging of CA, GI and DRW, allowed us to place these species in the order of coenotic sensitivity of oilseed radish for germination on soil substrate for annual species (in ascending order), i.e., *Polygonum lapathifolium* (L.) Delarbre – *Galium aparine* L. – *Sinapis arvensis* L. – *Setaria glauca* L. – *Ambrosia artemisiifolia* L. – *Raphanus raphanistrum* L. – *Chenopodium album* L. – *Erigeron canadensis* L. – *Polygonum lapathifolium* (L.) Delarbre – *Brassica campestris* (L.) Janchen – *Amaranthus retroflexus* L. – *Galinsoga parviflora* Cavanilles – *Lactuca serriola* L.. This order has the following form for the researched

perennial weeds: *Sonchus arvensis* L. – *Convolvulus arvensis* L. – *Agropyron repens* (L.) Gould – *Carduus acanthoides* L. – *Equisetum arvense* L. – *Cirsium arvense* (L.) Scopoli – *Taraxacum officinale* Weber.

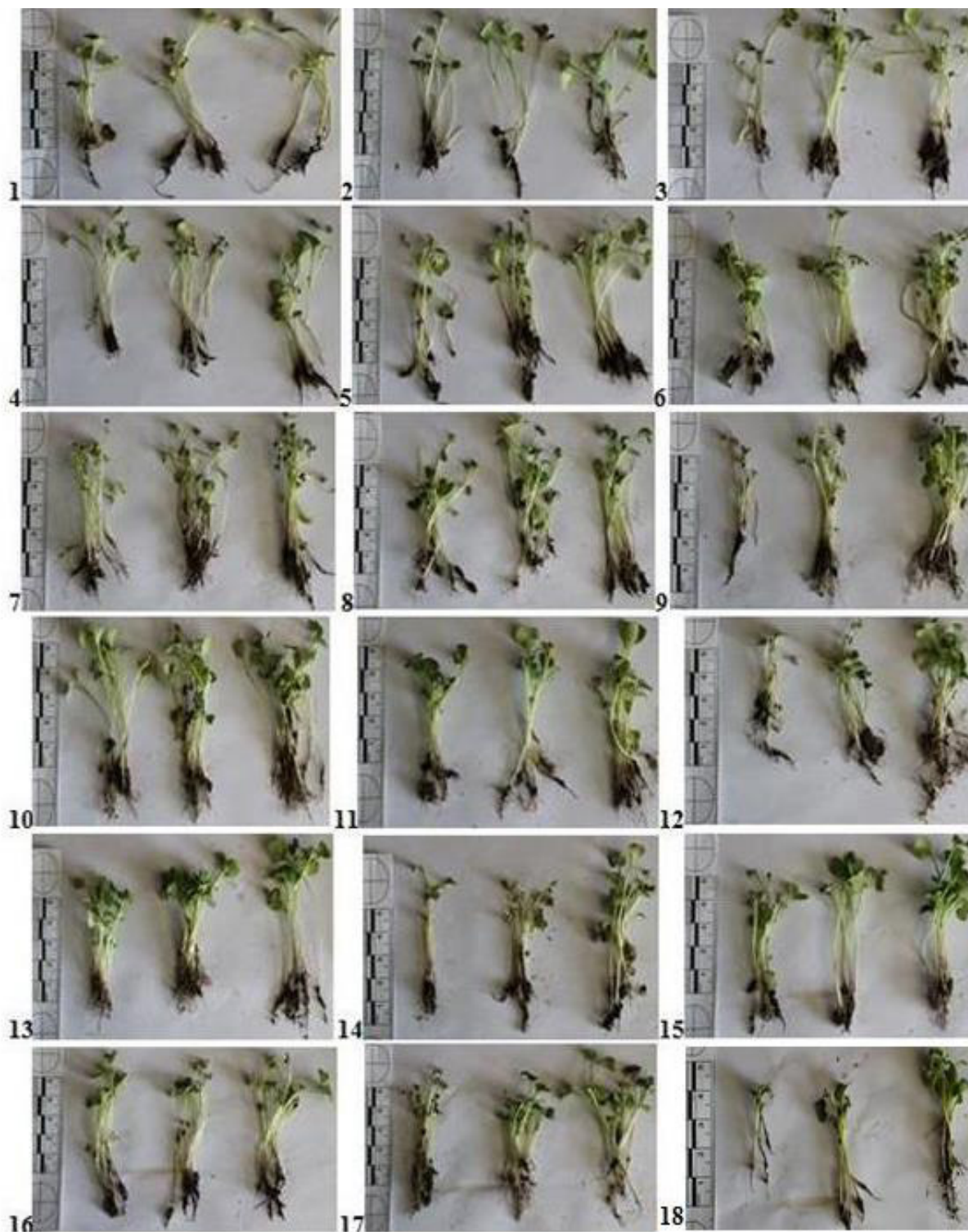


Figure 1. Oilseed radish plants selected from one cell of the cassette of one replication cultivated in the soil substrate and obtained in variants of three aqueous extracts of weeds at successive solution concentrations (left-right) 4.0, 2.0 and 1.0%, 2020. (1 – *Galium aparine* L., 2 – *Ambrosia artemisiifolia* L., 3 – *Setaria glauca* L., 4 – *Erigeron canadensis* L., 5 – *Carduus acanthoides* L., 6 – *Cirsium arvense* (L.) Scopoli, 7 – *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., 8 – *Brassica campestris* (L.) Janchen, 9 – *Agropyron repens* (L.) Gould, 10 – *Amaranthus retroflexus* L., 11 – *Taraxacum officinale* Weber, 12 – *Sonchus arvensis* L., 13 – *Raphanus raphanistrum* L., 14 – *Galinsoga parviflora* Cavanilles, 15 – *Chenopodium album* L., 16 – *Convolvulus arvensis* L., 17 – *Equisetum arvense* L., 18 – *Lactuca serriola* L.)

It should also be noted that the extracts of different weed species had different effects on the linear size of the root system and stem, the structure of the tissues, it also affected the dry matter content. Thus, for the value of the DWR ratio, disparity growth of root and above-ground parts by 18-30% was observed in comparison with the value of raw mass of parts of oil radish plants in the value of the allelometry coefficient (CA). The data obtained by us allowed to divide researched weed species by allelopathic activity in relation to oilseed radish as the test object (Table 3).

We should note that the allelopathic potential indicator is a measure of the allelopathic effect in the weed-plant tester system. It shows the level of competitiveness of the tester plant in relation to a particular weed species without taking into account the rate of vegetation growth and the level of its vitality tactics and other factors. However, it divides the species according to the threshold value of the important starting competition, which essentially determines the subsequent success of the formation of the agroecosystem of any cultivated plant. According to the proposed gradation of AR, oilseed radish can be attributed to species with high competition potential in relation to the main weed species where this figure was 0.55.

According to the allelopathic potential indicator taking into account growth processes of oilseed radish and giving the prevalence to certain species in its agroecosystems, the main harmful weed species can be placed in the following order: sow thistles (AP = 0.31) – pigeon grass (0.38) – pale persicaria (0.43) – lamb's quarters (0.43) – common ragweed (0.45) – field bindweed (0.46) – water grass (0.51) – field horsetail (0.51) – potato weed (0.52) – field thistle (0.54) – red-root amaranth (0.55) – prickly lettuce (0.57). It should also be noted that radish oil has a higher level of tolerance in assessing the formation of laboratory germination and initial growth processes in contrast to other crops investigated in similar researches (Marinov-Serafimov, P. et al. 2019), although allelopathic influence on basic indicators has certain similar features.

Table 3. Allelopathic potential (AP) of weeds for oilseed radish growth (for the ratio of concentrations of 4.0% to 1.0% for cultivation on soil substrate) (average for 2020-2021)

Weed species	Root	Stem	Seedling	Average value
Annual weeds				
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0.64	0.48	0.53	0.55
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0.56	0.38	0.43	0.45
<i>Brassica campestris</i> (L.) Janchen	0.61	0.47	0.51	0.53
<i>Polygonum lapathifolium</i> (L.) Delarbre	0.54	0.36	0.45	0.44
<i>Chenopodium album</i> L.	0.47	0.55	0.51	0.43
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	0.65	0.41	0.47	0.51
<i>Erigeron canadensis</i> L.	0.62	0.37	0.44	0.48
<i>Galinsoga parviflora</i> Cavanilles	0.37	0.63	0.56	0.52
<i>Galium aparine</i> L.	0.37	0.27	0.30	0.31
<i>Lactuca serriola</i> L.	0.57	0.56	0.57	0.57
<i>Setaria glauca</i> L.	0.42	0.40	0.40	0.40
<i>Sinapis arvensis</i> L.	0.35	0.41	0.39	0.38
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0.49	0.41	0.44	0.45
Perennial weeds				
<i>Carduus acanthoides</i> L.	0.60	0.43	0.48	0.51
<i>Sonchus arvensis</i> L.	0.26	0.35	0.32	0.31
<i>Agropyron repens</i> (L.) Gould	0.51	0.45	0.47	0.48
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scopoli	0.56	0.52	0.53	0.54
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0.44	0.47	0.46	0.46
<i>Equisetum arvense</i> L.	0.47	0.55	0.53	0.51
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	0.36	0.61	0.54	0.50
HIP _{0.5}	0.038	0.045	0.037	–

Considering the allelopathic potential of the researched species for oilseed radish, the overall harmfulness of weed types will increase in the following order: perennial – rhizome – perennial-rhizome – root-sprouting – perennial root-sprouting – rhizome root-sprouting – perennial rhizome root-sprouting. At the same time, the maximum allelopathic pressure in the cenosis of oilseed radish will be reached for the share of weed species with allelopathic potential over 0.50 at the level of 30%.

Taking into account the principles of fundamental allelopathy (Hrodzynskyi, A.M. 1991; Matveev, N.M. 1994; Smith, O.P. 2013) it should be noted that oil radish is able to actively suppress and compete with weed species which allelopathic potential (AP) is lower and significantly below the level of 0.50.

CONCLUSIONS

Thus, the oilseed radish is a species with a moderate level of allelopathic potential the main weed species in its cenoses in the range of 0.26-0.57 by allelopathic sensitivity at the stage of seedling formation to the phase of formation of true leaves. The allelopathic relationships allows us to recommend the use of radish for alternative farming systems in various intermediate cultivation options to reduce the number of major field contaminants such as *Sonchus arvensis* L., *Setaria glauca* L., *Polygonum lapathifolium* (L.) Delarbre, *Chenopodium album* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Convolvulus arvensis* L.; the allelopathic sensitivity of oilseed radish to them is lower than 0.50.

Considering the effect of perennial weeds, such as *Carduus acanthoides* L. *Sonchus arvensis* L. *Ageropyron repens* (L.) Gould, on the growth processes of oilseed radish plants – limiting its numbers will be effective through the application of increased seeding rates of oilseed radish at 4.0 million units per ha of similar seeds.

REFERENCES

1. Fujii, Y., Hiradate, S., ed. (2007). *Allelopathy. New Concepts & Methodology*. CRC Press. 396 p. ISBN 978-1578084463.
2. ARROYO, A.I., PUEYO, Y., GINER, M.L., FORONDA, A., SANCHEZ-NAVARRETE, P., SAIZ, H., ALADO, C.L. (2018). Evidence for chemical interference effect of an allelopathic plant on neighboring plant species: a field study. In: PLoS One, vol. 13, pp. 1-19.
3. CARVALHO, M.S.S., ANDRADE-VIEIRA, L.F., SANTOS, F.E., CORREA, F.F., CARDOSO, M.G., VILELA, L.R. (2019). Allelopathic potential and phytochemical screening of ethanolic extracts from five species of *Amaranthus* spp. in the plant model *Lactuca sativa*. In: Scientia Horticulturae, vol. 245, pp. 90-98.
4. DUKE, S.O. (2015). Proving allelopathy in crop-weed interactions. In: Weed Science, pp. 121-132.
5. FLORENCE, A.M., HIGLEY, L.G., DRIJBER, R.A., FRANCIS, C.A., LINDQUIST, J.L. (2019). Cover crop mixture diversity, biomass productivity, weed suppression, and stability. In: PLoS ONE, vol. 14, pp. 1-18.
6. HINNKELMANN, K., KEMPTHORNE, O. (2019). *Design and Analysis of Experiments*. 10th ed., vol. 1. New York: Wiley and Sons. 688 p. ISBN: 978-1-119-49244-3.
7. HRODZYNISKYI, A.M. (1991). *Allelopatyia rastenyi y pochvoutomlenye*. K.: Naukova dumka. 432 s.
8. HRODZYNISKYI, A.M. (1973). *Osnovy khimichnoi vzaємodii roslын*. K.: Naukova dumka. 190 s.
9. GARIGLIO, N.F., BUYATTI, M., PILLATI, R., GONZALES, R.D., ACOSTA, M. (2002). Use a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix* sp.) sawdust. In: New Zealand Journal of Crop of Horticultural Science, vol. 30, pp. 135-139.
10. KHAN, S., SHINWARI, M.I., WAQAR ALI, K., RANA, T., KALSOOM, S., AKBAR KHAN, S. (2019). Allelopathic potential of 73 weed species in Pakistan. In: Revista de Biología Tropical, vol. 67(6), pp. 1418-1430.
11. KUNZ, Ch., STURM, D.J., VARNHOLT, D., WALKER, F., GERHARDS, R. (2016). Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. In: Plant, Soil and Environment, vol. 62, pp. 60-66.
12. LEMERLE, D., LUCKETT, D.J., LOCKLEY, P., WU, H.W., WIDDERICK, M.J. (2017). Agronomic interventions for weed management in canola (*Brassica napus* L.). A review. In: Crop Protection, vol. 95, pp. 69-73.
13. LEMERLE, D., LUCKETT, D.J., LOCKLEY, P., KOETZ, E., WU, H. (2014). Competitive ability of Australian canola (*Brassica napus*) genotypes for weed management. In: Crop Pasture Science, vol. 65, pp. 1300-1310.
14. MARINOV-SERAFIMOV, P., ENCHEV, S., GOLUBINOVA, I. (2019). Allelopathic soil activity in the rotation of some forage and technical crops. In: Bulgarian Journal of Agricultural Science, vol. 25(5), pp. 980-985.
15. MATVEEV, N.M. (1994). *Allelopathy As a Factor of Ecological Environment*. Samara: Samara book publishing house, 204 p.

16. MULI, G.K., APORI, S.O., SSEKANDI, J., MURONGO, M., & HANYABUI, E.. (2021). Effect of linear view approach of weed management in agro-ecosystem: A review. In: African Journal of Agricultural Research, vol. 17(2), pp. 238-246.
17. NARWAL, S.S. (1994). Allelopathy in Crop Production. Jodhpur: Scientific Publisher, 517 p. ISBN 10 8172333870.
18. NASR, M., MANSOUR, S. (2005). The use of allelochemicals to delay germination of *Astragalus cycluphyllus* seeds. In: Journal of Agronomy, 4(2), pp. 147-150.
19. NORSWORTHY, J.K. (2003). Allelopathic potential of wild radish. Weed Technology, vol. 17, pp. 307-313.
20. PESHKOVA A. A., DOROFEEV N. V. (2008). Biologicheskie osobennosti i tekhnologiya vozdeleyvaniya red'ki maslichnoj. Irkutsk. 145 s.
21. REHMAN, S., SHAHZAD, B., BAJWA, A.A., HUSSAIN, S., REHMAN, A., CHEEMAAND, S.A., LI, P. (2019). Utilizing the allelopathic potential of Brassica species for sustainable crop production: a review. In: Journal of Plant Growth Regulation, vol. 38(1), pp. 343-356.
22. SCHANDRY, N., BECKER, C. (2020). Allelopathic plants: models for studying plant-interkingdom interactions. In: Trends in plant science, vol. 25(2), pp. 176-185.
23. SMITH, O.P. (2013). Allelopathic Potential of the Invasive Alien Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera* Royle): A thesis submitted to Plymouth University in partial fulfilment for the degree of Doctor of Philosophy. 388 p.
24. SURENDRA, M.P., POTA, K.B. (1978). On the allelopathic potentials of root exudates from different ages of *Celosia argenta* Linn. In: National Academy of Scientific Letters, vol. 1, pp. 56-58.
25. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers. (2017). Geneva. 19 p.
26. TIQUIA, S., TAM, N., HODGKISS, I. (1996). Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. In: Environmental Pollution, vol. 93, pp. 249-256.
27. VANVOLKENBURG, H., GUINEL, F.C., VASSEUR, L. (2020). Impacts of Smooth Pigweed (*Amaranthus hybridus*) on Cover Crops in Southern Ontario. Agronomy. Vol. 10. P. 529-538.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

TSYTSIURA Yaroslav  <https://orcid.org/0000-0002-9167-833X>

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine

E-mail: yaroslavtsytsyura@ukr.net

Data prezentării articolului: 24.10.2020

Data acceptării articolului: 10.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834400

CZU: 634.22:632.38(478)

VIRUSUL PLUM POX ÎN PLANTAȚIA DE PRUN DIN CADRUL GOSPODĂRIEI SRL „STAR AGRO GRUP” – MANIFESTAREA SIMPTOMELOR, CERCETARE, DIAGNOZĂ

Irina MIHAILOV, Vasile ȘARBAN

Abstract. The paper presents the traceability of the stages of control, research and diagnosis of the pathogen Plum pox virus that causes diseases on foliage and fruits by manifesting typical symptoms on host plants of the genus *Prunus*. The researches were carried out in the plum plantation of “Star Agro Grup” Ltd from Ustia village, Dubasari District, extended on an area of 10 ha and structured in 5 sectors. From each sector 10 samples were analyzed, a total of 50 samples. At the diagnostic stage DAS-ELISA method was used. This is a technique often practiced in the phytosanitary field based on the use of polyclonal antibodies, antigen-antibody reaction related to the enzyme-substrate reaction, performed on a solid support (microtiter plate). The final results obtained are presented in a structured way with the exposure of the samples according to the researched sector.

Key words: *Prunus*; Plum Pox virus; Identification; Immunoenzyme technique; DAS-ELISA.

Rezumat. Lucrarea ilustrează etapele de control, cercetare și diagnoză a patogenului Plum pox virus, care provoacă afecțiuni ale foliajului și fructelor la plantele gazdă din genul *Prunus*. Cercetările s-au efectuat în plantația de prun din cadrul gospodăriei SRL „Star Agro Grup” din satul Ustia, raionul Dubăsari, pe o suprafață de 10 ha structurată în 5 sectoare. Au fost analizate câte 10 probe din fiecare sector, în total 50 de probe. La etapa de diagnosticare s-a utilizat metoda DAS-ELISA, tehnică practică des în domeniul fitosanitar, bazată pe utilizarea anticorpilor policlonali. Rezultatele finale obținute sunt redată în mod structurat, cu expunerea probelor pe sectoare.

Cuvinte-cheie: *Prunus*; Plum Pox virus; Identificare; Tehnică imunoenzimatică; DAS-ELISA.

INTRODUCERE

Organismul prezentat în lucrare – Plum pox virus (PPV) sau „vărsatul prunelor” – este un patogen virotic din familia *Potyviridae* care afectează plantele gazdă din genul *Prunus* (Bădăraș, S. 2012). Relevanța virusului pentru țara noastră se manifestă inclusiv prin faptul că este urmărit și inclus în actele normative. Conform prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 356/2012 pentru aprobarea unor acte normative privind implementarea Legii nr. 228/ 2010 cu privire la protecția plantelor și la carantina fitosanitară, Plum pox virus este menționat în Anexa 2, care prescrie lista organismelor dăunătoare ale căror introducere și răspândire în Republica Moldova sunt interzise în cazul în care acestea sunt prezente la anumite plante sau produse vegetale. Această listă este structurată în secțiuni ce caracterizează orientarea daunelor organismelor. Facem referire, în special, la secțiunea a 2-a, care cuprinde organisme dăunătoare prezente în țările Uniunii Europene și care sunt relevante pentru Republica Moldova. Aici virusul este specificat cu numărul 6 și se face referire la subiectul afectării: „plantele de *Prunus* L., destinate plantării, altele decât semințele”.

Manifestarea afecțiunilor provocate de virusul menționat se caracterizează prin simptome tipice și prin prezența în stare latentă. Printre simptomele tipice menționăm apariția petelor circulare (uneori uniforme, alteori cu margini difuze) pe frunze, fructe, sămburi, în unele cazuri pe ramurile de schelet și trunchiurile pomilor. În cazul unor soiuri mai sensibile, pe fructe apar numai benzi roșii cu margine difuză sau inele și linii roșii. Toamna târziu, petele caracteristice bolii își mențin culoarea în consistență accentuată. Colorația petelor poate fi de nuanță diversă: verde-deschis, verde-pal, galben sau verde măsliniu. Forma latentă poate fi evidențiată prin diagnoza bazată pe teste serologice de laborator și se asociază cu menținerea în timp, migrând în plantă, activându-se și răspândindu-se prin intermediul a diverși factori (Plum pox virus, 2020; Приходько, Ю.Н., Магомедов, У.И. (2011); Sochor, J. et al. 2012). Plum pox virus afectează plantele pomicole sămburoase: prunul (*Prunus domestica*), caisul (*P. armeniaca*), piersicul (*P. persica*), nectarinul (*P. Persica* var. *nectarina*), cireșul (*P. avium*), vișinul (*P. cerasus*), corcodușul/mirobolanul (*P. cerasifera*), prunul japonez (*P. salicina*), porumbarul (*P. spinosa*), migdalul (*P. amygdalus*); plantele ierboase: clopoțelul obișnuit (*Campanula ranunculoides*), urzica moartă albă (*Lamium album*), urzica roz (*L. amplexicaule*), urzica moartă purpurie (*L. purpureum*), lupinul alb (*Lupinus albus*), trifoiul mărunț (*Medicago lupulina*), sulfina galbenă (*Melilotus officinalis*) etc. (Pop, I. V. 2009).

În literatura de specialitate autohtonă și internațională sunt expuse căile de transmitere a acestui virus: a) de către factorul uman – prin altoire, butășire; b) de către insecte – specii cu aparatul bucal sugător: afidele

din genurile *Aphis*, *Myzus*, *Brachycaudus*, *Hyalopterus*, *Phorodon*, *Rhopalosiphum*, insectele polenizatoare, acarienii, unele specii de cicade etc. (National diagnostic, 2012).

În lucrarea de față, studiul patogenului Plum pox virus se bazează pe analiza efectuată în sectoarele din livada de prun a SRL „Star Agro Grup” prin: colectarea probelor (a organelor plantelor simptomatice și asimptomatice), efectuarea diagnozei de laborator, statistica probelor pozitive și negative, evidența sectoarelor afectate de virus, expunerea numerică a eșantioanelor supuse încercărilor analitice.

MATERIALE ȘI METODE

Punctul de cercetare l-a constituit livada de prun a gospodăriei SRL „Star Agro Grup” din satul Ustia, raionul Dubăsari. În teren, drept materiale au fost folosite pungi de polietilenă, etichete, registre, secatoare, mănuși de protecție, indicatoare pentru marcarea sectoarelor, dezinfectant (soluție de alcool etilic 96%). Metoda de eșantionare s-a bazat pe protocolul EPPO PM 7/32. Fiecare probă a fost constituită din 5 bucăți de lăstari (cu sau fără frunză), luând în considerare perioada de colectare, flori, fructe, sămburi. Colectarea s-a inițiat în martie și s-a finalizat în septembrie. Din fiecare sector s-au colectat câte 10 probe. Astfel, în total au fost transmise spre analiza de laborator 50 de probe. În laborator s-a lucrat cu materiale precum: balanță tehnică, secator, bisturiu, spirtieră, alcool etilic de 70% și 96%, frigider, congelator, omogenizator manual, plită magnetică, hârtie de filtru, analizator DS-2, programa electronică DS-Matrix etc.

Metoda de laborator aplicată la diagnoza virusului a fost analiza imunoenzimatică DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay), bazată pe anticorpi policlonali cu reacțiile antigen-anticorp și enzimă-substrat, efectuate pe un suport solid (placa de microtitrare).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Proiectul instituțional de stat pentru anul 2020 a inclus, spre aplicare practică, studiul privind prezența patogenului Plum pox virus în plantația de prun din cadrul gospodăriei SRL „Star Agro Grup”. Stațiunea destinată cercetărilor planificate este amplasată pe o suprafață de 10 ha, divizată în sectoare. Astfel, pentru urmărirea și înregistrarea simptomelor, colectarea probelor, aplicarea testărilor de laborator (diagnozei) au fost selectate 5 sectoare, fiecare fiind format din 5 rânduri. În continuare vom prezenta etapele procesului de cercetare și analitic.

Colectarea probelor. Pentru perioada de vegetație a anului 2020 au fost colectate câte 10 probe din fiecare sector analizat, în total 50 de probe. Probele au fost numerotate după schema: numărul de ordine, numărul sectorului, ultimele două cifre al anului curent; de exemplu proba 7/3/20 reprezintă un cod unic pentru o mostră colectată din sectorul III. În probă s-au selectat și colectat lăstari de prun cu sau fără frunză, flori, fructe, sămburi, plasate în pungă de polietilenă etichetată (Fig. 1).



Figura 1. Lăstari de *Prunus domestica* cu simptome de Plum pox virus în teren
(foto Mihailov Irina, 2020)

Etichetarea. Pe eticheta unei probe se menționează data colectării, codul probei, denumirea culturii, sectorul din care s-a colectat proba, ora colectării, numele, prenumele collectorului, semnătura.

Stocarea în laborator. Probele transferate în condiții de laborator au fost inițial stocate la frigider, la temperatura de +4°C, pentru 7 zile. Dacă în acest termen probele nu au fost expuse analizei de laborator, ele au fost transferate la congelator, la -20°C.

Înregistrarea în formularul de lucru. Fiecare probă a fost înregistrată în fișa de lucru pentru a păstra condițiile de trasabilitate în laboratorul unde s-a realizat încercarea propriu-zisă. Această etapă permite a efectua pregătirile pentru analiză prin stabilirea programată a plăcii de microtitrare în care se expun schematic probele.

Realizarea analizei propriu-zise. Se prepară proba – din mostra generală se selectează o priză de 1 g material solid, care se transferă în punga de extracție (constituită din material rezistent la mișcările puternice de omogenizare), la care se adăuga 20 ml de tampon de extracție.



Figura 2. Selectarea prizei de analiză pentru realizarea procesului analitic în condiții de laborator (foto Mihailov Irina, 2020)

Fiecare probă a fost depozitată în pungi de unică folosință, cu etichetarea prin înscrierea codului. Unele probe selectate pentru procesul analitic prezentau simptome specifice patogenului PPV, altele nu prezentau (Fig. 2). Omogenizarea probei s-a efectuat prin utilizarea unui omogenizator manual, cu aplicarea mișcărilor de distrugere a țesutului expus extracției. După mojarare, probele s-au plasat în frigider pentru o oră. După acest timp probele au urmat testul serologic. Tehnica DAS-ELISA s-a realizat la analizorul automat DS-2 prin intermediul programului electronic DS-Matrix, operat de către specialistul responsabil. Timpul de realizare a metodei a constituit două zile. În prima zi s-au pipetat probele pregătite anterior de către specialist, iar în a doua zi s-a efectuat citirea rezultatelor. Probele au fost lucrate în serie cumulativă, câte 10 probe concomitent, alături de componentele de verificare: martorul negativ, martorul pozitiv și tamponul de extracție.

Citirea rezultatelor. Pentru citirea rezultatului final s-a făcut trimitere la prevederile prospectului componentelor procurate de la furnizor. În calcul s-au evaluat valorile densității optice a martorului negativ multiplicat la un coeficient indicat în prospect. Astfel, densitățile optice ale probelor analizate au fost comparate cu valorile martorului negativ. Pragul comparativ este valoarea 1. Astfel, când valorile densității optice a probelor sunt mai mari decât valoarea 1, rezultatul se tratează ca pozitiv PPV, iar în cazul când valorile densității optice a probelor sunt mai mici decât martorul negativ, rezultatul se tratează ca negativ PPV. În continuare sunt expuse rezultatele finale obținute în urma diagnozei de laborator cu aplicarea tehnicii imunoenzimatică DAS-ELISA (Tab. 1).

Tabelul 1. Analiza probelor de prun prin tehnica DAS-ELISA

Număr sector	Livada de prun, SRL „Star Agro Grup”									
	Codul probei analizate									
Sectorul I	1/1/20	2/1/20	3/1/20	4/1/20	5/1/20	6/1/20	7/1/20	8/1/20	9/1/20	10/1/20
Rezultat final	pozitiv	negativ	negativ	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv
Sectorul II	11/2/20	12/2/20	13/2/20	14/2/20	15/2/20	16/2/20	17/2/20	18/2/20	19/2/20	20/2/20
Rezultat final	pozitiv	negativ	pozitiv	pozitiv	pozitiv	negativ	pozitiv	negativ	pozitiv	pozitiv
Sectorul III	21/3/20	22/3/20	23/3/20	24/3/20	25/3/20	26/3/20	27/3/20	28/3/20	29/3/20	30/3/20
Rezultat final	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv
Sectorul IV	31/4/20	32/4/20	33/4/20	34/4/20	35/4/20	36/4/20	37/4/20	38/4/20	39/4/20	40/4/20
Rezultat final	negativ	negativ	pozitiv	pozitiv	pozitiv	pozitiv	negativ	pozitiv	negativ	pozitiv
Sectorul V	41/5/20	42/5/20	43/5/20	44/5/20	45/5/20	46/5/20	47/5/20	48/5/20	49/5/20	50/5/20
Rezultat final	pozitiv	negativ	pozitiv	negativ	pozitiv	negativ	pozitiv	pozitiv	negativ	pozitiv

Astfel, la diagnosticarea prin tehnica DAS-ELISA a virusului Plum pox virus s-au obținut 37 de probe pozitive și 13 probe negative. Numărul de probe pozitive demonstrează că condițiile climaterice (temperaturile ridicate) și numărul accentuat de insecte vectori au accentuat răspândirea patogenului pe plantele de prun, cu manifestarea simptomelor pe frunze, flori, fructe și sămburi. Cea mai pronunțată infectare s-a manifestat pe plantele din sectorul III, unde toate cele 10 probe analizate au avut rezultat pozitiv.

În urma analizelor de laborator pe sectoarele de cercetare s-a înregistrat următoarea situație privind prezența sau absența, în probele colectate, a patogenului cercetat: sectorul I – 8 probe pozitive, 2 negative; sectorul II – 7 pozitive, 3 negative; sectorul III – 10 probe pozitive; sectorul IV – 6 probe pozitive, 4 probe negative; sectorul V – 6 probe pozitive, 4 probe negative. Rezultatele din sectoarele IV și V indică un număr ce exprimă coincidența de probe pozitive (6) și negative (4) în ambele sectoare. Fenomenul se explică prin prezența și activitatea zilnică a insectelor sugătoare (cicade, păduchi, tripsi), pe rol de vectori care răspândesc virusul.

CONCLUZII

Virusul Plum pox virus, din fam. *Potyviriidae*, a fost diagnosticat prin metoda imunoenzimatică DAS-ELISA. S-au analizat 50 de probe de prun colectate din 5 sectoare ale plantației gospodăriei SRL „Star Agro Grup”, supuse studiului de câmp și laborator. Din numărul total de probe analizate, 37 au fost identificate ca fiind pozitive PPV și 13 ca fiind negative PPV.

În condițiile țării noastre, acest virus și-a manifestat prezența destul de bine, dovadă servind rezultatele din sectorul III, unde toate cele 10 probe au fost pozitive.

RECUNOAȘTERI

Studiul prezentat în lucrare a fost realizat în cadrul proiectului științific 20.80009.5107.04 „*Adaptarea tehnologiilor durabile și ecologice de producere a fructelor sub aspect cantitativ și calitativ în funcție de integritatea sistemii de cultură și schimbărilor climatice*” (director de proiect – doctor habilitat, prof. univ. Valerian Balan), cu susținerea Agenției Naționale pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BĂDĂRĂU, S. (2012). Fitopatologie generală și agricolă. Chișinău, 592 p. ISBN978-9975-56-046-7.
2. LEGEA cu privire la protecția plantelor și la carantina fitosanitară: nr. 228 din 23.09.2010. În: Monitorul Oficial. 2010, nr. 241-246, art. 748.
3. NATIONAL diagnostic protocol for Plum pox virus (PPV). (2012). În: The international diagnostic protocol for PPV (ISPM-27), March, 30 p.
4. POP, I.V. (2009). Tratat de virologie vegetală. Vol. 3: Virusurile culturilor horticoale. București. 656 p.
5. SOCHOR, J., BABULA, P., ADAM, V., KRSKA, B., KIZEK, R. (2012). Sharka: The Past, the present and the future. În: Viruses, no. 4 (11), pp. 2853-2901.

6. VĂRSATUL prunului (Plum Pox): Prevenire [online]: 2021, Horticultorul.ro. [accesat 14.09.2020]. Disponibil: <https://www.horticultorul.ro/insecte-boli-daunatori-fungicide-insecticide-ingrasaminte-pesticide/varsatul-prunului-plum-pox/>
7. ПРИХОДЬКО, Ю.Н., МАГОМЕДОВ, У.Ш. (2011). Вирусы семечковых и косточковых плодовых культур: монография. Воронеж: Научная книга, 468 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

MIHAILOV Irina  <https://orcid.org/0000-0002-6804-4742>

doctor în biologie, conferențiar cercetător, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: irinus1982@yahoo.com

ȘARBAN Vasile

doctorand, Școala Doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

Data prezentării articolului: 25.05.2021

Data modificării articolului: 31.10.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834537

CZU: 630*81

EVALUAREA CALITĂȚII LEMNULUI ARBORILOR DE MOLID AFECTAȚI DE PUTREGAI PRIN METODA MĂSURĂRII REZISTENȚELOR ELECTRICE

Gheorghe PEI, Radu VLAD, Cristian Gheorghe SIDOR, Alexandra ȘTEFAN

Abstract. The aim of this paper was to test the Rotfinder® device which use the method of measuring electrical resistances of the wood. Research was conducted in the north of the Eastern Carpathians, in four Norway spruce plots. A total of 1046 healthy standing trees (according with visual inspection) were analyzed. Between 5% and 16% of trees were affected by root rot, the highest values being recorded in the first 5 classes indicated by the Rotfinder® device. The relationship between the value indicated by the Rotfinder® device and the proportion occupied by the root rot in the cross-section of the Norway spruce trees is given by a logarithmic equation. The correlation is very strong and very significant ($r = 0.956^{***}$). The correlation between the value indicated by the Rotfinder® and the proportion occupied by the root rot in the cross-section have a considerable practical importance because it is possible to estimate the proportion of root rot in the cross-sectional area for different forest areas.

Key words: *Picea abies*; Wood; Quality; Rotfinder®; Electrical resistance; Root rot; *Heterobasidion*.

Rezumat. În lucrarea de față s-a propus testarea dispozitivului Rotfinder®, care are la bază metoda măsurării rezistențelor electrice ale lemnului. Cercetările s-au desfășurat în nordul Carpaților Orientali, în patru suprafețe experimentale amplasate în arborete de molid. Au fost analizați 1046 de arbori sănătoși (apreciați astfel în urma evaluării vizuale). Între 5% și 16% dintre aceștia s-au dovedit a fi afectați de putregaiul de rădăcină, cele mai ridicate valori fiind înregistrate în primele 5 clase indicate de dispozitiv. Relația dintre valorile indicate de dispozitivul Rotfinder® și proporția putregaiului în secțiune transversală este reprezentată de o ecuație logaritmică. Corelația este una foarte puternică ($r = 0.956^{***}$). Relația are o importanță practică deosebită pentru că, pe baza valorilor indicate de aparat, se poate estima proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în suprafața secțiunii transversale pentru diferite zone forestiere în care se fac cercetări și se calculează relația sus-menționată.

Cuvinte-cheie: *Picea abies*; Lemn; Calitate; Rotfinder®; Rezistențe electrice; Putregai de rădăcină; *Heterobasidion*.

INTRODUCERE

Evaluarea calității lemnului arborilor și identificarea anumitor defecte reprezintă un subiect extrem de important atât pentru specialiștii din domeniul forestier, din domeniul spațiilor verzi, cât și pentru cei din industria de prelucrare. Evaluarea și măsurarea anumitor defecte (de formă, de structură, noduri ș.a.) poate fi realizată prin metode clasice, însă, ținând cont de mărimea populațiilor de arbori și de diversitatea tipurilor de boli, aceste metode nu pot oferi informații cu privire la existența și extinderea unor defecte interioare, ce nu manifestă simptome exterioare pentru a putea fi identificate (Vlad, R. 2002; Bârnoaia, I. 2004; Leong, E. C. et al. 2012; Pei, Gh. et al. 2018). Au fost astfel dezvoltate metode ce presupun măsurarea rezistențelor electrice ale lemnului, acestea fiind nedistructive pentru arbori și putând determina prezența putregaiului încă din stadiile incipiente (Larsson, B. et al. 2004; Câmpu, R. 2008). În mai multe țări au fost construite o serie de echipamente ce au la bază această metodă, fiind folosite experimental sau chiar în practica silvică curentă pentru evaluări calitative (Shigo, A. I. 1993; Romeralo, C. 2010; Oliva, J. et al. 2011; Wunder, J. et al. 2017). Se impune astfel utilizarea experimentală a unor tipuri de echipamente și în România, în scopul analizării posibilității de a fi aplicate la evaluări calitative nedistructive ale arborilor.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au desfășurat în cadrul a patru suprafețe experimentale permanente (SE), amplasate în nordul Carpaților Orientali, în bazinul superior al râului Moldova, pe raza Bazei Experimentale Tomnatic (Câmpulung-Moldovenesc), Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” (SE-1, SE-2 și SE-3), și pe raza Ocolului silvic Moldovița, Direcția Silvică Suceava (SE-4). Arboretele analizate au vârste cuprinse între 65 și 80 de ani, cu o consistență aproape plină (0,7-0,8), caracterizate printr-o clasă de producție superioară (arborete din clasele de producție 2), tipul de stațiune forestieră fiind cel montan de amestecuri (Bs), brun edafic mare cu *Asperula Dentaria* (3333).

Pentru 1046 de arbori specia molid (*Picea abies* L.), considerați, în urma analizei vizuale, arbori sănătoși, au fost realizate măsurători cu ajutorul aparatului Rotfinder® (Fig. 1 a),b)) în scopul obținerii unor date primare cu privire la prezența sau absența putregaiului de rădăcină.



Figura 1. Dispozitivul Rotfinder® (a, b), valori indicate de acesta și proporția lemnului afectat de putregai de rădăcină (c)

Aparatul Rotfinder® este utilizat pentru identificarea existenței putregaiului la arborii pe picior și a fost dezvoltat de compania Rotfinder AB în colaborare cu institutele de cercetări silvice din Suedia (Skogforsk) și Danemarca (Skov & Landskab).

Modul de lucru se bazează pe măsurarea rezistenței electrice a secțiunii trunchiului. Aceasta este diferită pentru lemnul sănătos comparativ cu lemnul cu putregai din arborii atacați de *Heterobasidion* spp., deoarece acesta din urmă are, printre altele, concentrații mai mari de ioni metalici, buni conductori electrici (Romeralo, C. 2010; Oliva J. et al. 2011). Aparatul are 4 senzori cu lungimea de 3 cm și diametrul de 3-4 mm, fixați pe trunchiul arborelui în zona în care se realizează măsurătoarea. Acești senzori pătrund aproximativ 1 cm în alburn, producând astfel daune minime arborelui. Este utilizată o scală cu 10 trepte, care indică o creștere a probabilității ca arborele să fie afectat de putregai de rădăcină, în funcție de proporția lemnului afectat (Fig. 1 c). Astfel, valoarea 0 indică un arbore sănătos, iar valoarea 10 indică o probabilitate ridicată de existență a putregaiului.

Pentru evidențierea unei legături corelative dintre valoarea indicată de aparatul Rotfinder® și proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în din suprafața secțiunii transversale a arborilor de molid au fost extrase probe de creștere cu ajutorul burghiului Pressler de la 35 de arbori.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma culegerii datelor primare cu ajutorul aparatului Rotfinder® s-a constatat faptul că ponderea arborilor afectați de putregai de rădăcină, din totalul arborilor, are valori de 8% în suprafața experimentală SE-1, de 16% în suprafața SE-2, de 10% în suprafața SE-3 și de 7% în suprafața SE-4.

Referitor la intensitatea cu care este afectat lemnul de către putregaiul de rădăcină, dată de proporția ocupată de putregai în suprafața secțiunii transversale a trunchiului arborilor, indicată, la rândul ei, de valoarea prezentată de aparatul Rotfinder®, rezultatele pentru suprafețele experimentale sunt prezentate în figura 2.

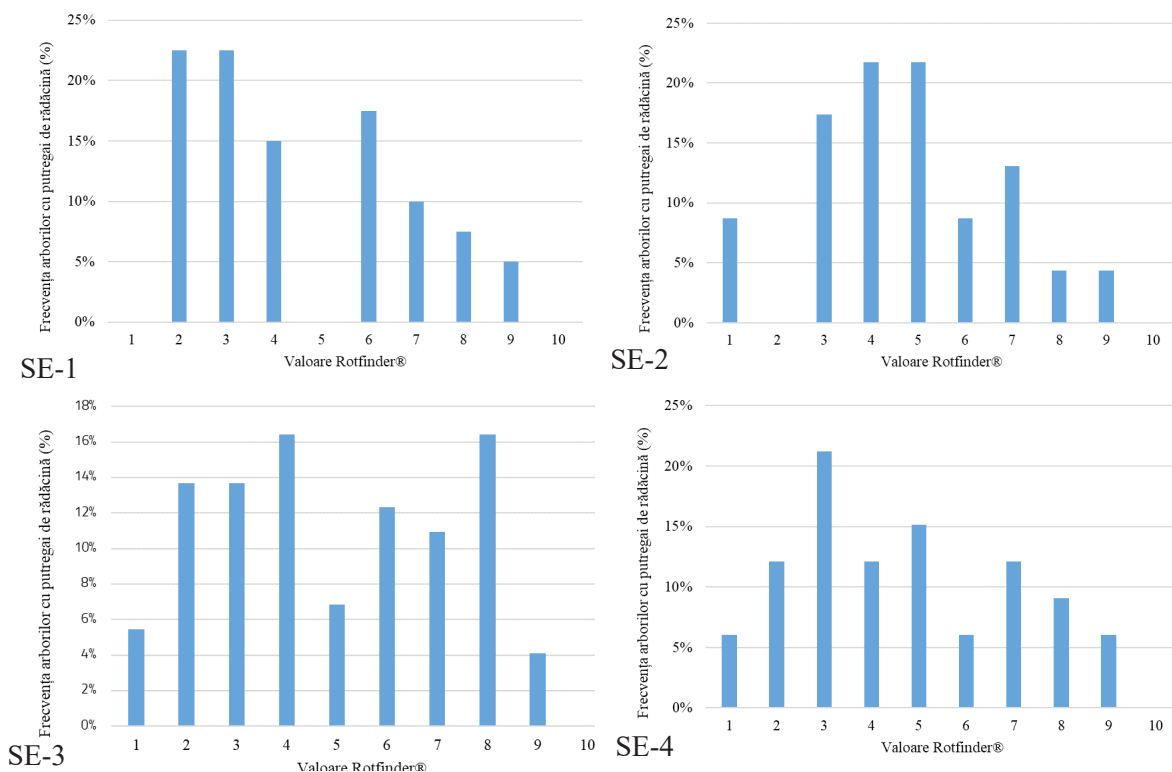


Figura 2. Frecvența arborilor cu putregai de rădăcină în funcție de valorile indicate de aparatul Rotfinder®, pentru suprafețele experimentale SE-1, SE-2, SE-3 și SE-4

Se constată faptul că frecvența arborilor cu putregai de rădăcină însumează cele mai ridicate valori în primele 5 clase indicate de aparatul Rotfinder®, respectiv 69% în suprafața experimentală SE-1, 56% în suprafața SE-2, 67% în suprafața SE-3 și 60% în suprafața SE-4. În cazul suprafeței SE-2, frecvența arborilor cu putregai de rădăcină însumează valori semnificative și pentru clasele 6-9 (44%), cel mai bine fiind reprezentată clasa 8 (16%).

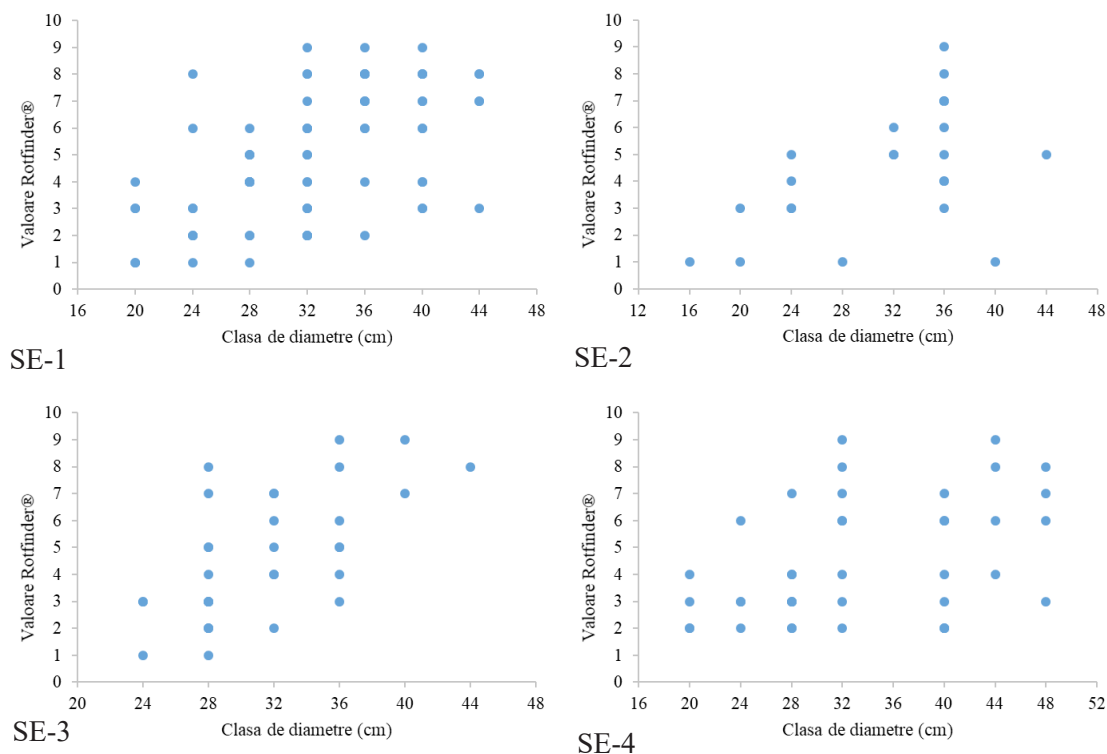


Figura 3. Repartizarea valorilor indicate de aparatul Rotfinder® în funcție de diametrul de bază, pentru suprafețele experimentale SE-1, SE-2, SE-3 și SE-4

Din punct de vedere al repartizării valorilor indicate de aparatul Rotfinder® în funcție de diametrul de bază (Fig. 3), putregaiul de rădăcină a fost identificat la arbori cu diametre cuprinse între 16 și 48 cm. În ceea ce privește intensitatea cu care este afectat lemnul de către putregaiul de rădăcină în funcție de diametrul de bază, se constată faptul că la arborii cu un diametru de 16–28 cm valorile indicate de Rotfinder® au fost, în general, cuprinse între 1 și 5, în timp ce la diametre mai mari valorile indicate aveau tendința de a fi cuprinse mai mult între 5 și 9. Arborii la care a fost înregistrată o plajă mai largă a valorilor indicate de aparatul Rotfinder® (de la 2 la 9) au diametrele cuprinse între 32 și 36 cm.

În ceea ce privește relația dintre valoarea indicată de aparatul Rotfinder® și proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în secțiunea transversală a arborilor de molid, aceasta se reprezintă conform ecuației logaritmice de tipul $y = a + b \ln x$, unde y reprezintă proporția ocupată de putregai în secțiunea transversală a arborilor de molid (%) – media pentru valorile indicate de aparat, x – valoarea indicată de aparatul Rotfinder®. Intensitatea corelației este foarte puternică ($r = 0,956^{***}$) (Fig. 4).

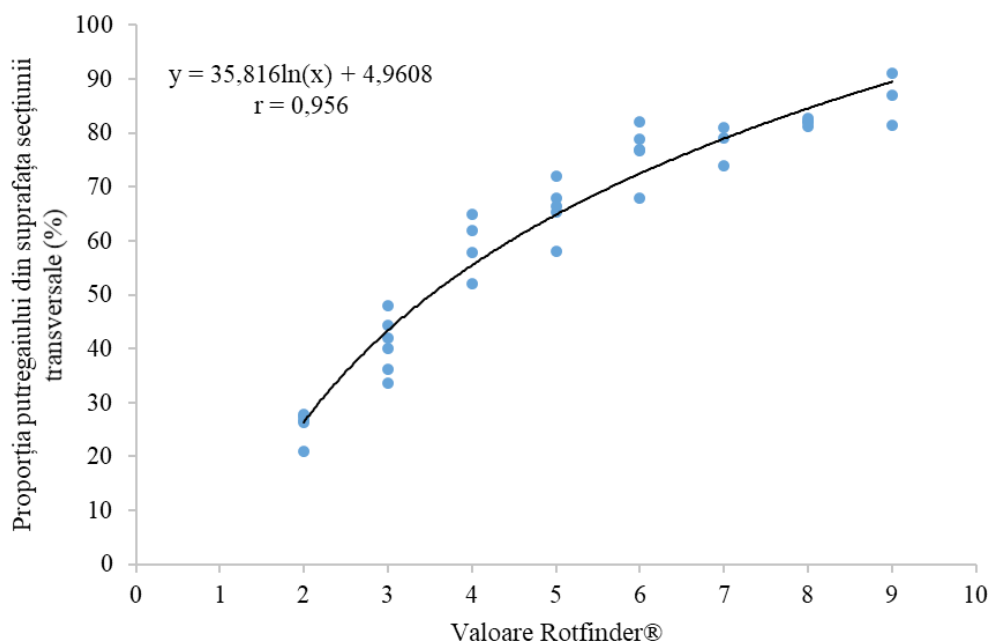


Figura 4. Relația dintre valoarea indicată de aparatul Rotfinder® și proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în secțiunea transversală a arborilor de molid

CONCLUZII

Se poate afirma faptul că aparatul Rotfinder®, ce are la bază metoda măsurării rezistențelor electrice ale lemnului, este un instrument ușor de folosit, nedistructiv pentru arbori și care oferă informații rapide despre calitatea lemnului acestora.

După măsurătorile realizate cu aparatul Rotfinder® s-a constatat faptul că între 8 și 16% dintre arborii analizați în suprafețele experimentale prezentau putregai de rădăcină, deși în urma analizei vizuale arborii au fost apreciați drept sănătoși.

Frecvența arborilor afectați de putregai însumează cele mai ridicate valori în primele 5 clase indicate de aparatul Rotfinder®.

La arborii cu diametrul de 16–28 cm valorile indicate de aparat au variat între 1 și 5, în timp ce la diametre mai mari valorile indicate de aparat au tendința de a fi cuprinse între 5 și 9.

Relația dintre valoarea indicată de aparatul Rotfinder® și proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în secțiunea transversală a arborilor de molid are o importanță practică deosebită pentru că, pe baza valorilor indicate de aparat, se poate estima proporția ocupată de putregaiul de rădăcină în suprafața secțiunii transversale pentru diferite zone forestiere în care se fac cercetări și se calculează relația sus-menționată.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BÂRNOAIA, I. (2004). Aspecte privind auxologia arboretelor de molid afectate de putregaiul roșu. In: Analele Universității Ștefan cel Mare - Suceava, Secțiunea Silvicultură, Serie nouă, nr. 1, pp. 117-126.
2. CÂMPU, R. (2008). Cercetări privind posibilitățile de evaluare a calității lemnului pe picior, în arborete pure de fag (*Fagus sylvatica* L.), din Bazinul Târlungului: Teză de doctorat. Brașov, 196 p.
3. LARSSON, B., BENGTTSSON, B., GUSTAFSSON, M. (2004). Nondestructive detection of decay in living trees. In: Tree Physiology, vol. 24, pp. 853-858.
4. LEONG, E.-C., BURCHAM, D.C., FONG, Y.K. (2012). A purposeful classification of tree decay detection tools. In: Arboricultural Journal. vol. 34, no. 2, pp. 91-115. DOI: 10.1080/03071375.2012.701430.
5. OLIVA, J., ROMERALO, C., STENLID, J. (2011). Accuracy of the Rotfinder instrument in detecting decay on Norway spruce (*Picea abies*) trees. In: Forest Ecology and Management. vol. 262, pp.1378-1386.
6. PEI, G., VLAD, R., SIDOR, C.G., ISPRAVNIC, A. (2018). Quality assessment of Norway spruce standing trees through non-destructive methods and techniques. In: Revista de Silvicultură și Cinegetică, Anul XXIII, nr. 43, pp. 28-33.
7. ROMERALO, C. (2010). Reliability of Rotfinder instrument for detecting decay in standing trees: Degree project -30 credits. Advanced level. Upsala, 59 p.
8. SHIGO, A., I. (1993). A new tree biology. Shigo & Trees, Associates, Durham, NH.
9. VLAD, R. (2002). Fundamente științifice auxologice și amenajistice privind gestionarea pădurilor de molid din nordul țării vătămăte de cervide: Teză de doctorat. 267 p.
10. WUNDER, J. et al. (2017). Le «Rotfinder» sonde le coeur des épicéas. C'est séduisant. In: LA FORÊT – Le mensuel suisse de la forêt et du bois, nr. 12, pp. 12-14.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

PEI Gheorghe  <https://orcid.org/0000-0001-8302-8807>

doctorand, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, România

E-mail: gheorghe.pei@unitbv.ro

VLAD Radu  <https://orcid.org/0000-0002-0668-762X>

doctor în științe silvice, cercetător științific I, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”, Stațiunea de cercetare-dezvoltare și experimentare-producție Câmpulung Moldovenesc, România

E-mail: vlad.radu2@gmail.com

SIDOR Cristian Gheorghe  <https://orcid.org/0000-0003-4418-0800>

doctor în științe silvice, cercetător științific I, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”, Stațiunea de cercetare-dezvoltare și experimentare-producție Câmpulung Moldovenesc, România

E-mail: cristi.sidor@yahoo.com

ȘTEFAN Alexandra  <https://orcid.org/0000-0003-2775-8412>

doctorand, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, România

E-mail: alexandra.ispravnic@unitbv.ro

Data prezentării articolului: 24.09.2021

Data acceptării articolului: 25.10.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834543

CZU: 630*17:582.632.2

STUDIUL CREȘTERILOR ÎN DIAMETRU A STEJĂRETELOR DE STEJAR PEDUNCULAT DE PROVENIENȚĂ VEGETATIVĂ (LĂSTARI) DIN REPUBLICA MOLDOVA

Dionisie BOAGHIE

Abstract. In the context of the concerns regarding the better management of the fundamental natural oaks grove forests of the Republic of Moldova in the future, this paper tries a fundamental approach on assessing the growth in diameter of pedunculate oak stands originating from vegetative regeneration by shoots in the Republic of Moldova. The stands under study are between 65-100 years old, belong to I-V generation of shoot origin, are located on three phytoclimatic levels and fall into yield classes 3-5. By their composition the stands are both pure and mixed and have a normal consistency (over 0.6). The maximum current growth index, the average growth index and the age at which the curve of the current growth index intersects with the average growth index, which means the peak of growth and economic efficiency of the stand, were evaluated and analyzed. The data did not show a significant difference between growth indices in pure and mixed stands, nor was there a significant variation at the level of physicogeographical areas or phytoclimatic levels. On the other hand, there is a correlation of the growth indices with the yield class of the stand and with the generation of shoot origin. The research was carried out in the context of the implementation of the provisions of the development strategy for the forestry sector regarding the improvement, restoration, conservation and ensuring the sustainable development of the national forest estate.

Key words: Forest stands; *Quercus robur*; Vegetative origin; Shoots; Diameter; Growth index; Yield class; Consistency.

Rezumat. În lucrarea de față se urmărește o abordare de fond privind evaluarea creșterii în diametru a stejărețelor de stejar pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari din Republica Moldova. Arboretele supuse cercetărilor au între 65 și 100 de ani, sunt de generația I-V de proveniență din lăstari, situate în trei etaje fitoclimatice și se încadrează în clasele III-V de producție. După compoziția arboretului sunt atât pure, cât și amestecate și au o consistență normală (peste 0,6). Au fost evaluați și analizați indicii de creștere curente maxime, indicii de creștere medie și vârsta la care se intersectează curba indicelui de creștere curentă cu cea de creștere medie, moment ce semnifică apogeul de creștere și eficiență economică a arboretului. Din analiza datelor nu s-a constatat o diferență semnificativă între indicii de creștere la arboretele pure și la cele amestecate, de asemenea nu s-a înregistrat o variație semnificativă nici la nivel de zone fizico-geografice sau etaje fitoclimatice. În schimb, se constată o corelație a indicilor de creștere cu clasa de producție a arboretului și cu generația de proveniență din lăstari. Cercetările au fost efectuate în contextul realizării prevederilor strategiei dezvoltării sectorului silvic privind ameliorarea, refacerea, conservarea și asigurarea dezvoltării durabile a fondului forestier național.

Cuvinte-cheie: Arborete; *Quercus robur*; Proveniență vegetativă; Lăstari; Diametru; Indice de creștere; Clasă de producție; Consistență.

INTRODUCERE

În condițiile dezvoltării intensive a sectorului silvic la nivel global, pe lângă obiectivul de asigurare a necesităților mereu crescânde de biomasă lemnoasă de calitate superioară ale populației, actualmente, la nivel mondial, domeniul forestier mai are o nobilă misiune ce definește însăși existența în viitor a vieții pe pământ, și anume protecția mediului înconjurător (Boaghie, D., Данилов, А. et al. 2003). De fapt, aceste două obiective majore privind creșterea productivității pădurii și intensificarea continuă a funcțiilor protective ale acesteia reies din însăși natura funcțională a pădurii, care îndeplinește un rol dublu – de producere a biomasei lemnoase și de protecție a mediului (Doniță, N., Ivanschii, T. 1994). Creșterea productivității de biomasă lemnoasă reprezintă un deziderat obiectiv, atâta vreme cât aceasta se înscrie în normele procesului biologic fundamental vizând bioacumulările în ecosistemul forestier, iar măsurile silvotehnice aplicate sunt adecvate necesității acestuia (Boaghie, D. 2005).

În silvicultură, mai evident decât în alte domenii, prezentul este creator de viitor, iar imaginile viitorului se reflectă în prezent, remarca marele silvicultor român, academicianul V. Giurgiu (Giurgiu, V. 1972; Giurgiu, V. 1967). În această ordine de idei, actualmente, mai mult ca oricând se impune cunoașterea temeinică a stării fondului forestier național, a tendințelor de dezvoltare, precum și estimarea capacității acestuia de a răspunde noilor realități determinate de schimbările climatice și de posibilele consecințe ale acestora asupra vegetației forestiere (Giurgiu, V. et al. 1989).

Scopul prezentei lucrări este evaluarea creșterilor în diametru la stejărețele de stejar pedunculat de

proveniență vegetativă din lăstari din Republica Moldova în raport cu proveniența și clasa de producție, în contextul realizării prevederilor strategiei dezvoltării sectorului silvic privind ameliorarea, refacerea, conservarea și asigurarea dezvoltării durabile a fondului forestier național. Reieșind din scopul enunțat au fost trasate următoarele sarcini:

- evaluarea indicilor de creștere în diametru (creșterea curentă și creșterea medie) la stejărețele de stejar pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari în raport cu clasa de producție la nivel de generații de proveniență din lăstari;
- evidențierea diferențelor dintre indicii de creștere în diametru (creșterea curentă și creșterea medie, precum și creșterea medie în diametru) înregistrați la stejărețele de stejar pedunculat de proveniență vegetativă (inclusiv la nivel de generații de proveniență) în raport cu clasa de producție;
- elucidarea corelației dintre creșterea curentă și creșterea medie, precum și stabilirea momentului de coincidență (intersecție) în timp a acestor indici, fapt care stă la baza identificării apogeuului de creștere și de eficacitate economică a arboretului și care stabilește vârsta de exploatare a acestuia.

MATERIALE ȘI METODE

Având în vedere importanța acestei probleme pentru dezvoltarea durabilă a fondului forestier al Republicii Moldova, începând cu anul 2002, în cadrul Laboratorului de silvicultură al Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice au demarat cercetări științifice privind dinamica creșterilor și a vârstei de exploatabilitate pentru principalele specii silvoformante ale fondului forestier al Republicii Moldova. Astfel, pe parcursul anilor 2002–2005 și 2017–2018 au fost amplasate 50 de suprafețe permanente de probă (SPP) pentru stejarul pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari.

Cercetările privind studiul indicilor de creștere (creștere curentă, medie, creștere medie în înălțime și în diametru) în vederea identificării corecte a vârstei de exploatabilitate pentru principalele specii silvoformante în care au fost antrenați colaboratorii Laboratorului de silvicultură au fost efectuate în conformitate cu prevederile metodologiei aplicate în cadrul Catedrei de dendrometrie a Academiei Agricole din Kiev, după metodologia cercetătorilor B. I. Loghinov și B. B. Oghievski (Порицкий, Г. и др. 1979), cu unele modificări propuse de colaboratorii laboratorului, ținând cont de specificul pădurilor Republicii Moldova (Данилов, А. et al. 2006).

Au fost supuși cercetărilor arborii proveniți din lăstari de generația I-5 și de clasa de producție I-V. Arboretele selectate pentru studiu au între 65 și 100 de ani și corespund categoriei arboretelor preexploatabile și exploatabile conform actualei vârste de exploatabilitate. Cercetările au fost efectuate în stejărete de stejar pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari localizate în majoritatea absolută a tipurilor de stațiuni și tipuri de păduri din fondul forestier al Republicii Moldova cu dominarea acestuia ca specie principală. Din cadrul unuia și aceluiași tip de pădure au fost selectate arborete cu diferite compoziții și consistențe (Кравчук, Ю. 1966, 1970).

Evaluarea arboretelor de stejar pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari în cadrul a 50 de sub-parcele a permis efectuarea cercetărilor pe o suprafață totală de 493,8 ha, iar SPP în cadrul cărora s-au efectuat nemijlocit măsurările au însumat un total de suprafață de 40,3 ha. Arboretele supuse cercetărilor sunt de generația I-V de proveniență din lăstari, situate în trei etaje fitoclimatice (FD2, FD1 și Ss), se încadrează în clasele III-V de producție, după compoziția arboretului sunt atât pure, cât și amestecate și au o consistență normală (peste 0,6).

În zona de Nord a țării au fost supuse cercetărilor arboretele de stejar pedunculat de proveniență vegetativă din lăstari în cadrul a 13 SPP, atribuite administrativ ocoalelor silvice Lipcani, Ocnîța și Dondușeni din componența Întreprinderii silvice Edineț și ocoalele silvice Râșcani și Glodeni din componența Întreprinderii silvice Glodeni.

În zona de Centru au fost amplasate 17 SPP în condiții cu forme diferite de relief. Suprafețele permanente de probă au fost amplasate în cadrul Ocolului silvic Cornești din componența Întreprinderii silvice Ungheni, Ocolului silvic Călărași din componența Întreprinderii silvice Călărași, Ocolului silvic Poruceni din componența Întreprinderii silvice Nisporeni, Ocolului silvic Vatici din componența Întreprinderii silvice Orhei și ocoalelor silvice Bobeica și Logănești din componența Întreprinderii silvice Hâncești-Silva.

În zona de Sud au fost amplasate 20 SPP în cadrul Ocolului silvic Hârbovăț din componența Întreprinderii silvice Tighina, Ocolului silvic Leova din componența Întreprinderii silvice Iargara, Ocolului silvic Mihailovca din componența Întreprinderii silvice Cimișlia, ocoalelor silvice Cociulia și Baimaclia din componența Întreprinderii silvice Cahul și Întreprinderii silvo-cinegetice Manta-V.

Suprafețele permanente de probă au formă dreptunghiulară, cu dimensiuni de 50 x 50 m, 100 x 50 m, 100 x 75 m, majoritatea având suprafața de 0,25 ha, 0,50 ha, 0,40 ha și 0,75 ha, cu un număr minim de 200 de arbori ai speciei principale. Pentru fiecare suprafață de probă este întocmită „Fișa suprafeței de probă”, unde se înregistrează datele selectate.

Diametrul mediu s-a determinat prin calcularea mediei aritmetice ponderate, dar și cu ajutorul clupeii forestiere, vârsta – după numărarea inelelor în urma doborârii arborelui model, iar consistența – cu ajutorul relascopului. Clasele de producție s-au determinat în baza „Normelor tehnice” în vigoare în funcție de vârstă și înălțime. Densitatea arboretelor s-a determinat după însumarea suprafeței transversale la 1 ha și după tabelele de sortimente. În cadrul fiecărei suprafețe de probă au fost analizați 1-3 arbori model încadrați în categoriile I-II Kraft.

Analiza dinamicii de creștere medie în diametru a arborilor model s-a efectuat în conformitate cu prevederile metodologice ale Catedrei de dendrometrie a Universității Agricole și Silvici din Ucraina (Порицкий, Г. и др. 1979). Volumul masei lemnoase s-a măsurat în baza trunchiului doborât al arborilor model, iar la speciile de amestec – după tabelele de creștere românești, valabile în Republica Moldova.

Tipurile de pădure, de stațiune forestieră și de sol, au fost preluate din amenajamentul silvic în vigoare (tipologia românească utilizată în cadrul proiectelor de amenajare după 1992) și puse în concordanță cu prevederile amenajamentelor anterioare (tipologia utilizată de amenajamentele din 1965, 1975 și 1985) în conformitate cu tipologia utilizată (Погребняк, П. 1955, Гейдеман, Т. 1964).

În cadrul fiecărei suprafețe de probă au fost efectuate săpături pentru descrierea sistemului radicular al arborilor model prin dezgolirea rădăcinilor după metoda lui C. N. Rahtenco (Кравчук, Ю. 1966). Datele cu privire la starea sistemului radicular au fost introduse în fișele dendrometrice ale suprafețelor de probă.

Prelucrarea ulterioară a datelor obținute din teren și determinarea indicilor de creștere menționați s-a efectuat în condiții de birou. Pentru realizarea acestui obiectiv a fost utilizată, de asemenea, metodologia Catedrei de dendrometrie a Universității Agricole și Silvici din Ucraina privind calculul creșterii curente, creșterii curente maxime, creșterii medii, al momentului intersecției creșterii curente cu creșterea medie, privind calculul creșterilor medii în diametru pe perioade din 10 în 10 ani.

Generația de proveniență din lăstari a arborilor, respectiv a arboretelor, a fost evaluată luând ca bază numărul de arbori proveniți din cioata-mamă, distanța dintre arborii proveniți de la aceeași cioată, înălțimea la care pornește sistemul radicular și starea coronamentului arborilor supuși studiului (Гордиенко, М. et al. 1976).

Suprafețele de probă permanente s-au amplasat în toate cele trei zone fitogeografice ale Republicii Moldova, incluzând toate tipurile de pădure și de stațiune forestieră reprezentative zonelor date și fondului forestier național, precum și arborete cu diferite compoziții, consistențe și clase de producție.

Arborii inventariați din cadrul suprafeței de probă se clasifică, după starea lor generală de sănătate, în 4 categorii:

- sănătoși – arbori viguroși, bine conformați, fără a înregistra unele semne de afectare;
- slab afectați – arbori viguroși, bine conformați, cu mici înregistrări de afectare;
- în curs de uscare – arbori slab dezvoltati, rău conformați, cu date ce înregistrează o uscare de 30-60%;
- uscați – arbori slab dezvoltati, rău conformați, cu date ce înregistrează o uscare de peste 60%.

Datele înregistrate în urma inventarierii arborilor servesc pentru stabilirea certă a compoziției arboretului, consistenței, înălțimii și diametrului mediu, coeficientului de stare a arboretului, precum și a altor indicatori dendrometrici medii necesari. În baza mediilor indicilor obținuți se selectează 1-3 arbori model din cadrul speciei principale pentru a fi supuși cercetărilor ulterioare privind creșterile în diametru.

Arborii selectați ca model sunt tăiați și doborâți, curățați de crăci, se măsoară lungimea totală și se secționează începând de la cioată din 2 în 2 metri. La fiecare trunchi secționat, în partea subțire se determină numărul inelelor anuale și lățimea acestora. Ulterior, în baza acestor date se determină creșterea curentă și creșterea medie, precum și creșterea în înălțime și diametru.

Pentru arborii cu înălțimea de peste 10 metri, segmentarea arborelui model se efectuează din 2 în 2 metri (1, 3, 5, 7, 9, 11 m etc.), pentru arborii cu înălțimea între 5-10 m secționarea se efectuează la fiecare metru (0,5; 1,5; 2,5 m etc.), iar pentru arborii model cu înălțimea de până la 5 metri secționarea se efectuează la fiecare ½ m (0,25-0,50-0,75 m etc.). Vârsta medie se calculează, pentru fiecare arbore model aparte, după numărul inelelor anuale (de la centru spre margine).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cunoașterea vârstelor la care culminează creșterile curente și medii ale arboretelor este de mare importanță din mai multe puncte de vedere, printre care putem menționa organizarea optimală a procesului de producție, stabilirea vârstei de exploatabilitate și aplicarea la timp și calitativă a tratamentelor silvice (lucrările de exploatare-regenerare).

Se cunoaște că, odată cu înaintarea în vârstă a arborelui și, respectiv, a arboretului, se mărește și probabilitatea apariției unor fenomene patologice, care pot provoca stagnarea mersului normal al creșterilor, se măresc pierderile de substanță organică în procesul de respirație, de asemenea apar unele modificări evidente de natură fiziologică. Toate acestea, împreună cu mulți alți factori și procese explică în mod evident relația dintre creșteri, potențialul stațional, proveniența și vârsta arboretului.

De regulă, curba creșterilor curente în raport cu vârsta este una asimetrică, formată din două perioade, în care maximumul de creștere se realizează în prima jumătate a ciclului de dezvoltare a arboretului. Evoluția creșterilor curente sub formă de curbă caracterizează prima perioadă de dezvoltare a arborelui printr-o înclinare mai accentuată și de o durată mai redusă, iar a doua perioadă printr-o perioadă mult mai lungă și cu o înclinare mai ușoară. Cu cât condițiile staționale sunt mai nefavorabile, cu atât culminarea creșterilor se realizează mai târziu și, dimpotrivă, cu cât condițiile de creștere sunt mai avantajoase, cu atât creșterea curentă maximă se realizează la vârste mai timpurii.

În plan științific, studiul creșterilor a avut un aport considerabil și urmează să contribuie și mai mult la evidențierea relațiilor dintre condițiile de vegetație și productivitatea arboretelor, la cunoașterea ponderii factorilor ecologici la acumularea de substanță lemnoasă, la stabilirea efectelor asupra productivității pădurilor ale unor intervenții gospodărești ca tăieri de îngrijire, elagaj artificial, tăieri de regenerare, administrarea de îngrășăminte, drenarea solurilor înmlăștinate, precum și la stabilirea daunelor aduse economiei forestiere prin acțiunea gazelor industriale nocive, atacuri ale insectelor defoliatoare, rezinaj, pășunat etc.

Pentru pădurile de cvercinee din Republica Moldova, de rând cu factorii menționați care influențează ritmul și dinamica creșterilor curente și a celor medii, un rol important revine factorului provenienței – generativ sau vegetativ, iar în cazul arboretelor provenite din lăstari se impune și o analiză a acestor indici la nivel de generații de proveniență.

Ținând cont de faptul că condițiile staționale influențează în mod direct evoluția creșterilor, s-a încercat o analiză a acestor indici la nivel de etaje fitoclimatice și zone fizico-geografice. De rând cu potențialul stațional au fost analizați și alți factori care ar putea influența dinamica creșterilor curente și medii, precum indicii de consistență a arboretului, clasa de producție, compoziția arboretului și, evident, generația de proveniență din lăstari. Dintre indicii de creștere au fost evaluați și analizați indicii de creștere curentă maximă, indicii de creștere medie și vârsta la care se intersectează curba indicelui de creștere curentă cu cea de creștere medie, moment ce semnifică apogeul de creștere și eficiență economică a arboretului, după care se înregistrează inițial o stagnare, iar apoi o descreștere treptată a indicilor de creștere.

Din analiza datelor nu s-a constatat o diferență semnificativă între indicii de creștere la arboretele pure și la cele amestecate, de asemenea nu s-a înregistrat o variație semnificativă nici la nivel de zone fizico-geografice sau etaje fitoclimatice. În schimb, se constată o corelație a indicilor de creștere (creștere curentă maximă, creștere medie și vârsta la care se intersectează curba indicelui de creștere curentă cu cea de creștere medie) cu clasa de producție a arboretului și cu generația de proveniență din lăstari.

Din datele prezentate în tabelul 1 se observă că majoritatea sondajelor din cadrul etajului fitoclimatic FD2 sunt concentrate în zona de Centru și sunt de generația II-IV de proveniență din lăstari și clasa III-V de producție. Paralel, se constată o descreștere certă a clasei de producție în raport cu creșterea generației provenienței din lăstari.

Asfel, arboretele de generația a II-a de proveniență din lăstari sunt preponderent de clasa a III-a de producție, cu excepția celor amplasate în zona de Sud (Ocolul silvic Cociulia), care sunt de clasa a III-a și a IV-a de producție, cele de generația a III-a de proveniență din lăstari sunt preponderent de clasa a IV-a de producție, în cele de generația a IV-a de proveniență din lăstari predomină arboretele de clasa a IV-a de producție, iar cele de generația a V-a de proveniență din lăstari sunt încadrate doar în clasa a V-a de producție.

Arboretele supuse studiului ce reprezintă etajul fitoclimatic FD1 sunt amplasate doar în zonele de Nord (mai ales) și Sud, predominând arboretele de generația a III-a și a IV-a de proveniență din lăstari și de clasele a IV-V-a de producție. Se constată de asemenea, ca și în cazul etajului fitoclimatic FD2, o descreștere certă a clasei de producție în raport cu creșterea generației provenienței din lăstari, precum

și o clasă de producție mai scăzută în cadrul aceleiași generații de proveniență din lăstari a arboretelor amplasate în zona de Sud în comparație cu cele amplasate în zona de Nord.

Tabelul 1. Caracteristica arboretelor supuse cercetărilor după indicii de creștere, intersecția acestora și generația provenienței din lăstari la nivel de etaje fitoclimatice și zone fizico-geografice

FD-2				FD-1				Ss			
GR	CCM (ani)	Intersecția CC cu CM/V	CLP	G R	CCM (ani)	Intersecția CC cu CM/V	CLP	G R	CCM (ani)	Intersecția CC cu CM/V	CLP
II	Zona de Nord			II	Zona de Nord			II	Zona de Nord		
	-	-	-		50	70	III		-	-	-
	Zona de Centru				60	70	V		Zona de Centru		
	60	65	III		Zona de Centru				-	-	-
	60	70	III		-	-	-		Zona de Sud		
	60	70	III		Zona de Sud				60	65	V
	55	65	V	III	50	70	V	50	60	V	
	40	65	V		Zona de Nord			50	65	V	
	50	70	III		50	60	V	Zona de Nord			
	50	70	IV		40	60	V	-	-	-	
	Zona de Sud				50	70	IV	Zona de Centru			
	55	65	IV		60	70	IV	-	-	-	
50	60	V	60	70	IV	Zona de Sud					
III	Zona de Nord			III	60	75	V	50	70	V	
	-	-	-		Zona de Centru			50	60	V	
	Zona de Centru				-	-	-	50	60	V	
	55	65	III		Zona de Sud			40	60	V	
	60	65	V		50	60	V	40	50	V	
	40	60	V		50	65	V	30	55	V	
	40	60	IV	IV	50	65	V	50	60	V	
	40	55	IV		Zona de Nord			40	50	V	
	60	65	IV		40	60	V	Zona de Nord			
	Zona de Sud				40	60	V	-	-	-	
	-	-	-		50	57	V	Zona de Centru			
	IV	Zona de Nord			60	75	IV	-	-	-	
-		-	-	40	60	V	Zona de Sud				
Zona de Centru			Zona de Centru			40	50	V			
50		60	V	-	-	-	40	50	V		
30		45	V	Zona de Sud							
30		50	IV	50	60	V					
Zona de Sud											
-		-	-								
V	Zona de Nord										
	-	-	-								
	Zona de Centru										
	30	40	V								
	Zona de Sud										
	-	-	-								

Notă: GR – generația de proveniență din lăstari; CLP – clasă de producție; CCM – creșterea curentă medie; CC – creșterea curentă; CM – creșterea medie

Etajul fitoclimatic de silvostepă (Ss), la rândul său, este reprezentat doar de arborete amplasate în zona de Sud, de generațiile II-IV de proveniență din lăstari, cu dominația majoră a celor de generația a III-a și clasa a V-a de producție în totalitate. Acest lucru se poate explica prin condițiile xerofite din zona de Sud și exigențele stejarului pedunculat față de factorul de umiditate.

Tabelul 2. Caracteristica arboretelor în raport cu generația provenienței din lăstari, clasa de producție și vârsta înregistrării creșterii curente maxime și a celei de intersecție a creșterii curente cu creșterea medie

GR	CLP	CCM	Intersecția CC cu CM
II	III	60	65
		60	70
		60	70
		50	70
		50	70
	Media	56	69
	IV	55	65
		50	70
	Media	53	68
	V	55	65
		40	65
		50	60
		60	70
		50	70
		60	65
		50	60
		50	65
	Media	55	65
III	III	55	65
	IV	40	60
		50	70
		60	70
		60	70
		40	55
		60	65
	Media	52	65
	V	60	65
		40	60
		50	60
		40	60
		60	75
		50	60
		50	65
		50	65
		50	70
		50	60
		50	60
		40	60
		40	50
III	V	30	55
		40	50
		50	60
	Media	47	61
IV	IV	30	50
		60	75
	Media	45	62
	V	50	60
		30	45
		40	60
		40	60
		50	57
		40	60
		50	60
		40	50
		40	50
	Media	42	56
V	V	30	40

Notă: GR – generația de proveniență din lăstari; CLP – clasă de producție; CCM – creșterea curentă medie; CC – creșterea curentă; CM – creșterea medie

Analizând datele privind indicii de creștere curentă maximă (vârsta înregistrării acestuia) și vârsta de intersecție a curbelor indicelui de creștere curentă și de creștere medie la nivel de generație de proveniență din lăstari și clasă de producție se constată o corelație evidentă între acești indici. De fapt, se constată o descreștere lentă, dar evidentă, în cadrul generației de proveniență din lăstari, dar și la nivel de generații de proveniență din lăstari în funcție de clasa de producție atât a vârstei la care se înregistrează maximum de creștere curentă, cât și a vârstei la care se intersectează curbele celor două creșteri (creșterea curentă și creșterea medie).

Astfel, arboretele de stejar pedunculat de generația a II-a de proveniență din lăstari și clasa a III-a de producție înregistrează o creștere curentă maximă la vârsta de 56 de ani și intersecția curbelor de creștere curentă și creștere medie la 69 de ani, cele de clasa a IV-a de producție – la 53 și, respectiv, 68 de ani, iar cele de clasa a V-a de producție – la 52 și, respectiv, 65 de ani.

Aceeași descreștere se remarcă și la arboretele de generațiile a III-a și a IV-a de proveniență din lăstari, după cum urmează:

Generația a III-a de proveniență din lăstari

- clasa a III-a – 55 și 65 de ani;
- clasa a IV-a – 52 și 65 de ani;
- clasa a V-a – 47 și 61 de ani.

Generația a IV-a de proveniență din lăstari

- clasa a IV-a – 45 și 62 de ani;
- clasa a V-a – 42 și 56 de ani.

Tendința de coborâre a vârstei la care se înregistrează creșterea curentă maximă și a vârstei la care se intersectează curbele celor două creșteri (creșterea curentă și creșterea medie) se constată și la nivel de clasă de producție în raport cu generația de proveniență din lăstari.

Caracteristica indicelui de creștere medie în funcție de generația de proveniență din lăstari, clasa de producție, compoziția și consistența arboretului relevă aceleași tendințe confirmate în cazul indicelui de creștere curentă maximă și de intersecție a curbelor creșterii curente și creșterii medii. Astfel, nu se constată o evidentă diferență de creștere medie în funcție de compoziția arboretului (pură sau de amestec), ceea ce ne permite să menționăm că compoziția arboretului în cazul arboretelor provenite din lăstari nu influențează substanțial indicii de creștere curentă și medie. În schimb, analizând indicele de creștere medie la nivel de consistență plină, care este echivalent cu coeficientul 1,0, se constată o descreștere a acestui indice între clasele de producție în interiorul aceleiași generații de proveniență din lăstari, precum și în cadrul diferitor generații de proveniențe din lăstari.

Analiza dinamicii indicelui de creștere medie în raport cu clasa de producție și generația de proveniență din lăstari relevă o influență directă a generației provenienței din lăstari asupra productivității arboretului. Această dinamică descrescătoare a indicelui de creștere medie la nivel de clasă de producție se prezintă după cum urmează :

Clasa de producție a III-a

- generația a II-a de proveniență din lăstari – 4,38 m.c./ha;
- generația a III-a de proveniență din lăstari – 3,79 m.c./ha.

Clasa de producție a IV-a

- generația a II-a de proveniență din lăstari – 3,66 m.c./ha;
- generația a III-a de proveniență din lăstari – 3,25 m.c./ha;
- generația a IV-a de proveniență din lăstari – 3,18 m.c./ha.

Clasa de producție a V-a

- generația a II-a de proveniență din lăstari – 2,66 m.c./ha;
- generația a III-a de proveniență din lăstari – 2,31 m.c./ha;
- generația a IV-a de proveniență din lăstari – 2,25 m.c./ha;
- generația a V-a de proveniență din lăstari – 1,72 m.c./ha.

Evaluarea acestor date demonstrează cu elocvență dependența calității (productivității) arboretelor provenite vegetativ de generația de proveniență din lăstari. Reducerea indicelui de creștere medie în cadrul aceleiași generații de proveniență din lăstari la nivel de clase de producție este mai semnificativă în cazul claselor de producție inferioare IV-V și mai puțin evidentă în cazul claselor de producție superioare (clasele I-II).

Analiza evoluției acestui indice în raport cu generația de proveniență din lăstari în cadrul aceleiași clase de producție relevă de asemenea o reducere constantă a indicelui de creștere medie odată cu înaintarea generației de proveniență din lăstari, cu o descreștere mai consistentă în generațiile IV-V.

Calculând indicele de creștere medie doar la nivel de clase de producție, fără a ține cont de generația de proveniență din lăstari, și analizând evoluția acestuia se constată aceeași tendință de descreștere odată cu reducerea clasei de producție (tabelul 3). O descreștere mai evidentă se constată între clasele inferioare de producție (clasele IV-V).

Tabelul 3. Caracteristica indicelui de creștere medie pe clase de producție

Clasa de producție	Creșterea medie
III	4,09
IV	3,36
V	2,24

Supunând unei analize mai detaliate indicele de creștere în diametru a arboretului în cadrul fiecărei clase de producție, indiferent de generația de proveniență din lăstari, se constată o variație substanțială a acestuia aproximativ în toate clasele de producție. Acest fapt se explică atât prin diversitatea populațională a stejărelor de stejar pedunculat, amplasate în diferite zone fizico-geografice și etaje fitoclimatice, cât și prin diversitatea condițiilor staționale, compoziția, consistența și structura arboretelor (pure sau amestecate), precum și (dar nu în ultimul rând) prin intensitatea și calitatea lucrărilor silvotecnice de îngrijire și conducere aplicate.

Această constatare este mai evidentă în clasele de producție mai inferioare și în cadrul generațiilor de proveniență din lăstari mai mari. Astfel, în clasa de producție a V-a din generațiile de proveniență din lăstari II-IV diferența de creștere în diametru la diferiți arbori supuși cercetărilor atinge peste 10 cm. Acest fapt poate fi explicat, în primul rând, prin însușirile ereditare ale fiecărui arbore și capacitatea acestuia de a crește și a se dezvolta în condiții extremale, precum și prin potențialul stațional. Arborii cu însușiri ereditare mai valoroase și amplasați în condiții staționale mai favorabile înregistrează, evident, cifre mai mari pentru indicii de creștere în comparație cu arborii ce nu dețin aceste calități sau care, chiar dacă dispun de calități ereditare selecte, sunt amplasați în condiții staționale nefavorabile, extremale, și înregistrează creșteri mai nesemnificative decât cei amplasați în condiții prielnice.

Tabelul 4. Caracteristica arboretelor supuse cercetărilor după indicele de creștere în diametru în raport cu vârsta, generația provenienței din lăstari și clasa de producție

GR	CLP	V	D	Diametru (cm) la vârsta de..								
				10	20	30	40	50	60	70	80	90
II	III	82	34,9	4,2	11,30	15,1	19,30	24,8	26,3	30,8	32,9	
		78	34,0	4,6	10,60	15,0	18,0	23,6	26,8	30,00	32,00	
		86	35,3	4,6	11,60	15,4	19,55	24,75	27,5	31,09	32,70	
		85	30,5	4,9	12,10	15,8	18,95	24,15	25,09	27,09	28,55	
	Media		33,7	44,58	11,40	15,33	18,95	24,32	26,4	29,74	31,54	
	IV	80	29,4	3,5	10,75	15,05	18,05	22,1	25,0	27,3	28,8	
	V	68	27,4	4,2	9,4	12,0	14,5	18,3	21,8	25,8	26,2	
		80	28,7	3,8	9,9	15,1	19,00	22,5	23,7	26,6	27,4	
		81	39,3	4,5	10,3	16,85	22,85	26,10	28,4	32,62	37,30	
		80	28,7	3,4	10,4	15,2	18,4	21,8	24,3	26,0	26,2	
		90	32,5	4,6	13,1	17,9	19,5	23,4	26,3	28,4	29,90	
		76	21,1	5,4	9,1	11,2	13,35	17,3	18,2	19,1	19,80	
		84	28,0	3,5	10,1	16,3	19,4	21,1	23,45	25,6	25,9	
		88	27,4	4,2	11,09	15,3	18,3	21,1	22,9	24,7	25,3	
	Media		29,1	4,2	10,53	14,9	17,90	21,45	23,7	26,14	28,52	

III	III	75	30,3	4,4	11,3	16,2	19,3	24,3	26,7	28,7		
		83	31,6	4,2	9,6	13,3	16,3	22,8	25,4	28,1	29,4	
		75	34,5	4,2	11,0	16,8	20,0	25,6	28,80	32,00	32,90	
		88	34,6	4,8	10,8	14,3	19,0	24,2	26,3	29,8	31,8	
	Media		32,75	4,4	10,68	15,15	18,8	24,15	26,36	29,6	31,4	
	IV	84	32,5	4,3	10,4	15,0	17,0	20,0	24,4	27,0	28,3	
		80	27,5	4,0	8,4	12,0	14,0	16,0	19,0	22,4	24,5	
		85	27,2	5,0	10,0	14,0	16,0	18,9	21,5	23,8	25,8	
		85	29,3	3,6	10,6	14,4	16,3	18,7	20,1	23,8	26,4	
		67	29,8	4,3	10,95	17,95	23,35	25,95	27,4	28,2	26,75	
	Media		29,26	4,24	10,07	14,76	17,37	19,91	22,48	24,25	26,76	
	V	85	30,6	3,00	8,2	16,0	18,3	21,5	23,8	25,9	28,60	
		92	28,1	3,5	8,1	11,00	14,5	16,9	18,5	21,3	24,60	25,8
		76	24,8	3,8	10,4	12,25	14,95	16,7	19,2	22,0	22,4	
		90	30,2	4,6	11,0	15,1	17,0	20,3	24,0	26,4	28,0	28,2
		67	26,8	4,8	11,5	17,1	20,4	22,6	24,3	24,8	25,3	
		73	21,4	5,1	10,6	12,75	15,25	17,50	19,39	20,25	20,30	
		70	16,5	3,3	6,4	8,9	10,1	12,3	14,4	15,1	15,9	
		75	31,2	4,2	11,3	15,6	18,3	25,0	27,1	28,6	29,2	
		79	22,0	4,7	10,6	12,3	15,3	17,6	18,9	19,9	20,1	
		80	23,8	4,55	10,15	13,8	15,3	17,5	19,5	20,8	22,0	
		84	20,75	4,1	10,0	12,4	14,2	15,1	16,8	18,2	18,7	
		76	23,4	3,6	11,7	15,85	17,85	20,3	21,3	21,5	21,6	
		75	23,5	4,6	10,7	14,2	17,5	19,5	20,3	20,7	21,00	
	Media		24,85	4,14	10,05	13,63	16,07	18,68	20,58	21,72	24,21	27,0
IV	III	54	25,7	4,8	12,0	17,1	21,6	24,05	23,8	24,2	24,8	
		93	35,9	4,3	10,90	14,2	18,3	22,1	25,3	29,6	31,0	34,6
		79	29,9	4,2	11,2	18,7	22,2	25,8	27,2	28,0	28,4	
	Media		30,50	4,43	11,37	16,67	20,7	24,13	26,25	28,80	31,00	34,6
	IV	62	27,2	4,7	10,1	19,1	21,6	23,9	25,8			
		60	28,0	4,6	8,6	14,0	20,3	23,3	26,6			
		70	32,4	4,1	8,3	17,2	20,3	24,2	27,4	30,2		
		84	30,5	4,0	8,0	13,5	17,0	22,2	25,1	27,10	28,8	
		80	30,7	4,6	11,4	18,4	23,4	26,2	27,0	28,4	29,6	
	Media		29,76	4,4	9,28	16,44	20,52	23,96	26,02	28,57	29,2	
	V	85	28,4	4,2	10,1	12,7	17,75	20,7	23,3	24,9	26,3	
		80	29,3	4,0	9,0	12,2	20,4	22,8	24,3	26,2	27,0	
		80	24,8	2,6	9,45	13,05	16,05	18,0	19,65	20,65	21,1	
		66	19,7	4,4	9,7	11,2	12,8	14,9	16,0	16,90		
		71	16,5	4,1	7,85	9,7	11,29	13,20	14,2	14,80	15,10	
		83	23,6	4,1	9,4	12,3	15,0	16,75	19,3	20,7	21,20	
	Media		23,72	3,90	9,25	11,86	15,55	17,73	19,46	20,69	23,90	
V	V	72	15,1	3,70	8,00	9,60	10,90	11,70	13,00	13,40	13,90	

Notă: GR – generația de proveniență din lăstari; CLP – clasă de producție

Cu toată această variație a indicelui de creștere în diametru a arborilor în cadrul aceleiași clase de producție, media acestuia, atât la nivel de clasă de producție în cadrul aceleiași generații de proveniență din lăstari, cât și între generații, este dependentă constant de clasa de producție și de generația de proveniență din lăstari.

Astfel, conform datelor obținute, este evidentă o creștere a indicelui nominalizat odată cu creșterea clasei de producție, atât în cadrul unei generații de proveniență din lăstari, cât și în cadrul diferitor generații. Excepție de la această regulă se constată doar în cadrul clasei a III-a și a IV-a de producție din categoria

generației a IV-a de proveniență din lăstari. Acest lucru se explică prin faptul că suprafețele de probă supuse cercetărilor din aceste două clase de producție de generația a IV-a de proveniență din lăstari au fost amplasate doar în zona de Nord, etajul fitoclimatic FD1 (ocoalele silvice Lipcani și Ocnița pentru clasa a IV-a de producție) și zona de Centru, etajul fitoclimatic FD2 (ocoalele silvice Vatici și Logănești pentru clasa a III-a de producție), zone cu condiții optimal favorabile stejărețelor de stejar pedunculat.

Tabelul 5. Caracteristica arboretelor după indicii de creștere medie în diametru în raport cu vârsta, generația provenienței din lăstari și clasa de producție

GR	CLP	Diametru (cm) la vârsta de...								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
II	III	4,58	11,40	15,33	18,95	24,32	26,40	29,74	31,54	
	IV	4,50	10,75	15,05	18,05	22,10	25,00	27,30	28,80	
	V	4,20	10,53	14,9	17,90	21,45	23,7	26,14	28,52	
III	III	4,40	10,68	15,15	18,80	24,15	26,36	29,60	31,40	
	IV	4,240	10,07	14,76	17,37	19,91	22,48	24,25	26,25	
	V	4,140	10,05	13,63	16,07	18,68	20,58	21,72	24,21	27,0
IV	III	4,430	11,37	16,67	20,70	24,13	26,25	28,80	31,00	34,6
	IV	4,40	9,28	16,44	20,52	23,96	26,02	28,57	29,20	
	V	3,90	9,25	11,86	15,55	17,73	19,46	20,69	23,90	
V	V	3,71	8,00	9,60	10,90	11,70	13,00	13,40	13,90	

Notă: GR – generația de proveniență din lăstari; CLP – clasă de producție

Pentru celelalte clase de producție și generații de proveniență din lăstari, suprafețele de probă au fost amplasate atât în zonele fizico-geografice și etajele fitoclimatice menționate, cât și în zona fizico-geografică de Sud și etajul fitoclimatic Ss, caracterizate prin condiții de creștere mai puțin favorabile stejărețelor de stejar pedunculat.

Aceeași tendință este confirmată și la nivel de generații de proveniență din lăstari în cadrul claselor de producție și între clase de producție, cu excepția cazului generației a IV-a de proveniență din lăstari din clasele a III-a și a IV-a de producție.

Analizând dinamica indicelui de creștere medie în diametru doar la nivelul clasei de producție, indiferent de generația de proveniență din lăstari, s-a constatat aceeași tendință de creștere odată cu creșterea clasei de producție. De asemenea, este semnificativ faptul că diferențele sunt mai puțin evidente în etapa de dezvoltare tineret (fazele de dezvoltare – nuieliș, prăjiniș și păriș) și se amplifică în etapa de dezvoltare de maturitate (fazele de dezvoltare – codrișor și codru mijlociu), fapt ce se explică prin aceea că în etapa de tineret arborele crește mai consistent în înălțime, iar în etapa de maturitate creșterea arborelui se concentrează asupra volumului, adică a diametrului.

Tabelul 6. Caracteristica arboretelor după indicii de creștere medie în diametru în raport cu vârsta și clasa de producție

Clasa de producție (CLP)	Diametru, cm, la vârsta de								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
III	4,47	11,15	15,72	19,48	24,20	26,34	29,38	31,31	34,60
IV	4,38	10,03	15,42	18,65	21,99	24,50	26,71	28,10	
V	3,99	9,46	12,50	15,11	17,39	19,19	20,49	22,63	27,00

Observăm că se evidențiază o variație mai mare a indicelui de creștere în diametru între arborii încadrați în clasele de producție inferioare, a IV-a și a V-a, în comparație cu diferențele înregistrate între arborii încadrați în clasele de producție a III-a și a IV-a. Deducem astfel că cu cât clasa de producție este mai joasă, cu atât mai mult se reduce capacitatea productivă a arborelui și, respectiv, a arboretului.

CONCLUZII

Ținând cont de starea stejărețelor de stejar pedunculat din Republica Moldova și repartizarea neuniformă a acestora pe întreg teritoriul țării, suprafețele amplasate pentru efectuarea studiului preconizat pot fi considerate, în ansamblu, reprezentative pentru fondul forestier național.

Creșterea numărului de arbori proveniți de la aceeași cioată-mamă variază în funcție de clasa de producție și de generația de proveniență din lăstari și se amplifică odată cu înaintarea în generație și reducerea clasei de producție a arboretului.

Desimea coroanei arborilor variază în mare măsură în funcție de generația de proveniență din lăstari și de clasa de producție, astfel încât arborii din clase de producție inferioare și din generații mai înaintate au un coronament mai slab dezvoltat.

Cu cât arborii sunt de o generație mai înaintată, cu atât ei își au începutul rădăcinilor mai aproape de suprafața solului și, ca rezultat, sunt mai ușor afectați de factorii de mediu nefavorabili și mai sensibili la atacurile diferitor boli și dăunători.

Evaluarea dinamicii indicilor de creștere curentă maximă, de creștere medie și a dinamicii vârstei la care se intersectează curba creșterii curente cu cea a creșterii medii nu a relevat o diferențiere semnificativă a acestora între arboretele pure și cele amestecate, de asemenea nu s-a înregistrat o variație semnificativă nici la nivelul zonelor fizico-geografice sau al etajelor fitoclimatice. În schimb, se constată o corelație a indicilor de creștere cu clasa de producție a arboretului și cu generația de proveniență din lăstari.

Se constată o descreștere lentă, dar evidentă, în cadrul generației de proveniență din lăstari, dar și între generații de proveniență din lăstari, în funcție de clasa de producție, atât a vârstei la care se înregistrează maximumul de creștere curentă, cât și a vârstei la care se intersectează curbele celor două creșteri (creșterea curentă și creșterea medie).

Dinamica indicelui de creștere medie este dependentă și influențată direct de generația de proveniență din lăstari și productivitatea arboretului. Reducerea acestuia în cadrul aceleiași generații de proveniență din lăstari la nivel de clase de producție este mai consistentă în cadrul claselor de producție inferioare și mai puțin evidentă în clasele de producție superioare.

Analiza indicelui de creștere în diametru pe perioade de vârste din 10 în 10 ani la nivel de zone fizico-geografice, denotă mici diferențe la arboretele de aceeași clasă de producție și generație de proveniență din lăstari în cadrul zonei de Nord și Centru, și diferențe mai evidente între aceste zone și zona de Sud.

Se constată o variație clară a indicelui de creștere în diametru în cadrul aceleiași zone, cauzată de diversitatea factorilor precum condițiile staționale, consistența arboretelor, intensitatea și calitatea lucrărilor silvotehnice aplicate. Această variație este mai puțin evidentă în zona de Nord și Sud, unde condițiile staționale sunt mai stabile, dar se manifestă pregnant în zona de Centru, unde diversitatea condițiilor staționale este foarte mare, fiind condiționată, în mare parte, de configurația terenului și variația altitudinii.

Dinamica indicelui de creștere în diametru este constant dependentă de clasa de producție și de generația de proveniență din lăstari. Se remarcă o creștere a indicelui nominalizat odată cu creșterea clasei de producție, atât în cadrul unei generații de proveniență din lăstari, cât și între diferite generații. Aceeași tendință este confirmată și la nivel de generații de proveniență din lăstari în cadrul claselor de producție și între clase de producție.

Se evidențiază o diferență mai mare a indicelui de creștere în diametru între arborii încadrați în clasele de producție inferioare în comparație cu diferențele înregistrate între arborii încadrați în clasele de producție superioare, ceea ce demonstrează că cu cât clasa de producție este mai joasă, cu atât mai mult se reduce capacitatea productivă a arborelui și, respectiv, a arboretului.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BOAGHIE, D., DANILOV, A. (2003). Unele aspecte privind vârsta exploatabilității pentru arboretele de stejar pedunculat. In: Rezervația Pădurea Domnească – 10 ani. Glodeni, pp. 81-88.
2. BOAGHIE, D. (2005). Unele aspecte privind studiul vârstei de exploatabilitate a stejărețelor de Stejar pedunculat din zona de Nord a Republicii Moldova. In: Mediul ambiant, nr. 6, pp. 30-37. ISSN 1810-9551.
3. DONIȚĂ, N., IVANSCHI, T. (1994). Tipuri de ecosistem forestier în Republica Moldova. In: Revista pădurilor, nr. 3, pp. 18-23.
4. GIURGIU, V. (1967). Studiul creșterilor la arborete. București: Ed. Agro-Silvică, 321 p.
5. GIURGIU, V., ARMĂȘESCU, S., ZAHARESCU, CL., DECEI, I., MANOLE, GH., BUGA, S. (1989). Fundamente auxologice pentru îngrijirea și conducerea arboretelor. București: ICAS, 1989. 103 p.
6. GIURGIU, V. (1972). Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură. București: Ed. Cereș, 123 p.
7. ГЕЙДЕМАН, Т. и др. (1964). Типы леса и лесные ассоциации Молдавской ССР. Кишинэу: Карта молдовеняскэ, с. 267.

8. ГОРДИЕНКО, М. и др. (1976). Видовой состав и интенсивность развития основных групп микроорганизмов в почве дубовых насаждениях Молдавской ССР. В: Лесоводство и агролесомелиорация : Труды Молдавской лесной опытной станции, вып. X. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, с. 81-89.
9. ДАНИЛОВ, А., БОАГИЕ, Д., ДАНИЛОВА, А. (2006). О возрастах спелости порослевых древостоях с преобладанием дуба пушистого, скального и черешчатого в лесах первой группы Республике Молдова. В: Ecologie și Protecția mediului – Cercetare, Implementare, Management. Chișinău, pp. 102-105.
10. КРАВЧУК, Ю. (1966). Особенности роста главнейших древесных пород и их корневые системы в условиях Молдавии: автореферат кандидата сельскохозяйственных наук. Минск, 27 р.
11. КРАВЧУК, Ю. (1970). О взаимоотношениях между древесными породами с учетом строения корневых систем. В: Сборник работ по лесному хозяйству Молдавии. Вып. V. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, с. 23-26.
12. ПОРИЦКИЙ, Г. и др. (1979). Разработка мер по повышению биологической устойчивостью дубовых лесонасаждений Молдавии. В: Отчет Кафедры лесоустройство и геодезии Киевской С/Х Академии. Кишинев.
13. ПОГРЕБНЯК, П. (1955). Основы лесной типологии. Киев: Изд-во АН УССР, 452 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

BOAGHIE Dionisie

doctor în științe biologice, conferențiar universitar, Departamentul Silvicultură și Protecția Plantelor, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: dboaghie@yahoo.com

Data prezentării articolului: 24.12.2020

Data acceptării articolului: 25.01.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834616

УДК: 633.282:631.559

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ БИОМАССЫ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО ПРИ СОВМЕСТНОМ ВЫРАЩИВАНИИ С БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Виталий ДЕКОВЕЦ, Максим КУЛИК, Наталия СИПЛИВАЯ

Abstract. The article focuses on the need to study ways to increase the yield of giant miscanthus with an ecological component. This will make it possible to consistently obtain a sufficient volume of biomass as a raw material for the production of biofuel. The experiment for study the peculiarities of the formation of the yield of miscanthus was carried out in the conditions of the central part of the Forest-Steppe (Ukraine) using the methodological recommendations of domestic and foreign authors. The experience combined the study of factors: factor A – year (2016–2018), factor B – methods of growing giant miscanthus: option 1 – single-species crops (control), option 2 – intercropping with perennial lupin *Lupinus perennis* L., option 3 – intercropping with *Medicago falcata* L., option 4 – intercropping with *Trifolium pratense* L. The biometric indicators of plants were determined according to the approved methods, the biomass yield was determined by the gravimetric method, by weighing the aboveground vegetative mass from each variant of the field experiment. According to the results of the study, the influence of quantitative indicators ($r > 0.7$), against the background of various methods of crop cultivation, on the yield of biomass of giant miscanthus was established. Compared with single-species plantations, the highest biomass yield (11.8 t/ha) is formed when plants are grown in intercropping with a legume component – lupin. The equivalent influence of biometric parameters of plants (height and number of stems) on the yield of biomass of giant miscanthus was determined ($r = 0.91$ and 0.94 , respectively) and is confirmed by the regression equation $y = -34.20 + 0.33 \times x$ in all variants of the experiment. It was found that the joint cultivation of giant miscanthus with a legume component (perennial lupin) contributes to a significantly greater increase in the biometric parameters of plants and the yield of biomass. At the same time, it was determined that the yield of miscanthus is formed due to the height of the stem and the average length of the leaf, and significantly depends on the number of stems per unit area.

Key words: Giant miscanthus; Intercropping; Legume crops; Biometric indicators; Crop yield; Biomass; Correlation dependences.

Реферат. В статье акцентировано внимание на необходимости исследования путей увеличения урожайности мискантуса гигантского с экологической составляющей, что позволит стабильно получать достаточный объем биомассы, как сырья для производства биотоплива. Эксперимент, по изучению особенностей формирования урожайности мискантуса, проведен в условиях центральной части Лесостепи с использованием методических рекомендаций отечественных и зарубежных авторов. Опыт совмещал изучение факторов: фактор А – год (2016–2018 гг.), фактор В – способы выращивания мискантуса гигантского: вариант 1 – одновидовые посевы (контроль), вариант 2 – выращивание совместно с многолетним люпином (*Lupinus perennis* L.), 3 вариант – выращивание совместно с люцерной серповидной (*Medicago falcata* L.), 4 вариант – выращивание совместно с клевером красным (*Trifolium pratense* L.). Биометрические показатели растений определяли согласно утвержденных методик, урожай биомассы – весовым методом, путем взвешивания надземной вегетативной массы с каждого варианта полевого опыта. По результатам исследования установлено влияние количественных показателей ($r > 0,7$), на фоне различных способов выращивания культуры, на урожайность биомассы мискантуса гигантского. По сравнению с одновидовыми насаждениями наибольшая урожайность биомассы (11,8 т/га) формируется при выращивании растений на совместных посевах вместе с бобовым компонентом – люпином. Определено равнозначительное влияние биометрических показателей растений (высоты и количества стеблей) на урожайность биомассы мискантуса гигантского (соответственно $r = 0,91$ и $0,94$) и подтверждается уравнением регрессии $y = -34,20 + 0,33 \times x$ на всех вариантах опыта. Установлено, что совместное выращивание мискантуса гигантского с бобовым компонентом (люпин многолетний) способствует существенно большему увеличению биометрических показателей растений и урожайности биомассы. При этом определено, что урожайность мискантуса формируется за счет высоты стеблестоя и средней длины листа, и существенно зависит от количества стеблей на единице площади.

Ключевые слова: Мискантус гигантский; Совместное выращивание; Бобовые культуры; Биометрические показатели; Урожайность; Биомасса; Корреляционные зависимости.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, для уменьшения зависимости от ископаемых источников энергии в развивающихся странах возникает необходимость развития собственного производства альтернативных видов топлива, что определено как приоритетная задача «Зеленого курса» Европейского Союза и Украины. Также этот вопрос актуален при изучении особенностей выращивания энергетических культур с экологической точки зрения. Эти культуры способны улучшать почвы и стабильно обеспечить высокий и устойчивый урожай биомассы, в качестве сырья для производства биотоплива (Роїк, М.В. 2019; Kulyk, M. 2020).

Авторами установлено, что наряду с сельскохозяйственными культурами, энергетические – способны формировать значительный объем биомассы для биотопливного использования. Это позволит снизить энергетическую зависимость территориальных общин и повысить благосостояние населения (Kalinichenko, A. 2017).

Определено, что независимо от вида маргинальных земель, на которых выращиваются энергетические культуры, выход энергии из биотоплива будет больше в мискантусе гигантском по сравнению с просом прутьевидным. Это связано с высокой урожайностью биомассы мискантуса гигантского, большим выходом биотоплива, и показателем энергоемкости (Кулик, М. 2020). Главными приоритетами новой отрасли биоэнергетики является поиск путей удешевления различных видов биосырья, разработка новых технико-экономических решений, а также формирование необходимой инфраструктуры с целью эффективного использования растительных энергетических ресурсов и переработки их фитомассы для получения жидких биотоплив: биоэтанол, биобутанол, газообразного и твердого биотоплива: гранулы, брикеты и т.д. (Курило, В.Л. 2010; Писаренко, П.В. 2017). Среди энергокультур, мискантус гигантский – это интродуцированная и высокопластичная культура, для которой характерна C4-схема фотосинтеза. Растения высокорослые, характеризуются быстрым приростом надземной вегетативной массы и могут достигать высоты до пяти метров. Корневая система – мочковатая, мощная, которая формирует утолщение корней – ризомы. Это вегетативные органы размножения мискантуса, одно растение может их формировать до 40 шт. Потенциал урожайности надземной вегетативной фитомассы мискантуса гигантского может достигать от 60 до 150 т/га, урожайность сухой массой растений может составлять 10-15 (до 32) т/га. Энергетическая продуктивность растений составляет 67-84 (до 130) Гкал/га (Рахметов, Д.Б. 2015; Курило, В.Л. 2018).

При проведении комплексных исследований А.В. Хиврич отмечает, что урожайность мискантуса в Украине в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий. Наибольшую урожайность биомассы мискантус формирует на среднеплотных почвах с низким уровнем залегания грунтовых вод и на полях с уклоном до 7°. Благодаря разветвленной корневой системе его можно выращивать на песчаных и супесчаных почвах. Мискантус гигантский также хорошо адаптирован к неблагоприятным условиям выращивания, в частности с повышенным содержанием солей в почве (Хіврич, О.Б. 2021). Большинство зарубежных исследований показывают, что на маргинальных и тяжелых по гранулометрическому составу почвах, по сравнению с более плодородными и структурированными, урожайность биомассы мискантуса может снижаться (Matyka, M. 2016). В противоположность этому, другие ученые обосновывают способность мискантуса гигантского формировать стабильные урожаи на различных видах маргинальных и рекультивированных землях. Также мискантус при выращивании в этих условиях обеспечивает увеличение урожая при применении удобрений и ирригации насаждений (Харитонов, М. М. 2018). Наряду с этим, определено, что обоснованный менеджмент энергоплантации, оптимальные дозы внесения удобрений (на фоне орошения) повышают урожайность биомассы мискантуса (Milovanovic, J. 2012).

При выращивании возобновляемого растительного сырья энергетических культур возможно, например, при научно обоснованном применении азотных удобрений и выращивании азотфиксирующих культур (смешанные и промежуточные культуры, подсева), что увеличивает урожайность биомассы. Этот факт нашел подтверждение в наших предыдущих исследованиях, в которых определена эффективность совместного выращивания бобовых культур с просом прутьевидным (Taranenko, A. 2019; Kulyk, M.I., 2019) и мискантусом гигантским (Литвиненко, О.В. 2019). В почвенно-климати-

ческих условиях центральной Лесостепи Украины установлено, что клевер красный способствует увеличению урожайности биомассы проса прутьевидного. Определена положительная динамика увеличения содержания органического вещества в почве и повышения урожайности биомассы мискантуса гигантского при совместном выращивании с люпином (Кулик, М. І. 2019).

Проведенными исследованиями установлено, что с увеличением плотности посадки Ризом (от 10 тыс. шт./га до 25 тыс. шт./га) увеличивается и коэффициент энергетической эффективности – от 15,3 до 17,2. Увеличением массы ризом от 30 до 120 г в среднем снижает этот показатель от 17,2 до 16,1. Определено, что оптимальной густотой стояния растений мискантуса гигантского является количество в 15 тыс. шт./га при массе ризомы – 30–60 г (Квак В. М. 2013). Глубина посадки ризом мискантуса также имеет важное значение. Как отмечают исследователи института биоэнергетических культур, высадка посадочного материала мискантуса на глубину 8–10 см имеет значительное влияние на интенсивность роста и развития растений, формирования ими производительного потенциала (Ганженко, О. М. 2013). Таким образом, совершенствование технологии выращивания мискантуса гигантского, на основе экологизации выращивания культуры с учетом потребностей растений, позволяет уменьшить затраты на выращивание и одновременно увеличить эффективность и постоянство производства биомассы этой культуры, что и изучалось нами в данной публикации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Целью исследования является установление влияния способа выращивания (одновидовых – монокультура или совместимый с различными бобовыми культурами) на изменчивость количественных показателей растений и урожайность биомассы мискантуса гигантского.

Материал исследования – растения мискантуса гигантского сорта ‘Гулливер’.

Почвы опытных участков – черноземы типичные, содержание гумуса – 3,4 %, щелочно-гидролизованного азота – 192,5 мг/кг, фосфора – 616,0 мг/кг, калия – 775,0 мг/кг, кальция – 12,6 мг/кг, магния – 1,3 мг/кг, серы – 10,1 мг/кг, рН солевое составляет 7,2.

Эксперимент осуществлен в условиях центральной Лесостепи Украины на базе Полтавского государственного аграрного университета согласно методике агрономических исследований (Доспехов, Б.А. 1985). Полевые опыты с растениями мискантуса гигантского проведены в течение 2016–2020 годов. В опытах была применена рендомизация вариантов в пределах каждого из четырех повторений эксперимента.

Схема эксперимента: фактор А – год (2016–2018 гг.), фактор В – способы выращивания мискантуса гигантского: вариант 1 – одновидовые посевы (контроль), вариант 2 – выращивание совместно с многолетним люпином (лат. *Lupinus perennis* L.), 3 вариант – выращивание совместно с люцерной серповидной (лат. *Medicago falcata* L.), 4 вариант – выращивание совместно с клевером красным (лат. *Trifolium pratense* L.).

За год до закладки энергоплантации осенью проводили обработку почвы по типу полупара, весной – закрытие влаги и предпосевную культивацию. В конце апреля высаживали ризомы мискантуса гигантского (схема посадки 75 × 75 см) и подсеивали в междурядья бобовые согласно схемы эксперимента. Уход за растениями в период вегетации предусматривал удаление сорняков. При проведении исследований пестициды и удобрения не применялись. Изучение особенностей роста и развития растений и урожайности мискантуса гигантского в зависимости от исследуемых факторов проводили согласно методик (Курило, В.Л. 2015; Ганженко, О.М., 2016; Рахметов, Д.Б. 2017).

Статистическую обработку уровня урожайности результатов исследования проводили с помощью дисперсионного анализа (НСР05) с использованием программ Excel та Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

К основным биометрическим показателям растений мискантуса гигантского относим среднюю высоту и густоту стеблестоя (количество стеблей в кусте), а также – количество листьев на растениях и их среднюю длину.

Биометрические показатели растений мискантуса гигантского зависимо от способов выращивания характеризовались значительным варьированием (табл. 1).

Таблица 1. Биометрические показатели растений мискантуса гигантского первого-третьего годов вегетации, среднее за 2016-2020 гг.

Года вегетации (фактор А)	Способ выращивания (фактор Б)	Средняя высота растений, см	Количество стеблей в кусте, шт.	Количество листьев на стебле, шт.	Средняя длина листка, см
первый (2016-2018)	вариант 1	102,3	2,3	5,1	34,5
	вариант 2	129,5	3,5	6,2	43,1
	вариант 3	112,9	3,1	5,4	37,7
	вариант 4	117,5	2,9	5,5	39,8
второй (2017-2019)	вариант 1	142,5	10,4	9,0	59,0
	вариант 2	158,8	12,3	11,0	65,4
	вариант 3	136,8	10,9	9,5	63,7
	вариант 4	139,3	9,7	9,4	63,2
третий (2018-2020)	вариант 1	150,3	22,1	9,4	116,2
	вариант 2	177,8	28,3	10,1	126,0
	вариант 3	165,4	26,7	9,7	117,9
	вариант 4	117,6	26,3	9,9	117,3
Среднее по опыту		137,5	13,2	8,3	73,6
НСР ₀₅ фактор (А)		22,5	8,90	1,86	31,5
НСР ₀₅ фактор (Б)		9,96	1,13	0,40	2,46
НСР ₀₅ взаимодействие факторов (АВ)		0,48	0,18	0,17	0,32

В условиях первого года высота растений мискантуса гигантского по вариантам опыта варьировала от 102,3 до 129,5 см, на второй год – от 142,5 до 158,8 см, а на третьей – от 150,3 до 177,8 см. В одновидовых насаждениях этот показатель был значительно меньше, по сравнению с вариантами совместного выращивания с бобовым компонентом.

Независимо от условий года исследования существенно большую высоту растений, по сравнению с контрольными вариантами, мискантус гигантский обеспечил на вариантах с люцерной и клевером, которые выращивались в междурядьях.

Количество стеблей на растении мискантуса гигантского за годы проведения эксперимента имела четкую тенденцию к росту – от 2,2 шт. в первый до 28,4 шт. – на третий год. В первый год количество стеблей варьировало в пределах повторений – от 2,2 до 3,6 шт. (в среднем по вариантам – от 2,3 до 3,1 шт.), на второй – от 11,7 до 12,4 шт. (в среднем по вариантам – от 9,7 до 10,4 шт.), и на третий – от 22,0 до 28,4 шт. (в среднем по вариантам – от 22,1 до 28,3 шт.).

Количество листьев на растении в среднем варьировало по вариантам опыта – от 5,1 до 6,2 штук в первый год, на второй – от 9,0 до 11,0 шт., и на третий – от 9,4 до 10,1 штук. Средняя длина листовой пластинки увеличивалась с каждым годом исследования – от 34,5 см в первый год, до 126,0 см – на третий. Эти показатели существенно большими были на растениях мискантуса которые выращивали совместно с люпином.

В общем по биометрическим показателям выделились варианты с совместным выращиванием мискантуса и люпина. Это подтверждается исследованием других авторов, в которых определено, что изменчивость количественных показателей растений связано как с элементами технологии выращивания, так и с погодными условиями вегетационного периода и видовыми особенностями культуры при многолетнем цикле выращивания: увеличение корневой системы, отрастание новых побегов из спящих почек и др. (Гументик М. Я. 2015).

Динамика высоты растений и их количества у мискантуса гигантского по вариантам опыта в наших исследованиях показана на рис.1.

Определена корреляционная зависимость: с увеличением высоты растений на всех вариантах опыта – растет плотность стеблестоя мискантуса гигантского (при $r = 0,91$), уравнение регрессии $y = -34,20 + 0,33 \times x$.

За годы вегетации (2016–2020 гг.) отмечена значительная изменчивость показателей урожайности зеленой и сухой биомассы мискантуса гигантского (табл. 2-3).

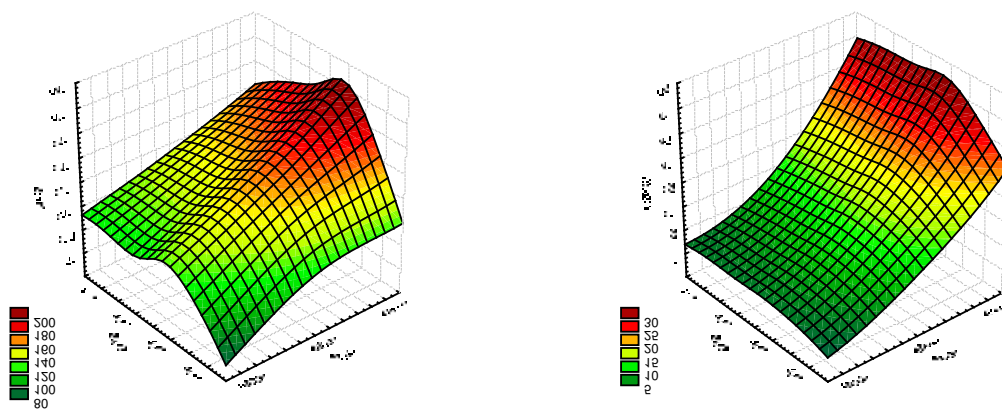


Рис. 1. Изменение высоты растений (а) и количества стеблей (б) мискантуса гигантского первого-третьего года вегетации при вариантах опыта, 2016-2020 гг.

Таблица 2. Урожайность зеленой биомассы мискантуса гигантского первого-третьего годов вегетации, т/га

Способ выращивания (фактор Б)	Год (фактор А)			Среднее
	первый (2016-2018)	второй (2017-2019)	третий (2018-2020)	
вариант 1	21,0	33,4	50,1	34,8
вариант 2	25,2	35,9	52,3	37,8
вариант 3	22,8	34,6	50,7	36,0
вариант 4	22,5	34,1	51,0	35,9
<i>Среднее по опыту = 36,1</i>				
НСР ₀₅ фактор (А)				9,90
НСР ₀₅ фактор (Б)				0,87
НСР ₀₅ взаимодействие факторов (АВ)				0,31

Таблица 3. Урожайность сухой биомассы мискантуса гигантского первого-третьего годов вегетации, т/га

Способ выращивания (фактор Б)	Год (фактор А)			Среднее
	первый (2016-2018)	второй (2017-2019)	третий (2018-2020)	
вариант 1	6,2	11,4	14,6	10,7
вариант 2	7,4	12,4	15,6	11,8
вариант 3	6,8	12,0	14,8	11,2
вариант 4	6,7	11,9	14,9	11,2
<i>Среднее по опыту = 11,2</i>				
НСР ₀₅ фактор (А)				2,90
НСР ₀₅ фактор (Б)				0,31
НСР ₀₅ взаимодействие факторов (АВ)				0,17

Установлено, что урожайность мискантуса гигантского зависит от способа выращивания культуры по вариантам опыта. Наибольший урожай зеленой (25,2 т/га) и сухой массы (7,4 т/га) первого года получили на вариантах с люпином, существенно ниже – при совместном выращивании с люцерной и клевером (на одном уровне, в пределах НСР₀₅). На второй год, данная тенденция

сохранилась, но с существенно большими показателями за урожайность, соответственно 35,9 т/га (зеленая масса) и 12,4 т/га (сухая масса). На третий год максимальную урожайность зеленой массы обеспечил 2 вариант (совместно с люпином) на уровне 52,3 т/га и сухой биомассы – 15,6 т/га

В среднем за года исследований установлено, что по сравнению с контрольными вариантами выращивания мискантуса вместе с люпином увеличивает урожайность на 1,1 т/га, с люцерной и клевером – на одном уровне (на 0,5 т/га) при НСР₀₅ 0,31 т/га. Таким образом доказана эффективность второго варианта по сравнению с контролем, третьим и четвертым вариантами опыта.

Эффективность использования смешанных посевов проса прутьевидного и мискантуса гигантского обуславливает увеличение выхода сухой биомассы и энергии с плантации. Этот способ выращивания, по данным автора, обеспечивает высокую производительность биомассы, уменьшая полегание растений в зимний период, рациональное использование площади энергоплантации, экономию производственных затрат при сборе биомассы (Гументик М. Я. 2019).

Для установления влияния количественных показателей растений на урожайность биомассы мискантуса гигантского был проведен корреляционно-регрессионный анализ. По данным которого определены показатели, имеющие тесную связь с урожайностью на 5 % уровне значимости. Рассчитанные коэффициенты корреляции показывают направление и силу связи между двумя показателями (рис. 2).

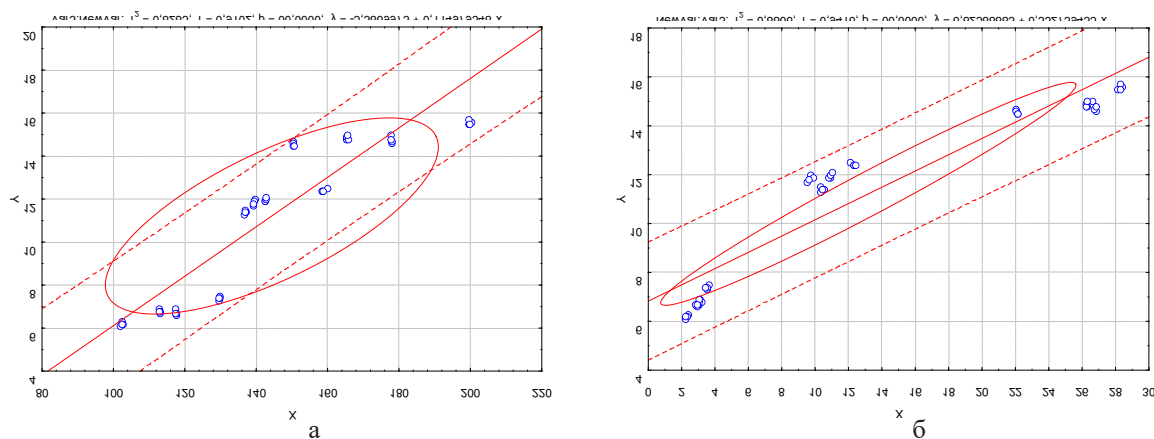


Рисунок 2. Зависимость между высотой (а), количеством стеблей и урожайностью сухой биомассы мискантуса гигантского первого-третьего годов вегетации, 2016-2020 гг.

Корреляционные зависимости между биометрическими показателями растений (высотой растений, количеством стеблей и средней длиной листа) и урожайностью сухой биомассы мискантуса гигантского по вариантам опыта приведены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициенты корреляции между количественными показателями растений и урожайностью мискантуса гигантского, за 2016-2020 гг.

Показатели	ВР	КС	КЛ	СДЛ	У
ВР	—	0,92	0,82	0,89	0,91
КС		—	0,76	0,99	0,94
КЛ			—	0,72	0,92
СДЛ				—	0,89
У					—

* Примечание: связь существенная при 5% уровне значимости.

ВР – высота растений, см; КС – количество стеблей, шт./растение; КЛ – количество листьев, шт./растение; СДЛ – средняя длина листа, см; У – урожайность сухой биомассы, т/га.

В общем за годы исследования установлена следующая зависимость. По всем вариантам опыта урожайность биомассы мискантуса зависела как от высоты растений (r 0,36 ... 0,77), длины листа (r 0,69 ... 0,74), так и от густоты стеблестоя (r 0,48 ... 0,61), что подтверждается коэффициентами корреляции при уровне значимости 5 %.

ВЫВОДЫ

Среди вариантов, наибольшие значения биометрических показателей растений получили на варианте 2 – при совместном выращивании мискантуса гигантского с люпином, существенно меньше – на контрольных вариантах, а также при выращивании с люцерной и клевером.

Установлено, что при совместном выращивании мискантуса гигантского с бобовыми урожайность сухой массы варьировала от 11,2 до 11,8 т/га, на контроле (монокультура) она была на уровне 10,7 т/га. Увеличение урожайности мискантуса гигантского на вариантах совместного выращивания с люпином составила 11,8 т/га, клевера и люцерны была однозначной – на уровне 11,2 т/га. Эту особенность можно объяснить более интенсивным поглощением растениями люпина атмосферного азота из окружающей среды, накопление его в почве и доступностью для основной культуры – мискантуса гигантского.

Определено, что совместное выращивание мискантуса гигантского с бобовым компонентом (люпин желтый) способствует существенному увеличению биометрических показателей растений, которые существенно влияют на урожайность биомассы. При этом коэффициентами корреляций определено, что урожайность мискантуса, при совместном выращивании с бобовыми, формируется за счет высоты стеблестоя ($r = 0,91$), количества ($r = 0,92$) и длины листьев ($r = 0,89$), и существенно зависит от количества стеблей на единице площади ($r = 0,94$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. KALINICHENKO, A., KALINICHENKO, O., KULYK, M. (2017). Assessment of available potential of agro-biomass and energy crops phytomass for biofuel production in Ukraine. In: I. Pietkun-Greber, P. Ratusznego, red. *Odnawialne źródła energii: teoria i praktyka*: Monograph, Opole, Kijów, том II, с. 163–179.
2. KULYK, M.I., KURYLO, V.L., KALINICHENKO, O.V., GALYTSKA, M.A. (2019). *Plant energy resources: agroecological, economic and energy aspects: Monograf*. Poltava: Astraya, pp. 48–58.
3. KULYK, Maksym, KURILO, Vasyl, PRYSHLIAK, Natalia, PRYSHLIAK, Viktor (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. In: *Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. 11(1), pp. 173–185. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20).
4. MATYKA, M., KUS, J. (2016) Influence of soil Quality for yielding and biometric features of *Miscanthus × giganteus*. In: *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 25(1), pp. 213–219.
5. MILOVANOVIC, J., DRAZIC, G., IKANOVIC, J., JURBEKOVA, Z., RAJKOVIC, S. (2012). Sustainable production of biomass through *Miscanthus giganteus* plantation development. In: *Annals Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering*, vol. X(1), pp. 79–82.
6. TARANENKO, A., KULYK, M., GALYTSKA, M., TARANENKO, S. (2019). Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. In: *Acta Agrobotanica*, vol. 72 (3), p. 1786. DOI: <https://doi.org/10.5586/aa.1786>
7. БІЛОНОЖКО, І.М., МОЙСЕЙЧЕНКО, В.Ф., ЄЩЕНКО, В.О. (1994). *Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник*. Київ: Урожай. 334 с.
8. ГАНЖЕНКО, О.М., КВАК, В.М. (2013). Вплив глибини садіння ризом мискантусу на їх проростання. В: *Біоенергетика*, вип. 1, с. 36.
9. ГАНЖЕНКО, О.М., КУРИЛО, В.Л., ГУМЕНТИК, М.Я. et al. (2016). *Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблення мискантусу гігантського*. Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 40 с.
10. ГУМЕНТИК, М.Я., КВАК, В.М., ЗАМОЙСЬКИЙ, О.І. et al. (2015). Вплив елементів механізованої технології вирощування на продуктивність біомаси мискантусу. В: *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, вип. 4, с. 50–54.
11. ГУМЕНТИК, М.Я. (2019). Особливості технології змішаного вирощування біоенергетичних злакових культур для виробництва біопалива. В: *Біоенергетика*, вип. 1(13), с. 16–18.
12. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). *Методика полевого опыта*. Москва: Колос. 416 с.
13. КВАК, В.М. (2013). Вплив маси ризомів мискантусу та густоти їх садіння на енергетичну продуктивність біомаси. В: *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, вип. 17, том 1, с. 146–151.
14. КУЛИК, М.І., ПАДАЛКА, В.В. (2020). Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). В: Н.С. Ілляшенко, ред. *Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку: монографія*. Суми: Триторія, с. 109–118.
15. КУЛИК, М.І., КОСЕНКО, С.М. (2019). Збільшення врожайності мискантусу гігантського на основі

- адаптивних елементів технології вирощування. В: Abstracts of I International Scientific and Practical Conference Lviv, Ukraine, 28-29 October 2019, с. 16–19.
16. КУРИЛО, В.Л., ГАНЖЕНКО, О.М., ГУМЕНТИК, М.Я., КВАК, В.М., ФУЧИЛО, Я.Д., ХІВРИЧ, О.Б., ЗИКОВ, П.Ю., ГОНЧАРУК, Г.С., СМІРНИХ, В.М., ГОРОБЕЦЬ, А.М., ДУБОВИЙ, Ю.П., ЗАМОЙСЬКИЙ, О.І. (2015). Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблення мискантуса гігантського Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 52 с.
 17. КУРИЛО, В.Л., ГУМЕНТИК, М.Я., КВАК, В.М. (2010). Мискантус – перспективна енергетична культура для виробництва біопалива. В: *Агробіологія: Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ*, вип. 4(80), с. 62–66.
 18. КУРИЛО, В.Л., РАХМЕТОВ, Д.Б., КУЛИК, М.І. (2018). Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. В: *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, вип. 1(88), с. 11–17.
 19. ЛИТВИНЕНКО, О.В., КУЛИК, М.І. (2019). Закономірності формування урожайності за сумісного вирощування мискантуса гігантського з бобовими культурами. В: *Весняні наукові читання – 2019: Збірник тез доповідей за матеріалами доповідей XXIX Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 15 квітня 2019 року, с. 37–42.
 20. ПИСАРЕНКО, П.В., КУРИЛО, В.Л., КУЛИК, М.І. (2017). Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива. В: О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб, ред. *Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія*. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», с. 258-266.
 21. РАХМЕТОВ, Д.Б., ЩЕРБАКОВА, Т.О., РАХМЕТОВ, С.Д. (2015). *Мискантус в Україні: інтродукція, біологія, біоенергетика*. Київ: Фітосоціоцентр, 158 с.
 22. РАХМЕТОВ, Д.Б., КАЛЕНСЬКА, С.М., ФЕДОРЧУК, М.І. et al. (2017). Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування мискантуса в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Видавничий центр «Колос»: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 22 с.
 23. РОЇК, М.В., СІНЧЕНКО, В.М., ПІРКІН, В.І. et al. (2019). *Мискантус в Україні: монографія*. Київ: ФОП Ямчинський О. В. 256 с.
 24. ХАРИТОНОВ, М.М., БАБЕНКО, М.Г. (2018). Придатність різних едафічних конструкцій моделей техноземів для вирощування *Miscanthus × giganteus*. В: П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб, ред. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія*. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», с. 106–113.
 25. ХІВРИЧ, О.Б., КУРИЛО, В.Л., КВАК, В.М. (2011). Енергетичні рослини, як сировина для біопалива. В: *Пропозиція*, № 6, с. 68.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ДЕКОВЕЦ Виталий Александрович

аспирант, кафедра селекции, семеноводства и генетики, Полтавский государственный аграрный университет, Украина

КУЛИК Максим Иванович  <https://orcid.org/0000-0003-0241-6408>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра селекции, семеноводства и генетики, Полтавский государственный аграрный университет, Украина

E-mail: kulykmaksym@ukr.net

СИПЛИВАЯ Наталия Алексеевна  <https://orcid.org/0000-0003-0921-6361>

кандидат биологических наук, заместитель начальника отдела рассмотрения заявок, экспертизы названий и новизны сортов растений, Украинский институт экспертизы сортов растений

E-mail: nata123456@ukr.net

Data prezentării articolului: 01.10.2021

Data acceptării articolului: 25.10.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5834631

УДК: 634.64:632.488

ЦЕРКОСПОРОЗ ГРАНАТОВЫХ КУСТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Фарман ГУЛИЕВ, Лала ГУСЕЙНОВА

Abstract. In recent years, with an increase in the area under pomegranate and an increase in its yield, the likelihood of the spread of harmful mycoses (fungal diseases) has significantly increased. Cercosporosis (*Cercospora lythracearum* Heald et Wolf) occupies a special place among the widespread diseases in pomegranate gardens. The harmfulness of cercosporosis in pomegranate in the conditions of the western part of Azerbaijan is manifested in the damage to the leaves and fruits and in the decrease in the assimilation surface of leaves and the mass of fruits, which negatively affects the yield. The cercosporosis leads to a decrease in the annual growth of shoots by 1.2 times and to a decrease in fruit weight by an average of 15%. In connection with the above, the task of our research was to study and diagnose the cercosporosis of pomegranate bushes in the conditions of the western part of Azerbaijan. In the 2020 research year, an assessment of the prevalence and intensity of cercosporosis in the region was carried out, and a scientifically based and improved control system was developed. For this purpose, the following products were tested in the fight against cercosporosis: 0.4% Selfat, 0.3% P-oxyride, 0.05% Conazole, 0.05% Azoxifen and control without chemical treatment. The data on the effectiveness of the fungicide 0.4% Selfat against pomegranate cercosporosis are presented. Three-fold application of the drug with a consumption rate of 5 kg/ha in the pomegranate protection system provided fruits that were free from cercospora spots.

Key words: *Punica granatum*; Cercosporosis; Necrosis; Spots; Chemical control; Fungicides.

Реферат. В последние годы с увеличением площадей под гранатом и ростом его урожайности значительно повысилась вероятность распространения вредоносных микозов (грибных болезней). Среди широко распространенных болезней в гранатовых садах особое место занимает церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald et Wolf). Вредоносность церкоспороза граната в условиях западной части Азербайджана проявляется в поражении листьев и плодов, снижении ассимиляционной поверхности листьев и массы плодов, что отрицательно сказывается на урожае. Церкоспороз граната приводит к снижению годичного прироста побегов в 1,2 раза и массы плодов в среднем на 15%. В связи с вышеизложенным, задачей наших исследований являлось изучение и диагностика церкоспороза гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана. В 2020 исследовательском году была проведена оценка распространенности и интенсивности церкоспороза в регионе, разработана научно обоснованная и улучшенная система контроля. С этой целью, в борьбе с церкоспорозом граната были испытаны следующие препараты: 0,4%-ный Сельфат, 0,3%-ный П-оксирид, 0,05%-ный Коназол, 0,05%-ный Азоксифен и контроль без химической обработки. Приведены данные по эффективности фунгицида 0,4%-ного Сельфата против церкоспороза граната. Трехкратное применение препарата с нормами расхода 5 кг/га в системе защиты граната обеспечило получение чистых от пятен церкоспороза плодов.

Ключевые слова: *Punica granatum*; Церкоспороз; Некроз; Пятна; Химическая борьба; Фунгициды.

ВВЕДЕНИЕ

Гранат (*Punica* L.) самая широко распространенная субтропическая плодовая культура в Гянджа-Казахской географической зоне (западная часть страны) Азербайджана (Гулиев, Ф.А., Гусейнова, Л.А. 2020).

Гранат (*Punica* L.) ценная субтропическая плодовая культура, имеющая вид дерева или куста с опадающими на зиму листьями и довольно продолжительным периодом покоя (Рис. 1,2) (Kahramanoğlu, İ., Usanmaz, S. 2005; Şahin, A. 2013).

В настоящее время гранат на территории бывшего СССР культивируется в открытом грунте в Азербайджане, Грузии, Дагестане, Крыму, Туркмении. В Узбекистане и Таджикистане преимущественно с перекопкой на зиму (в основном, в предгорных районах).

В Азербайджане имеется довольно большой сортимент местных сортов граната: Азербайджанская или Красная Гюлоша, Розовая Гюлоша, Бала Мюрсаль или Калын Кабух Гюлоша, Агдамская Гюлоша, Гюлоша Ньюядинская, Крмызы Кабух, Назик Кабух, Шелли Мелеси, Ширин Нар, Шах Нар, Ширван, Кара Бала Мюрсаль, Иридане, Агдане, Кырмызыдане, Апшерон, Насими, Мехсети, Фарах, Гянджа Крмызы Нары, Агдам Крмызы Нары, Ал-Ширин, Мейхош, Велес, Крмызы Велес, Зангилан, Мардакан, Азербайджан, ВИР№1, Зибейда, Аг Ширин Нар и т.д. (Рис. 3-4) (Metin, A., Şahin, A., Canihoş, E., Öztürk, N. 2012).



Рисунок 1-2. Гранатовый куст (местный сорт «Розовая Гюлоша»)



Рисунок 3-4. Местный Азербайджанский сорт «Крмызы Кабух»

Гранат (*Punica* L.) самая значимая субтропическая плодовая культура Азербайджана. Благодаря своим ценнейшим биологическим свойствам, привлекательному внешнему виду, аромату, изысканному вкусу плодов, высокой способности к хранению и транспортабельности она приобрела невиданную популярность и широкое распространение по всему Азербайджану (Гянджа-Казахская, Центрально-Аранская, Ширванская географические зоны). Благодаря наличию сортов с раннем, средним и поздним сроками созревания, плоды граната можно употреблять в пищу в течение всего года, а продукты переработки граната всегда пользуются высоким спросом.

Развитие гранатоводства в Азербайджане поддерживается государством. В настоящее время площадь гранатовых садов в 2020 году в стране достигла 23 тысячи гектаров, в том числе с деревьями в плодоносящем возрасте 21,1 тысячи гектаров. Учитывая высокий экспортный потенциал граната и продукции, получаемой из него, государство принимает меры по поддержке развития этой сферы, выделяя субсидии.

На Геранбойский, Шамкирский, Казахский, Товузский и Самухский районы (Гянджа-Казахская географическая зона, западная часть страны) приходится 80% гранатовых садов. В 2020 году средняя урожайность в них составила 85,6 центнера с гектара.

В настоящее время основной задачей, стоящей перед производителями, является повышение качества продукции и показателей средней урожайности.

Как уже было отмечено, гранатоводство является одной из ведущих отраслей сельского хозяйства Азербайджана. Широкое развитие гранатоводства в республике имеет большое народно-хозяйственное значение. Особое место в технологии выращивания граната занимает защита от болезней и вредителей, так как их негативное воздействие на гранатовых кустах, выражающиеся в значительном снижении качества и частичной или полной потере урожая является одним из факторов, лимитирующих стабильное развитие отрасли гранатоводства.

Гранатовые кусты поражаются многими видами инфекционных болезней. Видовой состав и степень развития отдельных из них во многом зависит от эколого-географических условий (Гулиев, Ф.А., Гусейнова, Л.А. 2020).

Церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) один из наиболее распространенных и вредоносных болезней граната, встречающихся во всех западных районах (Шамкир, Геранбой и Казах) его возделывания.

Болезнь распространена повсеместно, но наибольший вред данная болезнь наносит в районах с достаточным увлажнением.

Следует отметить, что в основе церкоспороза лежит некроз. Здесь возникает вопрос: что такое некроз вообще? Некрозы или пятнистости, проявляются в виде участков отмершей ткани на пораженных органах растения - листьях, плодах, стволе. Пятна (некрозы) могут быть разной формы - округлые, угловатые, удлиненные. Если отмирание ткани происходит на листьях, то пятнистости могут принимать угловатую форму в соответствии с расположением жилок. Наиболее распространена округлая форма некрозов.

Происхождение некрозов (пятен) может быть вызвано двумя причинами. Первая это отмирание ткани в результате заселения ее возбудителем. При этом отмирающие клетки в совокупности составляют участок ткани, видимый невооруженным глазом. Вторая причина отмирание клеток растения в процессе защитной реакции растения на внедрение патогена. В том случае пятнистости мельче, чем при заселении тканей возбудителем. Пятнистости характерны для церкоспороза.

Как уже было отмечено, некрозы – это отмирание отдельных участков ткани, часто сопровождаемое изменением их окраски. М.В.Горленко (1973) подразделяет некрозы на следующие виды:

- Некрозы паренхимных клеток - разного рода пятнистости на различных органах растений (листья, стебли, плоды и т.п.);
- Некрозы стволов и ветвей древесных пород - отмирание коры, луба, камбия и периферических слоев древесины;
- Некрозы жилок листа;
- Некрозы сосудисто-волокнистых пучков.

В данном случае это некроз паренхимных клеток, т.е. разного рода пятнистости на различных органах растений (листья, стебли, плоды и т.д.). Пятнистости различных органов растений бывают двух видов - местные или локальные и ожоги.

Пятнистости характеризуются отмиранием паренхимных клеток, при этом на пораженных органах появляются более или менее ограниченные пятна измененной окраски. Пятнистости вызывают грибы, бактерии, вирусы и абиотические факторы.

Видов пятнистости встречается очень много. На одном и том же растении разные пятнистости могут иметь настолько характерные признаки, что их вполне можно отличить друг от друга.

При заражении органов растений грибами на отмерших участках листьев (на пятнах) образуются спороносящие органы, отличающиеся окраской, плотностью, расположением и пр.

Цель исследования заключалась в изучении, распространении и вредоносности церкоспороза гранатовых кустов (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) в условиях западной части Азербайджана, и в основном:

- Выявить распространение, развитие и вредоносность церкоспороза гранатовых кустов в условиях Гянджа-Казахской географической зоны (западная часть страны) Азербайджана;
- Оценить влияние погодных условий на состояние гранатовых кустов и развитие церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.);
- Изучить биологические особенности возбудителя болезни гриба *Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.;

- Изучить устойчивость сортов граната «Крмызы Кабух» и «Розовая Гюлоша» к церкоспорозу (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.);
- Разработать мероприятия по борьбе с церкоспорозом (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.);
- Изучить влияние отдельных приемов технологии возделывания граната на проявление церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) и предложить систему агротехнических и химических мероприятий для снижения вредоносности болезни;
- Провести подбор современных фунгицидов и оценить их эффективность для защиты граната от церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.);
- Определить влияние фунгицидных обработок на развитие грибной инфекции в период хранения;
- Установить экономическую эффективность рекомендованных мер защиты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В статье представлены результаты 3-х летних экспериментальных полевых и лабораторных исследований проведенных в условиях западной части (Гянджа-Казахская географическая зона) Азербайджана.

В соответствии с поставленными задачами в основу экспериментальной работы был положен метод лабораторных и полевых исследований. С этой целью, проводили в определенные сроки (определенные фенологические фазы растения) специальные обследования гранатовых садов по общепринятым методикам (Хохряков, М.К., 1976).

Полевые опыты проводились в 2018-2020 гг. в промышленных плодоносящих гранатовых садах Гянджа-Казахской географической зоне страны (западная часть Азербайджана). В качестве объекта изучения служили местные аборигенные азербайджанские сорта граната «Крмызы Кабух» и «Розовая Гюлоша».

Стационарные наблюдения проводились в Геранбойском районе, а маршрутные в районах Геранбой, Шамкир и Казах. Повторность вариантов в опыте трехкратная. Общая площадь опыта составляла 0,5 га. Схема размещения гранатовых кустов в саду 4x4.

Агротехника в опытах общепринятая для возделывания гранатовых кустов в западной агроклиматической зоне Республики Азербайджан.

Как уже было отмечено, в годы исследования выявление болезни граната осуществляли двумя путями: наблюдениями на стационарных участках и маршрутными обследованиями. 3 раза за вегетационный период (сразу после цветения; спустя один месяц; перед уборкой урожая) проводились маршрутные обследования гранатовых садов.

Для проведения детальных учетов на 3...4 одновозрастных деревьях этикетировали по 4 ветви 1-го или 2-го порядка длиной 1,5...3,0 м, ориентированные по сторонам света.

Для определения гибели листьев и плодов граната учеты проводили весь вегетационный период. Опавшие листья и плоды граната собирали для микроскопического анализа (Чумаков, А.Е., Минкевич, И.И., Власов, Ю.И., Гаврилова, Е.А. 1974).

Лабораторные исследования по изучению церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) на гранатовых кустах проводились на Центральной Фитосанитарной Лаборатории Института Пищевой Безопасности.

Оценку уровня развития болезни и биологической эффективности проводили по общепринятым методикам (Хохряков, М.К., 1976; Доспехов, Б.А. 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Среди широко распространенных болезней в гранатовых садах особое место занимает церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.). Вредоносность церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) выражается в угнетении кустов, уменьшении их продуктивности, снижении качества и количества плодов. Данная форма болезни обнаруживается главным образом на листьях и плодах. На листьях образуются многочисленные, небольшие, округлые или неправильной формы, темно-бурые или коричневые пятна (Рис. 5). Позже листья желтеют и опадают (Рис. 6,7).

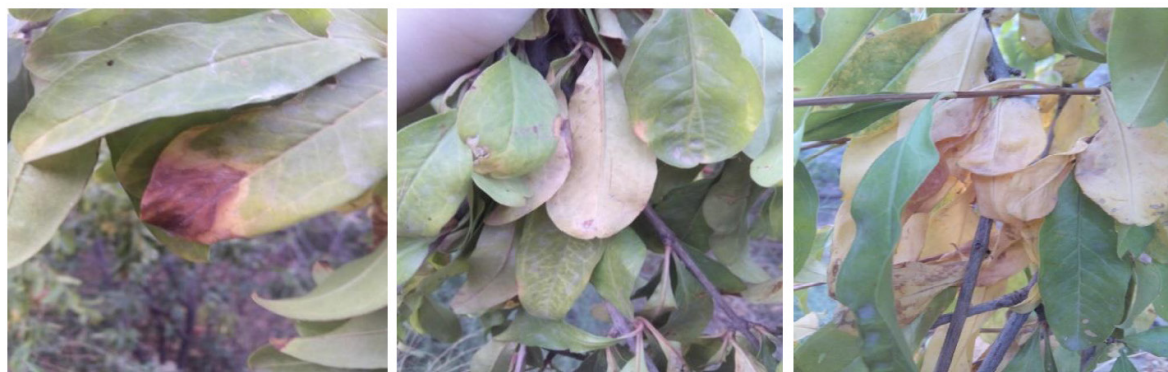


Рисунок 5-6-7. Пораженные церкоспорозом листья граната



Рисунок 8-9. Церкоспороз созревающих плодов граната сорта «Розовая Гюлоша»

Распространенность церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) в гранатовых садах восприимчивых сортов при наличии благоприятной погоды может достигать 100%. Такое интенсивное поражение гранатовых кустов наблюдалось в 2018-2020 гг. на насаждениях сортов Крызы Кабух и Розовая Гюлоша в опытном саду Геранбойского района. Пораженные листья преждевременно опадали, отмечался вторичный рост верхушечных побегов (до 50%), что приводило к общему истощению и ослаблению кустов, а в зимний период к их подмерзанию и полной гибели.

Следует отметить, что в зависимости от возраста листьев цвет пятен очень меняется. Заражение гранатовых кустов церкоспорозом (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) происходит через устьица листьев, а инкубационный период болезни длится 6-12 дней. Наиболее благоприятными для развития церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) являются температура 19-25°C и относительная влажность воздуха свыше 70%.

Зараженные плоды вначале покрываются мелкими, округлыми или неправильной формы, бугорчатыми пятнами (Рис. 8,9). Они темно-бурого или темно-коричневого цвета с более светлым ореолом. Затем пятна разрастаются, сливаются, расширяются в размерах и обесцвечивают значительную часть плода (Рис. 10,11). В отличие от антракноза или парши плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) пораженная ткань не растрескивается.

Во влажную погоду на поверхности пятен образуется бархатистый налет (конидиальное спороношение гриба *Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.).

Результаты лабораторных анализов показывают, что возбудитель церкоспороза несовершенный гриб *Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf. из порядка *Hyphomycetales*. Он образует межклеточную грибницу, а на поверхности пораженной ткани - конидиеносцы с конидиями. Конидиеносцы светло-бурые или почти бесцветные, коленичатоизогнутой формы, располагающиеся



Рисунок 10-11. Сливающиеся пятна церкоспороза у сортов «Крмызы Кабух» и «Розовая Голоша»

пучками, размером 20-30х3 мкм. Конидии бесцветные, нитевидные или булабовидные, с 2-5 перегородками, размером 30-56х3-3,5 мкм.

В сумчатой стадии гриб носит название *Mycosphaerella lythracearum* Wolf. и его относят к порядку *Dothideales*. На пораженных опавших листьях патоген формирует псевдотеции. Они темно-бурые или черные, в диаметре 75-95 мкм. Сумки цилиндрические, без парафиз, размером 42-50х6,5-8 мкм. В каждой сумке по восемь бесцветных двухклеточных аскоспор, размером 11-14х2,7-3,5 мкм, располагающихся в два яруса.

Первичная инфекция растений осуществляется аскоспорами, а повторные конидиями. При помощи конидий гриб распространяется в период вегетации растений.

Основной источник инфекции - пораженные листья, на которых гриб сохраняется в виде конидиального спороношения.

Для разработки эффективных методов борьбы против церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) граната нами проводились исследования по трем направлениям: установление эффективности агротехнических, гигиенических мероприятий и разработка химических мер борьбы. Как уже было отмечено, были заложены опыты в гранатовом саду Геранбойском районе, где испытывались следующие агротехнические мероприятия: уничтожение источников первичной инфекции (пораженных побегов, опавших листьев, завязи и плодов), своевременная борьба с сорной растительностью, обрезка старых, сухих и больных ветвей и т.д.

Обработка гранатовых кустов фунгицидами оказывает положительное влияние на сохранность плодов, сокращает потери урожая при хранении. Применение фунгицидов важный резерв повышения продуктивности и сохранности граната, а также улучшения технологических качеств плодов (кислотность и сахаристость), как после уборки, так и после длительного хранения.

Следует отметить, что длительное применение любого из фунгицидов может привести к возникновению резистентности у гриба, вызывающего церкоспороз. В связи с этим, для снижения риска возникновения резистентных рас церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) необходимо соблюдать ротацию фунгицидов, как в пределах одного химического класса, так и разных химических групп (Kahramanoğlu, İ., Usanmaz, S. 2005).

Полученные нами результаты убедительно доказывают, что наиболее эффективным, экономичным и экологичным способом защиты гранатовых кустов от болезней является химическая защита (Таблица 1).

Из таблицы 1 видно, что проведение химических мероприятий снижает распространение и развитие церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.). Как видно из таблицы в 2020 году наилучший результат против церкоспороза (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) получен в случае 0,4%-ным Сельфатом. Хорошие результаты были получены также в варианте, где опрыскивание проводили 0,05%-ным Коназолом. Остальные испытанные нами фунгициды отстают от эталона.

Таблица 1. Влияние фунгицидов на распространение и развитие церкоспороза гранатовых кустов (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) в западной части Азербайджана (2020 год)

Варианты опыта	2020 год					
	На листьях			На плодах		
	Распространение, %	Интенсивность развития, %	Биологическая эффективность, %	Распространение, %	Интенсивность развития, %	Биологическая эффективность, %
0,4%-ный Сельфат	29,9	12,0	72,0	20,1	11,1	69,4
0,05%-ный Коназол	30,5	15,0	65,0	20,5	11,2	69,1
0,05%-ный П-оксирид	33,7	16,2	62,0	30,0	15,0	59,0
0,3%-ный Азохифен	48,8	25,1	41,0	36,6	17,1	53,0
Контроль (без химической обработки)	70,3	42,4	0	68,2	36,3	0

ВЫВОДЫ

Таким образом, церкоспорозы – группа болезней растений, вызываемых несовершенными грибами рода *Cercospora*. Церкоспоры вызывают у пораженных растений некрозы тканей, которые появляются в виде пятен на листьях или плодах. Церкоспоры часто развиваются на растениях, уже пораженных другими грибами.

Церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) болезнь, которая значительно распространена в гранатовых садах Азербайджана. В Азербайджане, например, пораженность листьев заболеванием в среднем по республике составляет 50-80%.

В результате экспериментальных полевых и лабораторных исследований проведенных в 2018-2020 гг. установлено, что вредоносность церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) в условиях западной части Азербайджана проявляется в поражении плодов и листьев, снижении ассимиляционной поверхности листьев, годичного прироста побегов и массы плодов, что отрицательно сказывается на урожае.

Опасность распространения церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) в Республике Азербайджан очевидна, поскольку почвенно-климатические и экологические факторы для развития патогенной микобиоты вполне благоприятны. На поражение гранатовых кустов церкоспорозом (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) одновременно воздействует множество факторов. Показатели, характеризующие заболевание, имеют высокую вариабельность и трудоемки в определении.

Выявлена тесная взаимосвязь между процентом пораженных листьев, плодов и снижением урожая. Как уже было отмечено, церкоспороз граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.), поражая листья и вызывая преждевременное опадение, приводит к понижению годичного прироста побегов в 1,2 раза и массы плодов в среднем на 15%.

Из проведенных нами опытов следует, что в настоящее время в условиях западной части Азербайджана церкоспорозом (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.) поражаются все сорта граната, в том числе и дикорастущий гранат во многих районах республики. Особенно большой вред болезнь причиняет сортам «Розовая Гюлоша» и «Крмызы Кабух».

Изучена биология возбудителя церкоспороза граната (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.). Было выявлено, что на различных органах граната образуются различные симптомы поражения. Особенно от болезни страдают листья и плоды кустов. Как показали исследования, в природных условиях имеется постоянный запас инфекции. Главным очагом в течение всего года являются пораженные листья и плоды, на которых грибок сохраняется в виде конидиального спороношения.

Определяющими условиями для развития гриба *Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf. и характера течения болезни в период вегетации являются, в первую очередь, гидротермические условия - влажность, осадки и температура. Появление первых видимых признаков болезни на листьях и плодах граната отмечается при переходе среднесуточной температуры воздуха с 19 до 25°C и относительной влажности воздуха свыше 70% (в конце мая до начала июля).

Современная система защиты растений от вредных организмов должна быть не только биологически эффективной, экологически безопасной, но и экономически обоснованной. Создание такой системы возможно только при тщательном фитосанитарном мониторинге комплекса вредных организмов, т.е. при постоянном контроле за развитием заболеваний и изменением видового состава и численности вредных организмов.

Разработаны и усовершенствованы химические методы борьбы с церкоспорозом (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.), наносящим серьезный вред гранатовым кустам в условиях западной части Азербайджана.

С этой целью, опрыскивание проводилось в 3 срока в двух вариантах.

В первом варианте первое опрыскивание проводилось через 3-4 недели после цветения до появления болезни на плодах. Второе опрыскивание, когда плоды достигали 1/3 или половины своей величины, а третье опрыскивание за 30 дней до сбора урожая.

Во втором варианте первое опрыскивание проводилось при появлении первых признаков болезни на плодах; второе опрыскивание с 30-дневным интервалом, третье за 30 дней до сбора урожая.

Проведенные нами опыты показали также, что наилучший эффект получается, когда первое опрыскивание проводится через 3-4 недели после цветения, до появления болезни на плодах.

Лечение вышеуказанными фунгицидами положительно влияет на церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. Et Wolf.), снижает его распространение и развитие. Хорошие результаты были получены при опрыскивании 0,4%-ным Сельфатом; при этом распространение болезни на листьях граната составило 29,9%; а на плодах соответственно 20,1%. Техническая эффективность 72,0-69,4% соответственно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. KAHRAMANOĞLU, İ., USANMAZ, S. (2005). Nar yetiştiriciliği [Pomegranate cultivation]. Kıbrıs, 50 s.
2. METİN, A., ŞAHİN, A., CANİHOŞ, E., ÖZTÜRK, N. (2012). Nar yetiştiriciliği [Pomegranate cultivation]. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı. Ankara, 28 s.
3. ŞAHİN, A. (2013). Nar yetiştiriciliği [Pomegranate cultivation]. Ziraat Yüksek Mühendisi, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, 5 s.
4. ГУЛИЕВ, Ф.А., ГУСЕЙНОВА, Л.А. (2020). Современные фунгициды для интегрированных систем защиты гранатовых кустов от комплекса фитопатогенов в западной части Азербайджана. [Modern fungicides for integrated systems of protection of pomegranate bushes from a complex of phytopathogens in the western part of Azerbaijan]. In: Știința agricolă, no. 2, pp. 50-58. ISSN 2587-3202.
5. ГУЛИЕВ, Ф.А., ГУСЕЙНОВА, Л.А. (2020). Основные болезни *Punica granatum* L. в условиях западной части Азербайджана. [The main diseases of *Punica granatum* L. in the conditions of the western part of Azerbaijan.]. In: Агроэкологічний журнал, 76-83 с.
6. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта [Field experiment technique.]. Москва: «Агропромиздат», 122 с.
7. ХОХРЯКОВ, М.К. (1976). Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. [Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi.]. Ленинград: «Колос», 72 с.
8. ЧУМАКОВ, А.Е., МИНКЕВИЧ, И.И., ВЛАСОВ, Ю.И., ГАВРИЛОВА, Е.А. (1974). Основные методы фитопатологических исследований. [Basic methods of phytopathological research.]. Москва: «Колос», 190 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГУЛИЕВ Фарман

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ленкоранский Региональный Научный Центр НАНА, Республика Азербайджан

E-mail: prof.fguliyev@mail.ru

ГУСЕЙНОВА Лала

докторант, Ленкоранский Региональный Научный Центр НАНА, Республика Азербайджан

E-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

Data prezentării articolului: 04.11.2021

Data acceptării articolului: 25.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5842177

УДК: 634.83:631.547/55:631.175

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИББЕРЕЛЛИНА НА СТОЛОВЫХ СОРТАХ ВИНОГРАДА

Андрей ШТИРБУ, Наталия СИВАК

Abstract. The aftereffect of the use of gibberellin (GA3) on the maturation of canes and the yield of table grape cultivars was studied. Based on the results of the laboratory-field experiment, the influence of the cultivar and the use of GA3 on the accumulation of soluble sugars and starch in shoots in the period after the end of the growing season was established. The effect of the mutual influence of the cultivar and the use of GA3 is manifested only for the total carbohydrate content in annual shoots. The use of GA3 does not have a negative effect on the cane's maturation processes of the cultivars "Flora", "Talisman" and "Kishmish luchistyi", increases the content of soluble sugars in the shoots by 0.6-1.6%, starch – by 0.5-0.8%, their sum – by 1.0-2.2%. The use of GA3 by the method of local spraying of inflorescences does not have a negative aftereffect on the indicators of plant yield after three years of use of the growth regulator.

Key words: Grapevines; Gibberellin; Shoot; Carbohydrates; Starch; Maturation; Crop yield.

Реферат. Изучено последствие применения гиббереллина (ГКЗ) на вызревание однолетних побегов кустов и урожайность столовых сортов винограда. По результатам лабораторно-полевого эксперимента установлено влияние сорта и приема использования ГКЗ на накопление растворимых сахаров и крахмала в побегах в период после окончания вегетации. Эффект взаимного влияния сорта и использования ГКЗ проявляется только для общего содержания углеводов в однолетних побегах. Показано, что использование ГКЗ не оказывает негативного влияния на процессы вызревания побегов сортов "Флора", "Талисман" и "Кишмиш лучистый", увеличивает содержание растворимых сахаров в побегах на 0.6-1.6%, крахмалов – на 0.5-0.8%, их суммы – на 1.0-2.2%. Применение ГКЗ методом локальной обработки соцветий ранцевым опрыскивателем не оказывает отрицательного воздействия на основные агробиологические показатели виноградных кустов после трех лет применения регулятора роста.

Ключевые слова: Виноград; Гиббереллин; Побег; Углеводы; Крахмал; Вызревание; Урожай.

ВВЕДЕНИЕ

Применение гиббереллина (ГК₃) на столовых сортах винограда с целью увеличения урожайности насаждений способствует изменению донорно-акцепторных отношений между системами органов растений (Vlasov, V. et al. 2020). Экзогенный ГК₃ способствует повышению в ягодах акцепторной функции в отношении ассимилирующих веществ, которые синтезируются в процессе фотосинтеза и тратятся на рост и развитие растений, а также откладываются в древесине на период покоя в форме крахмала. Резервные углеводы выполняют ключевую функцию устойчивости растений к условиям зимнего периода и дают старт их развитию весной.

На высокопродуктивных столовых сортах винограда применение ГК₃ может дать отрицательный результат в виде неравномерного развития грозди и низких вкусовых качеств винограда. Такой эффект объясняется дисбалансом между уровнем урожая и площадью листовой поверхности. Если площадь листьев более или менее постоянный показатель в шпалерно-рядовых насаждениях, то уровень урожая можно регулировать в широком диапазоне различными приемами. Применение ГК₃ увеличивает продуктивность кустов и в целом урожайность насаждений, но недостаточно исследовано влияние этого эффекта на вызревание лозы и накопление в побегах резервных углеводов.

Из практики хорошо известно, что в годы, когда кусты обильно плодоносят, побеги растут слабо и плохо вызревают. Как результат зимостойкость растений ниже, чем у кустов, побеги которых хорошо вызрели. Для сохранения силы роста куста и нормального развития в годовом цикле продуктивность растений должна соответствовать биологическому потенциалу растений. Известны случаи, когда сорта с большими гроздьями при длинной обрезке давали урожай только раз в два года. В год повышенной продуктивности растений медленно проходит закладка и дифференциация в почках соцветий под урожай в следующем году.

Исследования по влиянию уровня продуктивности растений на содержание углеводов и некоторые другие биохимические показатели виноградной лозы показали, что перегрузка растений урожаем существенно снижает содержание углеводов, в частности, сахарозы и крахмала в одно-

летних побегах. В случае, когда саморегулирование соцветий происходит слабо, то есть функция плодоношения оказывается устойчивой, увеличение продуктивности куста сверх оптимального уровня приводит к «трагическим» для растения результатам (гибели) (Амирджанов, Г. 1992).

Приведенный краткий обзор исследований по влиянию уровня продуктивности на состояние кустов показывает, что технологические приемы, увеличивающие урожайность, могут подавлять процессы нормального развития растений в годовом цикле. В связи с этим, в данной статье целью является исследование последствие использования ГК₃ на вызревание однолетних побегов и урожай столовых сортов винограда в зависимости от их биологических особенностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на растениях столовых сортов винограда Флора и Талисман с признаками партенокарпии, Кишмиш лучистый – стenosпермокарпии ягод, в период 2016 – 2019 гг. Столовые сорта возделываются на подвое Р х Р 101-14. В шпалерно-рядовых насаждениях площадь питания растений составляет 3 х 1,5 м, формирование кустов осуществляется по типу двустороннего горизонтального кордона при вертикальном ведении прироста. Виноградник находится на орошении. Агротехника общепринятая, согласно Технологическим картам выращивания винограда в Южной Степи Украины (Власов, В. и др. 2007).

Последствие ГК₃ изучали после его применения на столовых сортах винограда методом опрыскивания соцветий на 3 - 5 день после массового цветения в дозах 40 мг на 1 л воды для партенокарпических и 60 мг/л – стenosпермокарпических ягод. Контроль – растения без применения ГК₃. Использовали препарат FlorigibTablet (Флоргиб) с содержанием действующего вещества ГК₃ 20%. Страна производитель – США (Amerilabs Technologies Inc.), владелец регистрации – FINE Agrochemicals Ltd, Великобритания. Обработку соцветий производили ранцевым опрыскивателем в вечернее время в безветренную погоду. Показатель pH воды в рабочем растворе поддерживали на уровне 5,0.

Опыт заложен по методу «куст-участок» согласно методическим рекомендациям по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины (Иванченко, В. и др. 2004). Каждый вариант состоит из 3-х блок-повторностей по 5 учетных кустов, одинаковых по силе роста и элементам плодоношения. Размещение вариантов на опытном участке – рендомизированное, повторностей – систематическое.

Лабораторно-полевым опытом проверяется влияние сорта (Фактор А) и применения ГК₃ (Фактор В) на показатели вызревания лозы винограда посредством двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями.

Гипотезы для фактора А:

H₀: для сортов Флора, Талисман и Кишмиш лучистый отсутствует разница между средними показателями содержания углеводов в лозе;

H₁: отличия по содержанию углеводов в лозе между сортами Флора, Талисман и Кишмиш лучистый более выражены, чем отличия, обусловленные случайными причинами.

Гипотезы для фактора В:

H₀: для опытных сортов растения, обработанных ГК₃, не отличаются между средним результатом накопления углеводов в лозе;

H₁: различия по накоплению углеводов в лозе между растениями обработанными ГК₃ более выражены для опытных сортов, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Гипотезы для взаимовлияния:

H₀: фактор А (сорт) и фактор В (доза ГК₃) не проявляют эффекта взаимовлияния на показатели содержания углеводов в лозе;

H₁: сорт и доза ГК₃ оказывают эффект взаимного влияния на показатели содержания углеводов в лозе.

В годы применения ГК₃ на столовых сортах винограда (2016-2018 гг.) определяли содержание углеводов в лозе в осенний период при наступлении крахмального максимума, после перехода температуры воздуха через -5 °С. С заранее заготовленных лоз опытных растений отбирали среднюю пробу сырого материала (100 г) с зоны 4-6 междоузлия, которую фиксировали при температуре 105 °С в течение 15 минут, с последующим снижением температуры до 60 °С и высу-

шиванием до постоянной массы. В образцах подготовленного материала определяли содержание сахаров и крахмала (мг, %).

На следующий год после применения ГК₃ на столовых сортах винограда (2019 г.) определяли показатели урожая и качества винограда на растениях, которые обрабатывались препаратом в течение 2016-2018 гг. Для сравнения использовали контрольные растения без применения ГК₃. Определяли количество собранных гроздей с куста (шт.); среднюю массу грозди (г); массу урожая из куста (кг); содержание в соке ягод сахаров (г/дм³) и титруемых кислот в пересчете на винную кислоту (г/дм³), согласно ДСТУ 2366:2009 (Авідзба, А. и др. 2010).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенные нами анализы показали, что повышение продуктивности кустов после обработки соцветий раствором ГК₃ не оказало негативного влияния на содержание углеводов в однолетних побегах опытных сортов винограда.

Образцы проанализированных побегов в среднем за три года исследований характеризовались высоким уровнем содержания растворимых сахаров с существенной разницей между вариантами опыта. На сорте Талисман их концентрация была на уровне 4,7-5,3%, на сорте Флора – 6,1-6,7%, на сорте Кишмиш лучистый – 5,1-7,3%. Минимальными значениями характеризовались побеги контрольных растений, максимальными – опытной группы.

Дисперсионный анализ данных показывает, что как между опытными сортами, так и при применении ГК₃ различия более выражены по содержанию растворимых сахаров в однолетних побегах, чем различия, обусловленные случайными причинами (табл. 1).

Таблица 1. Влияние сорта и применения гиббереллина (ГК₃) на содержание углеводов в однолетних побегах винограда, % в пересчете на абсолютно сухую массу. В среднем за 2016-2018 гг.

Вариант опыта		Содержание углеводов, % абс. сух. массы		
сорт	доза ГК ₃ , мг/л	растворимых сахаров	крахмала	сумма сахаров и крахмала
Флора	0	6,1	6,7	12,8
	40	6,7	7,2	13,8
Талисман	0	4,7	8,2	12,9
	40	5,3	9,0	14,3
Кишмиш лучистый	0	5,1	6,7	11,8
	60	6,7	7,2	14,0
Р-значение:				
Сорт (С)		<0,01	<0,01	<0,01
Доза ГК ₃ (ГК ₃)		<0,01	<0,01	<0,01
Взаимодействие С x ГК ₃		<0,01	0,21	<0,01

Содержание крахмала было максимальным в побегах сорта Талисман на уровне 8,2% для группы контрольных растений и 9,0% для – опытных растений. На двух других сортах накопление крахмала было меньшим, равнялось 6,7% и 7,2% соответственно. Показано, что по данному показателю достоверная разница установлена между сортами (фактор А) и применением ГК₃ (фактор В). Однако, фактор А и В не проявляют эффекта взаимовлияния по содержанию крахмала в однолетних побегах.

В лозах сорта Флора сумма углеводов была больше на варианте с применением ГК₃ (13,8%), чем в контрольном (12,8%). Аналогичные результаты отмечаются на сортах Талисман (14,3% и 12,9%) и Кишмиш лучистый (14,0% и 11,8%). Различия между средними показателями содержания суммы растворимых сахаров и крахмала в однолетних побегах существенны как для исследуемых факторов А и В, так и для их взаимодействия.

Следует отметить, что в осенний период, после фазы листопада, но до начала устойчивого понижения температуры, хорошее вызревание однолетних побегов винограда считается при содержании в них растворимых сахаров от 2% до 6%, крахмала 8-10% (Cernomoret, M. et all. 2000; Субботович, А. и др. 1989). Такое соотношение сахара к крахмалу характерно для растений в стадии глубокого покоя растений. В течение зимнего периода чем интенсивнее идет переход от

сложных (крахмала) к простым (сахару) углеводам, тем выше концентрация клеточного сока и зимостойкость растений, особенно в периоды заморозков, морозов.

В то же время, суммарное содержание углеводов не менее чем 12 и более процентов характеризует лозу как удовлетворительно вызревшую, согласно ДСТУ 4390:2005 (Авидзба, А. и др. 2005).

Таким образом, повышение продуктивности кустов опытных столовых сортов винограда после применения экзогенного ГК₃ не влияет на вызревание и накопление углеводов в лозе. Синтетический ГК₃ повышает как акцепторную функцию ягод (притягивает ассимилятивные соединения), так и увеличивает донорскую активность листьев (интенсифицирует процесс фотосинтеза).

По-видимому, на содержание углеводов в однолетних побегах сильное влияние оказывает продолжительность периода от сбора урожая до окончания фазы листопада. Так, опытные столовые сорта по сроку созревания относятся к группе ранних и ранне-средних. После сбора урожая, листья продолжают синтезировать ассимилятивные соединения, которые аккумулируются в древесине.

Вопрос о влиянии ГК₃ на развитие виноградного растения в последующие годы после применения на сегодняшний день является довольно актуальным. По наблюдению разных авторов нет однозначного мнения о влиянии ГК₃ на виноград. Некоторые ученые во второй год после обработки наблюдали уменьшение длины побегов, а полное восстановление силы роста растений наблюдалось только на третий год (Смирнов, К. 1989). По данным других авторов (Мананков, М. и др. 1999; Дерендовская, А. и др. 2010), наоборот отмечается положительное влияние как в первый год после обработки растений ГК₃, так и в последующие годы.

По результатам наших исследований было установлено, что отрицательное влияние на урожай винограда на следующий год после трехлетнего применения ГК₃ методом локальной обработки соцветий опытных столовых сортов винограда не наблюдается. В таблице 2 показано, что показатели средней массы грозди, массы 100 ягод, массы урожая с куста, массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод сортов Флора, Талисман и Кишмиш лучистый изменяются незначительно от 1% до 4% между группами контрольных и опытных растений.

Таблица 2. Последствие на следующий год после трехлетнего применения гиббереллина (ГК₃) на показатели урожая и качества винограда столовых сортов. Данные за 2019 г.

Показатель	Единица измерения	Вариант опыта по столовым сортам:					
		Флора		Талисман		Кишмиш лучистый	
		К	О	К	О	К	О
Средняя масса грозди	г	544,6	550,2	720,4	744,2	664,1	672,0
Средняя масса 100 ягод	г	250,0	260,0	480,1	494,1	340,4	350,0
Масса урожая с куста	кг	3,35	4,76	4,76	4,95	4,31	4,37
Массовая концентрация в соке ягод сахаров	г/дм ³	154	152	169	171	170	171
- титруемых кислот в пересчете на винную кислоту	г/дм ³	7,5	7,2	8,0	7,9	5,0	4,9

Примечание: К – контрольные растения; О – опытные растения, на которых применяли ГК₃ в период 2016-2018 гг.

Таким образом, действие ГК₃ на растения столовых сортов винограда с ранним (Флора), ранне-средним (Талисман, Кишмиш лучистый) сроком созревания ягод при локальном применении (обработке только соцветий) является кратковременным и не вызывает отрицательного последствия на урожай в последующие годы.

ВЫВОДЫ

Установлено достоверное влияние сорта и применения ГК₃ на накопление растворимых сахаров, крахмала и их суммы в однолетних побегах в период после завершения вегетационного, но до наступления зимнего периода;

Эффект взаимовлияния сорта и применения ГК₃ проявляется только для показателей содержания растворимых сахаров, и суммы их с крахмалом в однолетних побегах;

На опытных сортах агроприем применения ГК₃ не оказывает негативного влияния на процессы вызревания лозы, зато увеличивает содержание растворимых сахаров в однолетних побегах на 0,6-1,6%, крахмала – на 0,5-0,8%, их сумму на 1,0-2,2% в пересчете на абсолютно сухую массу;

Применение ГК₃ методом локальной обработки соцветий сортов Флора, Талисман, Кишмиш лучистый не оказывает отрицательного последствие на показатели урожая растений после трехлетнего использования регулятора роста.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. CERNOMORET, M., GUZUN, N., CUHARSCHI, M. et al. (2000) Protectia viilor Moldovei împotriva temperaturilor joase. Chișinău: Grupul editorial Litera, 2000. 103 p.
2. VLASOV, V., SHIRBU, A., DERENDOVSKAIA, A. et al. (2020). Effect of Gibberellic Acid on the Yield of Partenocarpic and Stenospermocarpic Grape Cultivars. In: Bahce Journal of Ataturk central horticultural research institute, vol. 49, special ed. 1, pp.1–6.
3. АВІДЗБА, А., ВОЛИНХІН В., ДЕРНОВА О. и др. (2010). Виноград свіжий технічний. Технічні умови. ДСТУ 2366:2009. Видання офіційне. Київ: Держспоживстандарт України, 13 с.
4. АВІДЗБА, А., ВЛАСОВ, В., ПЕЛЕСХА, О. и др. (2005). Саджанці винограду та чубуки виноградної лози. Технічні умови. ДСТУ 4390:2005. Видання офіційне. Київ: Держспоживстандарт України, 14 с.
5. АМИРДЖАНОВ, А.Г. (1992). Методы оценки продуктивности виноградников с основами программирования урожая. Кишинев: ИПП «Штиинца», 175 с.
6. ВЛАСОВ, В.В., ред. (2007). Технологічні карти вирощування винограду в Південному Степу України. Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 82 с.
7. ДЕРЕНДОВСКАЯ, А., НИКОЛАЕСКУ, Г., ШТИРБУ, А. и др. (2010). Реакция столовых сортов винограда на обработку соцветий гиббереллином. В: Аграрная наука, № 2, с. 12-16.
8. ИВАНЧЕНКО, В. И., БЕЙБУЛАТОВ, М. Р., АНТИПОВ, В. П. и др. (2004). Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины. Ялта: ИВиВ «Магарач», 264 с.
9. МАНАНКОВ, М. К., ЧМЕЛЕВА, С. И., МАНАНКОВА, О. П. (1999). О последствии гиббереллина на виноградное растение. В: Труды ИВиВ «Магарач», т. 1, с. 34-36.
10. СМЕРНОВ, К.В., ред. (1998). Виноградарство. Москва: МСХА, 511 с.
11. СУББОТОВИЧ, А.С., ШАНДРУ, И.А. (1989). Агроуказания по виноградарству. Кишинев: Картя молдовеняскэ, 524 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ШТИРБУ Андрей Васильевич  <https://orcid.org/0000-0003-4072-5826>

кандидат биологических наук, заведующий отделом виноградарства, Национальный научный центр «Институт виноградарства и виноделия имени В.Е. Таирова», Украина

E-mail: stirbu.a@gmail.com

СИВАК Наталия Александровна  <https://orcid.org/0000-0003-4626-7467>

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агрохимии отдела виноградарства, Национальный научный центр «Институт виноградарства и виноделия имени В.Е. Таирова», Украина

E-mail: n.sivak@gmail.com

Data prezentării articolului: 10.11.2021

Data acceptării articolului: 24.11.2021

DOI:10.5281/zenodo6032842

CZU: 636.2.082.231

PERFORMANȚELE DE REPRODUCȚIE ÎN RAPORT CU INTENSITATEA DE FOLOSIRE A POTENȚIALULUI PRODUCTIV AL VACILOR DE RASA HOLSTEIN DE DIVERSĂ ORIGINE

Vera GRANACI, Valentin FOCȘA, Alexandra CONSTANDOGLO

Abstract. The main reproduction indices and their repercussions on the milk productivity performance of Holstein cows of Dutch, German and French origin, exploited in the Republic of Moldova, were studied. The most relevant results were found in cows originating in the Netherlands, surpassing those of French origin with some statistically authentic differences, cows of German origin occupying an intermediate position. The excessive increase of service-period contributes to the increase of milk yield per lactation, and the average amount of milk per day decreases by about 8,1-19,2%, decreasing the intensity of cow use. In order to optimize the intensity of use of Holstein cows of Dutch origin, in the conditions of the Republic of Moldova it seems reasonable that those with milk productivity 8 000-11 000 kg per normal lactation to be fertilized in the first 3 months after calving, those with higher productivity of 11 000 kg should be fertilized at the latest 120 days after calving.

Key words: Cows; Holstein breed; Reproductive capacity; Correlation; Milk productivity; Service-period.

Rezumat. Au fost studiați principalii indici de reproducție și influența acestora asupra performanțelor productivității de lapte la vacile de rasa Holstein de origine olandeză, germană și franceză, exploatate în condițiile Republicii Moldova. Cele mai relevante rezultate s-au conturat la vacile originare din Olanda, care le depășesc pe cele de origine franceză cu unele diferențe statistic autentice, în timp ce vacile de origine germană ocupă o poziție intermediară. Creșterea perioadei de serviciu contribuie la creșterea randamentului de lapte per lactație, iar cantitatea de lapte medie per zi scade cu 8,1-19,2%, diminuând intensitatea de folosire a potențialului vacilor. Pentru a optimiza intensitatea de utilizare, în condițiile Republicii Moldova, a potențialului vacilor de rasa Holstein de origine olandeză considerăm rațional ca cele cu productivitatea de 8000-11000 kg lapte per lactație normală să fie însămânțate fecund în primele 3 luni după fătare, iar cele cu productivitatea mai mare de 11000 kg – cel târziu la 120 de zile după fătare.

Cuvinte-cheie: Vacii; Rasa Holstein; Capacitate reproductivă; Corelație; Productivitate de lapte; Perioadă de serviciu.

INTRODUCERE

Activitatea de reproducție în lucrările de selecție și ameliorare este importantă pentru, cel puțin, următoarele aspecte: ameliorarea, ca atare, este condiționată de succesiunea ritmică a generațiilor, deci de reproducția generațiilor, iar selecția, ca factor de bază al ameliorării, nu este o simplă alegere a celor mai valoroase animale dintr-o generație, ci o realizare a unei generații noi de indivizi adulți din aceste animale valoroase, ceea ce înseamnă reproducție. În plus, activitatea secretorie a glandei mamare este coordonată de dominantă fiziologică de procreare și hrănire a descendenților. În cazul în care animalul, din anumite motive, este lipsit de capacitatea de a procrea, funcția secretorie a glandei mamare este stopată. Nivelul ridicat al productivității de lapte determină restructurarea funcționalității întregului organism, schimbând corelațiile dintre diferite organe (Стрекозов, Н. и др. 2017).

În primul rând, productivitatea de lapte impune cerințe sporite asupra sistemului reproductiv, deoarece reproducerea și alăptarea la mamifere sunt etape succesive ale unuia și aceluiași proces biologic de menținere a speciei, rasei etc. (Gabor, V. 2008; Сударев, Н. и др. 2012; Фаринюк, Ю., Абылкасымов, Д. (2016); Улимбашев, М., Хуранов, А. 2017; Еремина, М., Ездакова, И. 2021). Д. Абылкасымов și colaboratorii săi (2014) menționează că realizarea potențialului genetic maxim al producției de lapte poate avea loc numai în cazul în care funcția de reproducere a vacilor și longevitatea productivă sunt la nivel înalt.

Cu toate că literatura de specialitate deține un registru bogat de date cu privire la studiul relațiilor dintre performanțele productivității de lapte la vaci și indicii de reproducție (Мороз, М. и др. 2009; Шабалина, Е., 2014; Перфилов, А. и др. 2015; Кузнецов, В., Ревина, Г. 2017), o opinie unică cu privire la acest subiect totuși nu există, acesta rămânând în continuare în vizorul cercetătorilor și specialiștilor de profil.

Pornind de la faptul că circa 70% din efectivul taurinelor pentru producția de lapte se constituie din animale de import, în special de rasa Holstein de origine diversă (germană, olandeză, franceză), și având în vedere condițiile pedoclimatice ale Republicii Moldova, care sunt diferite de la o zonă la alta,

în vederea elaborării strategiei lucrărilor de selecție și ameliorare cu aceste contingente, ne-am propus investigarea indicatorilor ce caracterizează funcționalitatea aparatului de reproducție în corelație cu nivelul productivității de lapte.

Obiectivul de referință s-a axat pe studiul principalilor indici de reproducție și al influenței acestora asupra nivelului productivității de lapte și intensității de folosire a potențialului genetic al vacilor de rasa Holstein de diversă origine exploatate în condițiile Republicii Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat în cadrul proiectului 20.800009.5107.20 „Managementul potențialului genetic și al producțiilor animalelor de rasă reproduse și exploatate în condițiile pedoclimatice ale Republicii Moldova”.

Drept obiect de studiu au servit populațiile de vaci de rasa Holstein de origine:

- olandeză (HL „O”), exploatată în cadrul activității de producție a SRL „Doksancom” (s. Tomai, r. Ciadâr-Lunga);
- olandeză (HL „O”) și germană (HL „G”), din S.A. „Aidân” (r. Comrat);
- franceză (HL-Prim „F”), din exploatarea zootehnică SRL „Total-Gnatiuc” (r. Glodeni).

Pentru realizarea scopului s-au trasat următoarele obiective operaționale:

- evaluarea principalilor indici de reproducție: repausul mamar (RM), perioada de serviciu (SP), intervalul dintre fătări, (CI), durata lactației (DL) și capacitatea reproductivă (CCR) la populațiile de vaci de rasa Holstein de diversă origine exploatate în condițiile Republicii Moldova, precum și evaluarea corelațiilor dintre principalii indici ai productivității de lapte și SP;

- studiul relației intervalului dintre fătări (CI) și duratei lactației (DL) cu durata perioadei de serviciu (SP) în corelație cu nivelul productivității de lapte la efectivul de femele de rasa Holstein de origine olandeză exploatate în zona de Sud a republicii;

- relația dintre durata SP și intensitatea de folosire a efectivului de femele de rasa Holstein de origine olandeză.

Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat computerizat în baza programelor Microsoft Office Excel. S-a urmărit obținerea estimatorilor de poziție și de variație: media aritmetică – $\bar{x}$; deviația standard a mediei – S_x ; coeficientul de variație – C_v ; coeficientul de corelație – r .

Coeficientul de utilizare a capacității reproductive a efectivului de femele a fost calculat după Эйснер Ф. и др. (1978).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Repausul mamar este unul dintre momentele principale în tehnologia de exploatare a taurinelor de lapte. Anume în această perioadă are loc fondarea bunăstării de sănătate a mamei și a produsului de concepție, derulării favorabile a parturii, declanșării lactației succesive etc.

Teoria și practica relevă că repausul mamar mai mic de 30 de zile aduce pierderi de circa 20% de lapte per lactație. Când durata acestuia constituie 30–40 de zile, pierderile se limitează la 10% în lactația ce urmează (Сударев, Н. и др. 2015). În continuare prezentăm rezultatele studiului privind repausul mamar la vacile de rasa Holstein de origine diferită (Fig. 1).

Analiza datelor obținute atestă creșterea repausului mamar comparativ cu durata optimală la populațiile de vaci incluse în studiu, indiferent de origine. Astfel, la populația de vaci de rasa Holstein-Prim, de origine franceză, valoarea indicelui examinat depășește durata optimală cu 5,6 zile (9,3%), la vacile Holstein originare din Germania diferența este mai mare cu 8,3 zile (12,8%). Cel mai mare decalaj s-a stabilit la populația de vaci de rasa Holstein originară din Olanda, valoarea fiziologică optimă fiind depășită cu 9,2 zile (15,3%).

Reproducerea vacilor include două perioade: gestația și perioada de la fătare până la însămnțarea fecundă, definită perioadă de serviciu (SP). Întrucât durata gestației la vaci este o valoare relativ constantă egală, în medie de 285 ± 3 zile (Lupan, V. et al. 1997), numărul de viței obținuți de la vaci per an și întreaga perioadă de exploatare depind de durata perioadei de serviciu. Această perioadă influențează în primul rând producția de lapte a vacilor, ca factor care determină durata lactației și perioada de instalare

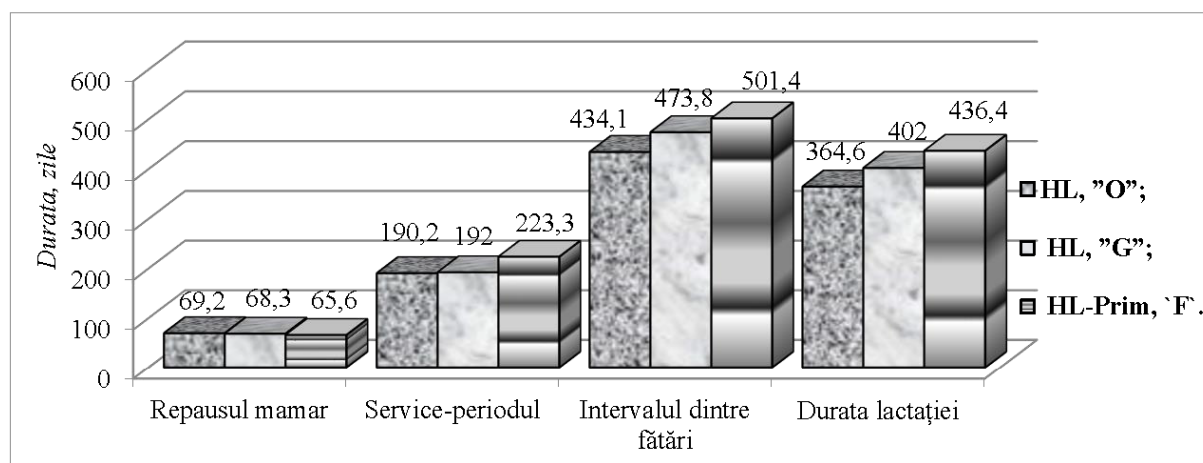


Figura 1. Caracteristica indicilor de reproducție la populațiile de vaci de rasa Holstein de origine diversă

a gestației. Odată cu majorarea duratei perioadei de serviciu scade corespunzător rata natalității, motiv pentru care se recomandă ca vacile să fie însămânțate fecund în primele 2–3 luni după fătare, aceasta fiind condiția principală pentru accelerarea ritmului reproducției efectivului în gospodărie și pentru sporirea eficienței economice a ramurii (Державина, Г. и др. 2006).

Datele obținute (Fig. 1) demonstrează că valori superioare ale perioadei de serviciu se atestă atât în raport cu durata maximă admisă, cât și în raport cu originea populațiilor de vaci. Cel mai bun rezultat s-a stabilit la originarele din Olanda. La populația de vaci Holstein de origine germană durata SP este în creștere în raport cu vacile de origine olandeză, cu o diferență neautentică de 7,1 zile (3,8%). Vacile Holstein-Prim le depășesc cu o diferență neautentică de 32,9 zile (17,4%) pe cele de origine olandeză și cu 5,8 zile (13,1%) pe cele de origine germană.

Pornind de la faptul că limitele admise pentru durata perioadei de serviciu sunt în funcție de nivelul producției de lapte la vaci (Перфилов, А. и др. 2015) și se consideră a fi de 45 de zile pentru cele cu producții mici de lapte, de 60 de zile pentru cele cu producții medii de lapte, de 80 de zile pentru cele cu producții mari și de cel mult 120 de zile pentru vacile cu producții record de lapte, rezultatele înregistrate în cazul studiului nostru arată că durata perioadei de serviciu depășește de circa 1,9 ori valoarea maximă admisă pentru vacile cu producții foarte mari de lapte. Astfel, este evident că vacile sunt însămânțate cu multă întârziere după fătare.

În cercetările sale privind vacile de lapte, Н. Сударев et al. (2012) afirmă că cele mai bune rezultate ale utilizării potențialului productiv se obțin când durata lactației este cuprinsă între 270 și 305 zile. La însămânțarea întârziată a vacilor după fătare, după cum rezultă din situația investigată de noi, are loc majorarea duratei lactației. Indiferent de origine, durata lactației depășește cu mult limitele menționate. În pofida faptului că și la populația de vaci de rasa Holstein de origine olandeză durata lactației este mai mare cu 65 de zile (21,5%) comparativ cu durata fiziologică optimală (305 zile), acesta s-a dovedit a fi cel mai bun rezultat comparativ cu celelalte două populații. La vacile Holstein-Prim, de origine franceză, se atestă durata cea mai mare a lactației, depășind cu 131,4 zile (43,1%) limita optimă admisă și cu 66,4 zile (17,9%) ($t_d=2,7$; $P<0,01$) durata respectivă la originarele din Olanda. Față de populația de origine germană diferența la acest capitol constituie 35 de zile (8,7%) în favoarea celor din urmă. Conform rezultatelor stabilite la populația de vaci Holstein de origine germană, durata lactației este mai mare cu 96,4 zile (31,6%) comparativ cu limita maximă admisă, în același timp depășește, în această privință, cu o diferență autentică, populația Holstein de origine olandeză cu 31,4 zile (8,5%) ($t_d=3,8$; $P<0,001$).

Analiza rezultatelor cu privire la valoarea intervalului dintre fătări (Fig. 1) demonstrează că, indiferent de originea animalelor, aceasta depășește semnificativ valoarea maximă admisă de 365 zile, dar diferențiat, formând următorul șir: Holstein olandez (+75,7 zile) < Holstein german (+99,9 zile) < Holstein-Prim, francez (+136,4 zile). Așadar, la vacile de origine olandeză durata intervalului dintre fătări depășește cu 20,6% valoarea maximă admisă, fiind cu 24,9 zile mai mică (5,7%) comparativ cu rezulta-

tul stabilit la populația de vaci de origine germană și cu 60,7 zile (13,8%) ($t_d=2,2$; $P<0,05$) față de vacile de origine franceză. La efectivul originar din Germania durata intervalului dintre fătări este mai mare cu 27,4% comparativ cu valoarea fiziologică optimă. Cele mai proaste rezultate s-au înregistrat la populația de vaci Holstein-Prim, de origine franceză, la care diferența este mai mare cu 136,4 zile (37,4%) față de valoarea optimă și cu 36,5 zile (8,3%) față de vacile Holstein de origine germană.

Mai jos prezentăm dinamica coeficientului de utilizare a capacității reproductive a vacilor, înregistrat la populațiile de vaci incluse în studiu (Fig. 2).

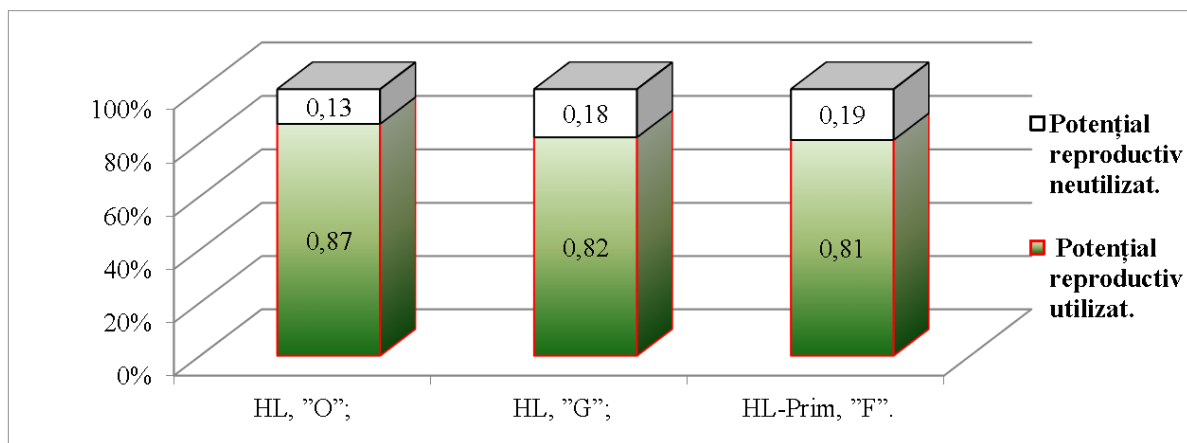
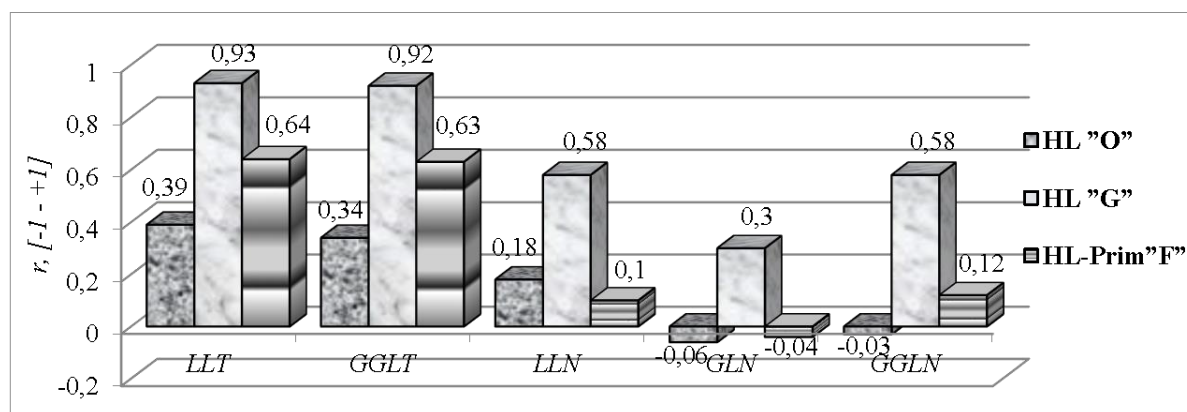


Figura 2. Coeficientul de utilizare a capacității reproductive la populațiile de vaci de rasa Holstein de origine diferită

Cele mai relevante rezultate cu privire la coeficientul de utilizare a capacității reproductive a vacilor s-au înregistrat la originarele din Olanda, care le-au depășit pe cele germane cu o diferență autentică ($t_d=3,6$; $P<0,05$) și pe cele de origine franceză cu o diferență neautentică.

Având în vedere cele relatate putem concluziona că funcționalitatea aparatului reproductiv este influențată atât de genotip, cât și de factorii externi. Se cunoaște că manifestarea fenotipului reprezintă interacțiunea dintre genotip și ambient, exteriorizată prin productivitatea de lapte, dar numai în baza acestor date suntem departe de a determina care este cota de influență a genotipului și în ce măsură participă factorii externi (tehnologici și ambientali) asupra capacității de adaptare a animalelor de import la condițiile pedoclimatice ale Republicii Moldova.

Cunoașterea gradului și direcției legăturilor dintre indicii de reproducție și performanțele productivității de lapte la populațiile de vaci luate în studiu prezintă interes în vederea selectării indivizilor ce au ambele caractere cu valori înalte. În continuare prezentăm rezultatele corelațiilor dintre durata SP și principalii indici ai productivității de lapte la vacile de rasa Holstein de origine diversă (Fig. 3).



Notă. LLT – lapte per lactație totală; GGLT – grăsimea globală per lactație totală; LLN – lapte per lactație normală; GLN – grăsimea medie per lactație normală; GGLN – grăsimea globală pe lactația normală

Figura 3. Direcția și amploarea corelației dintre perioada de serviciu și principalii indici ai productivității de lapte la populațiile de vaci de rasa Holstein de origine diversă

La populația de vaci de origine germană se observă o corelație puternică între perioada de serviciu, cantitatea de lapte și grăsimea globală per lactație totală. Și la vacile Holstein-Prim de origine franceză se atestă această corelație pozitivă puternică, pe când la vacile de origine olandeză coeficientul de corelație se încadrează în diapazonul valorilor rezonabile.

Privitor la relația dintre perioada de serviciu și indicii productivității de lapte per lactație normală au fost stabilite legături pozitive rezonabile referitoare la cantitatea de lapte și grăsimea globală și o corelație slabă în raport cu procentul de grăsime la vacile Holstein de origine olandeză. La celelalte două populații au fost evidențiate, preponderent, corelații negative foarte slabe.

Pentru dezvăluirea mai profundă a particularităților relației dintre durata perioadei de serviciu și productivitatea de lapte am experimentat cu un efectiv de 287 de vaci din rasa Holstein de origine olandeză, exploatate în condiții tehnologice identice în cadrul SRL „Doksancom” și repartizate în șase clase conform nivelului productivității de lapte. Analiza influenței duratei perioadei de serviciu asupra abilităților reproductive ale efectivului de femele în raport cu nivelul productivității de lapte se prezintă în tabelul 1.

Tabelul 1. Relația perioadei de serviciu cu unii indici de reproducție în funcție de nivelul productivității de lapte a vacilor din rasa Holstein de origine olandeză

Lapte (305zile), kg	Vaci, cap/%	Perioada de serviciu, zile	Intervalul dintre fătări, zile	Durata lactației, zile
$\pm S_x$		$\pm S_x$	$\pm S_x$	$\pm S_x$
7617,3 $\pm$ 38,14	44/15,3	156,8 $\pm$ 12,19**	441,6 $\pm$ 13,21**	363,4 $\pm$ 10,13**
8463,6 $\pm$ 23,32	79/27,5	169,4 $\pm$ 10,55*	456,8 $\pm$ 9,15*	390,5 $\pm$ 11,72
9478,1 $\pm$ 33,34	59/20,6	174,6 $\pm$ 9,69*	459,4 $\pm$ 9,42	397,2 $\pm$ 11,91
10465,2 $\pm$ 51,28	47/16,4	183,3 $\pm$ 11,91	467,3 $\pm$ 12,07	407,5 $\pm$ 9,91
11483,6 $\pm$ 76,33	36/12,5	192,4 $\pm$ 13,03	475,5 $\pm$ 15,41	408,5 $\pm$ 14,31
13159,7 $\pm$ 341,09	22/7,7	219,6 $\pm$ 19,98	501,3 $\pm$ 18,73	432,8 $\pm$ 18,26

Notă. *P<0,05; **P<0,01.

Durata SP este în ascensiune pe fondul majorării productivității de lapte. Astfel, 15,3% din efectiv, cu un randament de lapte în limitele a 7000–8000 kg lapte per lactație, durata perioadei de serviciu a constituit 156,8 zile. La extremitatea opusă s-au plasat 7,7% din efectiv, cu randamentul de cel puțin 12001 kg lapte, depășind cu o diferență statistic autentică de 40,1% ($t_d=2,7$; $P<0,01$) valoarea SP înregistrată la vacile din prima variantă, cu 29,6% ($t_d=2,2$; $P<0,05$) pe cea înregistrată la vacile din varianta a doua și cu 25,8% ($t_d=2,03$; $P<0,05$) pe cea constatată la vacile din varianta a treia. În continuare se menține aceeași tendință de creștere a SP în funcție de productivitatea de lapte, diferențele fiind statistic neautentice. În privința duratei intervalului dintre fătări s-au stabilit diferențe statistic autentice de 13,5% ($t_d=2,6$; $P<0,01$) și de 9,7% ($t_d=2,1$; $P<0,05$) între vacile cu durată maximă a SP și cele din prima și a doua variantă, respectiv. Vectorul duratei lactației este în creștere, concomitent cu majorarea duratei SP, diferențele fiind statistic neautentice, cu excepția vacilor din prima variantă, la care durata lactației este mai mică cu o diferență statistic autentică de 19,1% ($t_d=3,3$; $P<0,01$) comparativ cu vacile din ultima variantă de productivitate, care au cel mai mare SP. Cercetătorii Ю.Т. Фаринюк, Д. А. Абылкасымов (2016) menționează că, deși creșterea duratei lactației se asociază cu obținerea unei cantități mai mari de lapte, calculată per ziua lactație, de la aceste vaci se obține o cantitate de lapte mai mică comparativ cu vacile ce au durata normală a lactației. Durata prea mare a lactației aduce cu sine 15% pierderi de lapte.

Analiza rezultatelor obținute cu privire la relația dintre durata SP și producția medie zilnică de lapte per lactație (Tab. 2) demonstrează că, în toate subclasele, concomitent cu majorarea primei variabile, a doua este în descreștere. La vacile cu un randament de lapte în limita a 7000–8000 kg, concomitent cu majorarea duratei SP de la mai puțin de 100 de zile la 121–160 zile, randamentul mediu zilnic de lapte a scăzut cu 8,2%. La vacile cu productivitatea de lapte în limita a 8001–9000 kg, în același diapazon al SP, randamentul mediu zilnic de lapte a scăzut cu 7,3%.

Tabelul 2. Intensitatea de folosire a vacilor corespunzător duratei perioadei de serviciu

Clasele productivitatea lapte, (kg)	Unitate măsură	Durata perioadei de serviciu, zile					
		≤ 100	101 – 120	121 – 160	161 – 180	181 – 200	≥ 201
7000 - 8000	kg/diurn	24,3±0,64	23,4±0,39	22,3±0,96	-	-	-
	%	100	96,3	91,8	-	-	-
8001 - 9000	kg/diurn	27,7±0,86	26,5±1,02	25,6±1,13	24,5±0,92	23,6±1,05	22,9±1,27
	%	100	95,7	92,7	88,4,0	85,2	82,6
9001 - 10000	kg/diurn	31,2±0,85	30,4±0,67	29,6±1,09	29,4±0,56	28,3±0,79	27,3±0,1,17
	%	100	97,4	94,9	94,2	90,7	87,5
10001 - 11000	kg/diurn	34,4±0,41	32,8±0,55	31,6±0,44	30,0±0,74	29,1±0,85	27,8±1,35
	%	100	95,3	91,7	92,6	87,2	80,8
11001-12000	kg/diurn	-	37,3±1,08	36,2±0,88	33,8±0,42	33,0±0,97	31,4±1,14
	%	-	100	97,1	90,6	88,5	84,2
≥ 12001	kg/diurn	-	-	41,2±	39,6±0,61	39,4±0,68	34,9± 2,64
	%	-	-	100	96,1	95,6	84,7

Odată cu majorarea în continuare a perioadei de serviciu la peste 200 de zile, mulsul mediu zilnic scade cu 17,4%, comparativ cu durata SP de până la 100 de zile. În următoarea clasă (9001–10000 kg), la durata SP de cel puțin 200 de zile mulsul mediu zilnic a scăzut cu 12,5% comparativ cu situația în care SP este de până la 100 de zile. La vacile cu nivelul productivității de lapte 10001–11000 kg lapte, randamentul zilnic de lapte la durata maximă a SP a scăzut cu 19,2%. În clasele următoare de productivitate (11001–12000 kg) se atestă o diminuare a mulsului mediu zilnic cu 15,8% și cu 15,3% în ultima clasă de productivitate (≥ 12001), comparativ cu indicii stabiliți în aceste variante când durata SP a fost în limita a 101–120 și 121–160 zile. Această analiză, în mod convingător, demonstrează că, în condiții similare de întreținere, alimentație și exploatare a vacilor, durata SP afectează diferit producția de lapte la vaci. Dacă producția zilnică medie de lapte a vacilor per lactație în condițiile unei perioade de serviciu de până la 100 de zile este considerată 100%, la majorarea acesteia până la cel puțin 201 zile producția medie zilnică de lapte a scăzut cu până la de 19,2%. Datele obținute de noi sunt în concordanță cu cele existente în literatura de specialitate (Абылкасымов, Д. и др., 2014). Pierderile de lapte cauzate de majorarea indicelui SP datorită însămânțării fecunde tardive la vaci prejudiciază semnificativ ferma deoarece costurile de întreținere și nutriție a vacilor cu un nivel redus de reproducție sunt aceleași ca și pentru vacile cu indici optimi de reproducție.

CONCLUZII

Principalii indici care exprimă funcționalitatea aparatului reproductiv (perioada de serviciu, intervalul dintre fătări, durata lactației, coeficientul capacității reproductive) la populațiile de vaci de rasa Holstein, indiferent de originea animalelor, de condițiile pedoclimatice, condițiile de întreținere și exploatare, au valori net superioare valorilor fiziologice admise chiar și pentru vacile cu producții foarte mari de lapte. Cele mai relevante rezultate s-au conturat la vacile originare din Olanda, depășindu-le pe cele de origine franceză cu unele diferențe statistic autentice. După rezultatele înregistrate, vacile de origine germană ocupă o poziție intermediară.

Productivitatea de lapte și grăsimea globală, per lactație totală, corelează pozitiv cu perioada de serviciu cu o amploare de la slab la foarte puternic; per lactație normală, au fost stabilite corelații pozitive rezonabile în ceea ce privește cantitatea de lapte și grăsimea globală și o corelație mai slabă în ceea ce privește procentul de grăsime la vacile Holstein de origine olandeză. La celelalte două populații (de origine germană și de origine franceză) prevalează corelațiile negative foarte slabe.

Perioada de serviciu este unul dintre indicii esențiali de care depinde eficiența stării de reproducție și care influențează direct asupra altor indicatori – durata intervalului dintre fătări și a duratei lactației.

Majorarea perioadei de serviciu contribuie la sporirea randamentului de lapte per lactație normală, dar aceasta nu este rațional din cauză că se diminuează cantitatea de lapte medie per cap/zi cu circa 8,1–19,2%, în funcție de nivelul productivității, ceea ce influențează negativ intensitatea de realizare a potențialului genetic al vacilor.

Pentru a optimiza intensitatea de utilizare, în condițiile Republicii Moldova, a potențialului genetic

al rasei Holstein de origine olandeză, considerăm rațional ca vacile cu productivitatea de lapte de la 8000–11000 kg lapte per lactație normală să fie însămânțate fecund în primele 3 luni după fătare, iar cele cu nivelul productivității de lapte mai mare de 11000 kg – cel târziu la 120 zile după fătare. În ceea ce privește termenul însămânțării fecunde post-partum la vacile cu producții record, această rămâne în continuare o problemă de studiu pentru cercetători.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. АБЫЛКАСЫМОВ, Д.А., ИОНОВА, Л.В., СУДАРЕВ, Н.П., КАМЫНИН, П.С. (2014). Молочная продуктивность и показатели воспроизводительной способности коров в зависимости от отдельных факторов. В: Молочное и мясное скотоводство, №1, с. 9-11. ISSN 0026-9034.
2. ДЕРЖАВИНА, Г., НИКИТОВ, А., ИЛЫН, А., БАТРАКОВА, О. (2006). Продолжительность сервис-периода. В: Животноводство 2006, № 3, с. 47-48. ISSN 0044.4480.
3. ЕРЕМИНА, М.А., ЕЗДАКОВА, И.Ю. (2021). Влияние возраста первого отела коров голштинской породы на уровень продуктивности и факторы естественной резистентности. В: Молочное и мясное скотоводство, № 33, с. 36 – 39. ISSN 0026 – 9034.
4. ФАРИНЮК, Ю.Т., АБЫЛКАСЫМОВ, Д.А. (2016). Экономическая оценка воспроизводительной способности коров молочного скота в высокопродуктивном стаде. В: Сб.научн.тр.: Эффективный менеджмент в молочном скотоводстве - условие конкурентоспособности производства молока. НовГУ им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород, с. 38 - 42.
5. GABOR, Vasile Dorel. (2008). Research on the dynamics of reproduction and production indices at the cattle in Muresh Country and the possibilities of technical-economic optimization: doctoral thesis UASMV. Bucharest, 220 p.
6. КУЗНЕЦОВ, В.М. РЕВИНА, Г.Б. (2017). Взаимосвязь молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров сахалинской популяции голштинской породы. В: Молочное и мясное скотоводство, № 4, с. 20-23. ISSN 0026-9034.
7. МОРОЗ, М.Т., ТЮРЕНКОВА, Е.Н., ФЕДОСОВА, Н.Х. (2009). Повышение молочной продуктивности, воспроизводительной способности и продолжительности хозяйственного использования высокопродуктивных коров. В: Сохранение генофонда и увеличение долголетия продуктивного использования сельскохозяйственных животных: Сборник научных трудов. Санкт-Петербург, с. 23-27.
8. ПЕРФИЛОВ, А.А., и др. (2015). Оптимизация воспроизводительной способности коров голштинской породы. В: Аграрная наука: поиск, проблемы, решения. Волгоград, с. 304-309.
9. СТРЕКОЗОВ, Н.И. и др. (2017). Оценка молочных пород по воспроизводительным и адапционным способностям. В: Зоотехния, № 7, с. 2-6. ISSN 0044-4480.
10. СУДАРЕВ, Н.П. и др. (2012). Сдерживающие факторы воспроизводства. В: Молочное и мясное скотоводство, №1, с. 19-20. ISSN 0026 – 9034.
11. СУДАРЕВ, Н.П. и др. (2015). Проблема воспроизводства и окупаемость затрат в высокопродуктивных стадах. В: Молочное и мясное скотоводство, № 1, с. 16-18. ISSN 0026 – 9 - 34.
12. УЛИМБАШЕВ, М.Б., ХУРАНОВ, А.М. (2017). Воспроизводительные качества голштинских помесей разного уровня продуктивности. В: Зоотехния, № 5, с. 25-27. ISSN 0044-4480.
13. ШАБАЛИНА, Е.Р. (2014). Оценка воспроизводительных качеств крупного рогатого скота импортной и местной селекции. В: Актуальные проблемы развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской: Сборник научных трудов. Тверская ГСХА. Тверь, с. 64-68.
14. ЭЙСНЕР, Ф.Ф., ОМЕЛЬЯНЕНКО, А.А., ШАПОВАЛОВ, Ю.Д. Воспроизводство стада на молочных фермах индустриального типа. Москва, 1978, 2003 с.
15. LUPAN, V., CHILIMAR, S., UJICĂ, V. Tehnologia creșterii bovinelor. Chișinău, 1997. 359 p. ISBN 9975-923-25-9.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

GRANACI Vera  <https://orcid.org/0000-0002-8441-8652>

doctor în științe biologice, cercetător științific coordonator, Institutul Științifico-Practic de Biotehnologii în Zootehnie și Medicină Veterinară, Republica Moldova

FOCȘA Valentin  <https://orcid.org/0000-0002-3189-8672>

doctor habilitat în științe agricole, șef laborator, Institutul Științifico-Practic de Biotehnologii în Zootehnie și Medicină Veterinară, Republica Moldova

CONSTANDOGLO Alexandra  <https://orcid.org/0000-0002-1793-1368>

doctor în științe agricole, cercetător științific coordonator, Institutul Științifico-Practic de Biotehnologii în Zootehnie și Medicină Veterinară, Republica Moldova

Data prezentării articolului: 27.10.2021

Data acceptării articolului: 25.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.6032885

CZU: 638.162.2:546(477)

LEAD AND CADMIUM TRANSITION IN SOIL – PLANT – HONEY SYSTEM

Olena RAZANOVA, Oksana SKOROMNA

Abstract. The quality of honey selected from apiaries located in the Vinnytsia region of the central part of Ukraine was assessed by the concentration of lead and cadmium. The study was conducted in different ecological zones. To determine the parameters of the transition of cadmium and lead into honey, samples of soil, plant generative organs and honey were taken. It was found that the content of heavy metals in honey depended on the floristic composition and flowering period of honey plants from which bees collected nectar, the location of honeybees and the concentration of heavy metals in the soil. The content of lead and cadmium was much lower than the maximum permissible concentrations. In spring honey plants, there is less accumulation of lead than in summer plants. The level of lead transfer from soil to honey plants was 2.2-2.6%, and from plants to honey – 3.7-7.4%. The transition of cadmium from soil to plants – 60-84.6%, and from plants to honey – from 2.6 to 8.8% is revealed. The content of lead and cadmium in honey reduced to a straight line distance from the source of increased environmental load. The level of concentration of lead and cadmium in the studied samples of honey does not exceed the permissible safety standards.

Key words: Bee plants; Soil; Lead; Cadmium; Translocation; Honey.

INTRODUCTION

The modern beekeeping is an important sector of agriculture. Ukraine is among the five countries that are the largest producers and exporters of honey (Skoromna, O., Razanova, O. 2019).

The honeybees have become an important element in maintaining multilateral relations in the animal and plant world and increases the value of bees as a living indicator of the environment (Kyrianova, L., Ulanova, T. 2001).

Today, the priority of quality in evaluating food products is their environmental friendliness (Razanova, O. 2018; Razanov, S. et al. 2019; Podolian, J. 2017; Xun, E. et al. 2018). In many countries around the world, an increasing attention is paid to the production of environmentally friendly products, including bee products.

It is possible to achieve high indicators in the production of beekeeping only because of peculiarities of the biology and ecology of bees. The environmental pollution implies the possibility of its impact on bees and beekeeping products, which leads to the need to study their toxic elements. It is known that environmental pollution with heavy metals leads to pose a serious threat to ecosystems and human health. Particularly dangerous are heavy metals that exhibit high toxicity in small quantities, including lead and cadmium. These substances, which are part of the emissions of industrial enterprises and road transport, fall into the nest of bees when they collect nectar. The entry of various types of anthropogenic pollution into the atmospheric air creates a high probability of toxic elements entering bee products during the active period of bee life (Paraniak, R. et al. 2007; Mudrak, O. et al. 2018; Razanov, S. et al. 2018). The bees are part of biogeocenosis, so they are influenced by a set of environmental factors. One of the factors of anthropogenic contamination of bee products is the heavy metals input from the environment. The plants growing in heavy-metal-rich soils can accumulate metals into their nectar (Xun, E. et al. 2018).

When producing organic beekeeping products, it is extremely important to place apiaries correctly. Quite often, apiaries are located near highways, despite the active contamination of vegetation with heavy metals that enter the bee products through the trophic chain. The requirements for organic beekeeping include not only compliance with environmental standards of product purity, but also issues of regulatory assessment and environmental protection according to established standards. The honeybees and the quality of their products are bioindicators of the ecological state of the environment and the results of the analysis can provide a wide range of ecological characteristics of its state (Burmystrova, L. et al. 2008; Kyrianova, L., Ulanova, T. 2001).

The beekeeping holds a special place among food products as well as medicines. Particularly valuable is that beekeeping products are natural means of combating diseases that have virtually no side, adverse effects on human health (Kutsak, R. 2015). Therefore, the bee products should not contain harmful impurities.

The quality of bee products depends on many conditions, including the environmental status of the environment. The contamination of fodder by heavy metals leads to the accumulation of these substances in bee products. The migration of harmful substances occurs along with the chain soil – plant – bee products – man (Herrero-Latorre, C. et al. 2017; Butt, A. et al. 2018; Xun, E. et al. 2018). The heavy metals enter the soil with precipitation, mineral fertilizers and toxic chemicals, with emissions from industrial enterprises, exhaust gases of road transport, waste from livestock farms (Bahlei, O. 2013).

With long-term cadmium and lead intake and their slow removal from the soil, the concentration of these heavy metals can be very high over time. From the soil, plants are nourished with the help of minerals, which contain heavy metals. On the surface of the plants, they can accumulate from the air, settling on leaves and flowers. Bees collect nectar from such plants and thus increase the concentration of heavy metals in honey (Bahlei, O. 2013). As a result of increasing the intensity of heavy metals accumulation in the trophic chains, the risk of their entry into the organism of the bee and, consequently, to their products is increased.

The content of heavy metals in the vegetative organs of plants differs depending on the region and place of cultivation, the time of year, and in beekeeping products – the floristic composition of melliferous vegetation, the age of the honeycomb (Brovarskyi, V. et al. 2016; Kovalchuk, I., Fedoruk, R. 2013).

The purpose of this study was to conduct apoinidication of different regions of Vinnytsia region central Ukraine by assessing the quality of honey for lead and cadmium content.

MATERIALS AND METHODS

The objects of study were the territories of three apiaries located in the Vinnytsia region and samples soil, generative organs of plants, honey that were selected from these apiaries. The study was conducted in the spring-summer period 2019 year with the placement of apiaries in the agro-ecological conditions of Vinnytsia region central Ukraine with the different anthropogenic load on the environment. The research was conducted in different ecological zones of Vinnytsia region. The control was ecologically clean territory, in which moderate traffic was observed and there were no industrial enterprises. The researchers investigated the ecologically polluted areas of the apiary, which were located at a distance of 1 km (2-experimental) and 40 km (3-experimental) from the industrial center, as a zone of intensive technogenic pollution.

The environmental conditions and honey conditions in them are different. The apiary of the 2-experimental group is located in the botanical garden of Vinnytsia National Agrarian University near a high-traffic road. Honey collection in this apiary is weak, in spring, there is an increased release of nectar by plants. The main honey plants are willows of different species, medicinal dandelion, creeping clover, acacia and linden.

Apiary company «Agroetalon» i the village of Vasylivka, Tyvriv district (3-experimental) is on the edge of the array of garden plots. There are no industrial facilities in the apiary. The motorway is nearby. The most important honey plants are various garden trees, clover creeping, dandelion, sunflower. Private apiary (1-control) is located on the edge of Vasylivka village. There is no industrial production near the apiary, there is no traffic. The main collection of honey will arrive in May-June. The most important way to get honey from honey plants is white acacia, lime, sunflower. The area where this apiary is located has the largest honey harvest compared to the other two experimental apiaries.

Honey sampling was carried out according to the requirements of DSTU 4497: 2005. Sampling of honey was carried out during honey collection (May-October). A spot sample was taken from each container of honey by immersing a tubular sampler with a diameter of 10-12 mm along the vertical axis along the entire length of the working volume. The combined sample was grouped from spot samples, mixed well and then isolated an average sample weighing at least 500 g. The latter was divided into two parts weighing at least 200 g, placed in two clean dry glass jars, tightly closed and sealed. One jar was transferred to the laboratory for analysis, the other - stored until the end of acceptance in case of re-analysis. Average honey samples were taken in proportion to the amount of pumped honey from light shop honeycombs. Sampling of honey was performed in three repetitions. The content of lead and cadmium in the experimental samples was evaluated by atomic absorption spectrophotometry on the atomic absorption spectrophotometer.

A sampling of soil was carried out by the method of the average sample to the depth of the root layer of soil (up to 25 cm) (Marchuk, I., Savchuk, A. 2008). Plant samples of generative organs were taken from an average sample in the flowering phase (Brovarskyi, V. et al. 2017).

RESULTS AND DISCUSSION

Since for many consumers an important criterion for choosing products is quality and safety, the state standards for any raw materials in the production of food and finished products specify criteria for compliance with various parameters. Bee honey is distinguished by its organoleptic and physico-chemical qualities. Council Directive 2001/110/EC as regards honey lays down the basic provisions for the requirements to be met by honey within the EU internal market. As for the requirements for honey quality indicators, the research of Estonian honey shows that all analyzed honeys comply with European legislation in all respects (Kirs, E. et al. 2011).

An assessment of the area's honey resources indicates that several plant species can be identified that play the most important role in honey harvesting in apiaries. These are different types of willow trees, medicinal dandelion, fruit and berry honey plants of the garden, clover. These types of plants are characterized by abundant and stable nectar release, widespread distribution and, most importantly, occupy large areas.

In the course of research, it was found that the content of heavy metals (lead and cadmium) in the soils of the studied apiaries varied. The most contaminated with lead was the apiary soil of Vinnitsia National Agrarian University (2-experimental) – 2,032 mg/kg, compared to a similar sample of private apiary (1-control) at 0,823 mg/kg¹ less, agricultural apiaries (3- experimental) by 0.712 mg/kg less. This is natural since the apiary of the 2-pilot group is near the highway and the industrial centre. Accordingly, the lowest level of lead in the soil (1,209 mg/kg) was found in a private apiary (2-experimental group), located at a considerable distance from large motorways and the industrial centre. The lead content of the soil in all three samples was significantly lower than the maximum permissible concentration (0.6 mg/kg) (Table 1).

Table 1. Lead concentration in soil and melliferous vegetation, mg/kg

Investigated material	Group		
	1-control	2-experimental	3-experimental
Soil	1.209	2.032	1.320
The maximum permissible concentration	6.0		
Spring honey plants	0.021 ± 0.0013	0.041 ± 0.0018	0.027 ± 0.0089
Summer honey plants	0.032 ± 0.0025	0.064 ± 0.0077	0.042 ± 0.0056
Plants (average)	0.027 ± 0.0021	0.053 ± 0.0054	0.035 ± 0.0072
Transition level from soil into plants, %	2.2	2.6	2.5

Lead contamination of soil directly affected its concentration in plants. Accordingly, the maximum concentration of lead in honey plants was also determined in the apiary located in Vinnitsia.

In spring plants, there is less accumulation of lead than in flowering plants in summer. Thus, the average concentration of lead in the spring honey plants of the control group was 0.021 mg/kg, and in the elderly – 0.032 mg/kg, which is 0.011 mg/kg, or 34.3% less. In the samples of the experimental groups, the concentration was significantly higher honey plants of the summer flowering period, in particular, higher in the second group – by 0.023 mg/kg, or by 56.1%, the third – by 0.015 mg/kg, or 55.5%. Lead content in plants of the spring flowering period was the lowest in the control group compared to the second and third experimental groups by 0.02 mg/kg or 1.9 times by 0.06 mg/kg, or 22.2%. A similar increase in lead concentrations in plants of the summer flowering period was observed in the apiaries of the study groups, namely, 0.032 mg/kg, or 2 times in the second group and 0.01 mg/kg, or 1.2 times.

The honey plants on average in the apiary of the second experimental group contained more than 0.053 mg/kg of lead, which is higher than the apiary of the first group by 0.026 mg/kg, or 1.9 times and the apiaries of the farm (3 experimental group) by 0.016 mg/kg, or 1.4 times.

The lead is not a biogenic metal and is not used by plants for nutrition. The table shows that the level of lead transfer from soil to plants is negligible – 2.2–2.6%. The level of lead transfer from soil to melliferous plants was highest in the apiary near the highway and industrial center (2.6). In the apiaries of the Tyvriv district this indicator was lower than the highest by 0.1 and 0.4%.

Lead enters the leaves, flowers and nectar of plants through the air. It should be noted that the most wild honey plants are evenly distributed within the bee flight radius, planting tree gardens in the imme-

diate vicinity of the roads. Dandelion also grows on the roadside. This can be explained by the increased lead content in the flowers of spring honey plants in the apiaries of the study groups.

Analyzing the concentration of lead in the honey obtained from the apiaries studied, we can conclude that its level of concentration did not exceed the established standards. Of the six honey samples examined, only one did not contain lead. It was honey from spring plants from a private apiary of the control group, where the contamination of soil and melliferous plants was less than on the other two apiaries. The level of contamination of honey samples from the apiaries of the second and third lead groups was insignificant (Table 2).

Table 2. *The lead concentration in honey and parameters of its transition in the soil – honey plants chain –honey, mg/kg*

Investigated material	Group		
	1-control	2-experimental	3-experimental
Honey (pumping 15.06)	Not found	0.0034	0.0018
Honey (pumping 15.08)	0.0012	0.0045	0.0021
Honey, on average	0.0012	0.0039	0.0019
MPC in honey	1.0		
Plants, on average	0.032 ± 0.0021	0.053 ± 0.0054	0.035 ± 0.0072
Transition level from soil to plants, %	2.2	2.6	2.5
Transition level from plants to honey, %	3.7	7.4	5.6

The lead concentration in summer honey from the apiary near the highway was 32.4% higher than in the spring, and from the apiary of the farm of the third experimental group – by 16.7%. However, in both groups these values are well below the maximum allowable concentration for lead (1.0 mg/kg).

The level of transition of the studied metal from honey plants to honey was 7.4, which is significantly higher than from soil to plants – by 4.8, according to the data in the second group. In the third group, this level of transition to honey was 5.6, which is 3.1 more than in plants. In the first control group, the level of lead transfer from honey plants flowering in summer to honey was the lowest, up to 3.7%.

Thus, the content of lead in honey is significantly influenced by its concentration in soil and honey plants. But an important factor is the proximity of the apiary to highways and industrial facilities. In the apiary, where melliferous plants grow far from highways, the lead content in honey will be less. The risk of producing honey containing lead exists in the apiaries where arrays of melliferous plants are located adjacent to highways.

The content of cadmium in soils in the apiaries studied was on average 0.053 mg/kg, which is several times lower than the maximum permissible concentration (0.7 mg/kg) (Table 3).

Table 3. *Cadmium concentration in soil and melliferous vegetation, mg/kg*

Investigated material	Group		
	1-control	2-experimental	3-experimental
Soil	0.035	0.039	0.068
The maximum permissible concentration	0.7		
Spring honey plants	0.003±0.0001	0.005±0.0001	0.017±0.001
Summer honey plants	0.038±0.0001	0.061±0.0003	0.069±0.002
Plants (average)	0.021±0.0001	0.033±0.0002	0.043±0.015
Transition level from soil into plants, %	60.0	84.6	63.2

Although according to a number of apiary parameters, Agroetalon company is located in an ecologically safe area, but the cadmium content in the soil was highest – 0.068 mg/kg. At the same time, the cadmium content in the soil of the apiary of the control and second experimental groups was low. The level of cadmium in the soil of the third experimental group was higher than in the control group, namely, by 0.033 mg/kg, or 1.9 times and by 0.029 mg/kg, or 1.7 times against the private apiary in Vasylivka (2 experimental).

Cadmium, like lead, is not a biogenic metal and is not used by plants as a nutrient. Therefore, the most important thing is getting cadmium into honey plants through the air, penetrating the flowers.

The increased level of cadmium in soils affected its content in plants. In spring in honey plants, the level of cadmium was the lowest in the apiary samples of the control group (0.003 mg/kg), compared to the indicators of the second and third apiaries less by 0.002 mg/kg, or 40.0% and 0.014 mg/kg, respectively, or 82, 4%.

In summer in honey plants, the level of cadmium was the lowest in the samples of private apiary in Vasylivka (0.038 mg/kg), less than the indexes of the training apiaries of the second and third groups by 0.023 and 0.031 mg/kg, or by 37.7 and 11.6% respectively.

There is a difference between the accumulation of cadmium in spring and summer honey plants. Comparing cadmium concentrations in summer and spring honey plants, the latter was lower.

The active transition of cadmium from soil to plants is revealed. The average level of transition was 60.0–84.6%, which is significantly higher than the same indicator for lead. The level of transition of cadmium into melliferous plants in the apiaries of the control and the second experimental group was approximately the same.

Table 4. Concentration of cadmium in honey and parameters of its transition
(soil – honey plants – honey), mg/kg

Investigated material	Group		
	1-control	2-experimental	3-experimental
Honey (pumping 15.06)	Not found	0.002	0.003
Honey (pumping 15.08)	0.001	0.0024	0.0045
Honey, on average	0.001	0.0022	0.0038
MPC in honey	0.05		
Plants, on average	0.038±0.0013	0.033±0.0024	0.043±0.0151
Transition level from soil to plants, %	60.0	84.6	63.2
Transition level from plants to honey, %	2.6	6.6	8.8

In the study of 6 honey samples, cadmium was not detected in only one of them – from the apiary of a private apiary in Vasylivka. The content of cadmium in plants influenced its concentration in honey. However, the level of transition of cadmium from plants to honey was small – 2.6–8.8%. In the private apiary, the level of transition was the lowest – 2.6% (in honey from summer honey plants), near the motorway – 6.6%, and the level of transition in the apiary of the company Agroetalon – 8.8%. The highest concentration of cadmium was found in the honey of summer pumping from the apiary of the third experimental group – 0.0045 mg/kg, which is 9.0% of the maximum allowable concentration. Compared with the data of the second experimental group in the third group, they were higher by 0.0023 mg/kg, or 2-fold. Cadmium was found the most in the honey spring pumping from the apiary of the village Vasylivka is 0.003 mg/kg, but this indicator is also much lower than the MPC.

We would like to note that the samples of honey comply with international regulatory standards for its quality indicators. The obtained results will be used for further formation of the database of honey quality indicators and assessment of data stability over time.

CONCLUSIONS

Summarizing the results obtained, it can be concluded that the content of lead and cadmium in honey depends on the composition of honey plants and their flowering period, as well as on the content of heavy metals in the soil. There is also a difference between the accumulation of heavy metals by spring and summer melliferous plants, and a correlation is found between its content in honey and flowering melliferous plants.

The content of cadmium and lead in honey does not exceed the maximum permissible levels regulated by the requirements of the standard. The content of lead in the experimental samples is in the range from 0.0012 to 0.0045 mg / kg, cadmium - from 0.001 to 0.0045 mg / kg. The average level of transition of cadmium from soil to plants was 60-84.6, from plant to honey - 2.6-8.8, lead - respectively 2.2-2.6 and 3.7-7.4%.

Honey meets the safety indicators, namely for the content of lead and cadmium. Therefore, the monitoring data give grounds to assert the ecological suitability of the Vinnytsia region of central Ukraine for the production of quality beekeeping products.

REFERENCES

1. ALEKSEEV, Yu.V. (1987). Heavy metals in soils and plants. Leningrad: «Ahropromyzdat», 142 p.
2. BAHLEI, O.V. (2013). Assessment of the ecological condition of territories with the help of beekeeping products. B: Problemy ta perspektyvy rozvytku nauky na pochatku tretohotysiacholittia u krainakh SND: Materialy XII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii: Zbirnyk naukovykh prats. Pereiaslav-Khmelnitskyi, 24 p.
3. BROVARSKYI, V.D., BRINDZA, J., PAPCHENKO, O.V. (2016). Honey bees and the environment. B: Suchasni aspekty zberezhennia zdorovia liudyny : zb. prats IKh mizhnar. mizhdystsyp. nauk.-prakt. konf. Uzhhorod, pp. 69-71.
4. BURMYSTROVA, L.A., RUSAKOVA, T.M., LYZUNOVA, A.S., REPNYKOVA, L.V. (2008). Features of accumulation of heavy metals by separate products of beekeeping. B: Suchasni tekhnolohii vyrobnytstva y pererobky medu: Materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf. po bdzhilnytstvu. Novosibirsk, pp. 13-19.
5. BUTT, Abida, QURAT-UL-AIN, Rehman, KANWAL, Xaaceph, KHAN, Muhammad, HESSELBERG, Thomas (2018). Bioaccumulation of cadmium, lead, and zinc in agriculture-based insect food chains. In: Environmental Monitoring and Assessment, vol. 5, no. 190(12), p. 698.
6. HERRERO-LATORRE, C., BARCIELA-GARCÍA, J., GARCÍA-MARTÍN, S., PEÑA-CRECENTE, R.M. (2017). The use of honeybees and honey as environmental bioindicators for metals and radionuclides. In: Environmental Reviews, no. 25(4), pp. 463-480.
7. KIRS, Evelin, PALL, Raili, MARTVERK, Kaie, LAOS, Katrin. (2011). Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. In: Procedia Food Science, no. 1, pp. 616-624.
8. KOVALCHUK, I.I. FEDORUK, R.S. (2013). The content of heavy metals in the tissues of bees and their products depending on the agro-ecological conditions of the Carpathian region. In: Bioloheia tvaryn, no. 15(4), pp. 54-65.
9. KUTSAK, R.S. (2015). Quality and safety control of beekeeping products. In: Naukovo-tekhnychnyi biuleten Naukovo-doslidnoho tsentru biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK, no. 3(4), pp. 88-92.
10. KYRIANOVA, L.Yu., ULANOVA, T.S. (2001). Honey bees and beekeeping products as bio-indicators of environmental environmental problems. In: E'kolohycheskye problemy' Zapadnoho Urala: mater. konferentsyy studentov, aspyrantov y molody'kh ucheny'kh. Perm, pp. 13-15.
11. MARCHUK, I.U., SAVCHUK, A.V. (2008). Methods of soil sampling for agrochemical analysis. K.: DP "Ahrotsentr YevroKhim-Ukraina".
12. MUDRAK, O.V., MUDRAK, H.V. RAZANOV, S.F., KAVUN, Zh.A. (2018). Ecological-cohenological analysis of Eastern Podillya flora. In: Ukrainian Journal of Ecology, no. 8(2), pp. 204-209.
13. PARANIAK, R.P., VASYLTSEVA, L.P., MAKUKH, Kh.I. (2007). Ways of entering heavy metals into the environment and their impact on living organisms. In: Bioloheia tvaryn, no. 9(1-2), pp. 83-89.
14. PODOLIAN, J. (2017). Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. In: Ukrainian Journal of Ecology, no. 7(1), pp. 61-65.
15. RAZANOV, S.F., HUTSOL, G.V., POSTERNAK, L.I., KOVALEVA, S.P. (2019). Effect of silicon and mineral extract on heavy metals balance and accumulation rate in the muscle tissue of poultry. In: Ukrainian Journal of Ecology, no. 9(4), pp. 742-748.
16. RAZANOV, S.F., TKACHUK, O.P., MAZUR, V.A., DIDUR, I.M. (2018). Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. In: Ukrainian Journal of Ecology, no. 8(2), pp. 294-300.
17. RAZANOVA, O.P. (2018). Increasing meat quality quails fed by biological active additives based on submerged bees. In: Ukrainian journal of ecology, no. 8(1), pp. 631-636.
18. SKOROMNA, O.I., RAZANOVA, O.P. (2019). Development of beekeeping as a source of food security structure. In: Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii, no. 3(106), pp. 70-82.
19. XUN, Erna, ZHANG, Yanwen, ZHAO, Jimin, GUO, Jixun. (2018). Heavy metals in nectar modify behaviors of pollinators and nectar robbers: Consequences for plant fitness. Environmental Pollution, no. 242, Part B, pp. 1166-1175.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

RAZANOVA Olena  <https://orcid.org/0000-0001-5552-9356>

candidate of agricultural sciences, Faculty of Production Technology and Processing of Livestock Products and Veterinary, Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine

E-mail: razanova_elena@rambler.ru

SKOROMNA Oksana  <https://orcid.org/0000-0003-1332-5579>

candidate of Agricultural Sciences, Faculty of Production Technology and Processing of Livestock Products and Veterinary, Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine

E-mail: oksanas7777@rambler.ru

Data prezentării articolului: 08.10.2021

Data acceptării articolului: 15.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5844553

UDC: 662.767.2

EXPLORING THE POTENTIAL OF INVASIVE PLANT SOSNOWSKY'S HOGWEED FOR DENSIFIED BIOFUELS PRODUCTION

Kseniia PARAMONOVA, Tatiana IVANOVA, Aakash MALIK

Abstract. The study focuses on the determination of biofuel parameters of invasive Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) biomass. Utilization of available waste biomass can be one of the most efficient ways to prevent spreading, so this approach does not promote controlled cultivation of Sosnowsky's hogweed biomass for profitable solid biofuels production. Laboratory determination of the main fuel-energy properties showed that the gross calorific value of studied biomass is 15.1 MJ/kg (as received) and 16.5 MJ/kg (dry basis). Ash content analysis resulted in 10.7% (dry basis) and 10.8% (as received with 10.1% moisture content of). Choosing the appropriate harvest time may most probably affect solid biofuels quality as well as biomass to biofuels processing pathway, thus more studies are required to find an optimal and feasible solution.

Key words: Invasive alien plant; *Heracleum sosnowskyi*; Biomass; Solid biofuels; Renewable energy.

INTRODUCTION

The rising energy consumption, depletion of fossil fuel reserves and associated environmental issues push the research and development of the renewable energy field. Biomass represents one of the most promising sources of renewable energy in many countries worldwide. Energy crops, algae and agricultural wastes are broadly applied for the production of modern biofuels. A particular interest for energy purposes and underutilized potential has a biomass of invasive weeds, which are, moreover, an increasing cause for concern (Čerevková, A. et al. 2020). The introduction and spread of invasive non-native species constitute one of the main drivers of global change in ecosystem services and biodiversity (Sala, O. et al. 2000). There is no single universal solution currently available to stop their spread, reduce the impact, or prevent future invasions.

According to L. Zihare et al. (2019), a significant amount of biomass is annually generated from various measures related to combating the spreading of Sosnowsky's hogweed. Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) is herbaceous, perennial, monocarpic, a seed-propagated plant belonging to the genus *Heracleum* (family Apiaceae, synonym Umbelliferae) (Tkachenko, K. 1989; Jahodová, S. et al. 2007). Seed productivity, which is considered as high (10,000-20,000 seeds per plant) and germination percentage consisting of up to 90% in the first year increase the plant's competitive abilities crucial for successful dispersal (Mishyna, M. et al. 2015). The most vulnerable areas to invasion include abandoned grassland, fringes along watercourses, woodlands, roads and railways as well as nature conservation areas. The studies showed that Sosnowsky's hogweed was found in Serbia (Stojanović, V. et al. 2017), Lithuania (Gudžinskas, Z. et al. 2018), Bulgaria (Vladimirov, V. et al. 2019), etc. There is a serious threat to the human population due to photoallergic properties of the plant as a result of the intensely toxic furanocoumarin's presence in the plant's sap. Contact with the plant, followed by sun exposure, may lead to the development of large blisters and symptoms of burns (Jakubowicz, O. et al. 2012). Furocoumarins are plant's protective agents from fungi, bacteria, and plant growth regulators (Mishyna, M. et al. 2015). Scientific papers published so far are mainly mapping the spread and environmental impact of Sosnowsky's hogweed (e.g., growth rate, frost resistance, impact on soil and biodiversity (Renčo, M. et al. 2019, Čerevková, A. et al. 2020), human's health risks (Rzymiski, P. et al. 2015). Also, properties of its essential oils were studied (Jakubská-Busse, A. et al. 2013, Synowiec, A. et al. 2015). According to P. Musihin et al. (2006) Sosnowsky's hogweed was found to be a promising material for cardboard production. Based on the European and Mediterranean Plant Protection Organization (2009), there are management techniques for the plant eradication. Depending on the size of the plant populations, the following techniques are usually implemented: black polythene cover, hand pulling of young seedlings, root cutting, removal of umbels, chemical techniques using the herbicides, mowing, intensive grazing and ploughing of the soil. However, the advantages and disadvantages of each technique exist.

MATERIALS AND METHODS

The present study aimed to determine the main solid biofuel parameters of Sosnowsky's hogweed biomass, that was performed at the Laboratory of Biofuels at the Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague. Representative sample of Sosnowsky's hogweed's stem was collected in the beginning of August 2021 in Leningrad Region, Russian Federation. Length of a stem was approximately 215 cm. The stem of the plant can be characterized as hollow and ridged, 20-40 mm in diameter. The harvested representative sample was pre-processed by chopping and dried (room temperature 15-25 °C for about 4 weeks). Two types of analytical samples were prepared for analysis: analytical sample as received and dry matter. The determination of biomass properties was carried out in accordance with the methodology of the International and European standards for solid biofuels. Following basic biofuel parameters were measured (using the particular standard and laboratory equipment mentioned below).

The determination of moisture content. The moisture content of the biomass was determined by using the oven drying method (BS EN ISO 18134-3:2015) in the oven Memmert (model 100-800), where the analytical samples were dried out at 105 °C to a constant weight. The weighting was done by use of a digital laboratory scale KERN (model ABJ 120-4NM) with a precision of 0.1 mg. Moisture content was calculated by the following equation:

$$MC_{ad} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

where: MC_{ad} – moisture content as analysed, %; m_1 – mass of an empty dish and lid, g; m_2 – mass of a dish and lid with a sample before drying, g; m_3 – mass of a dish and lid with a sample after drying, g.

Gross calorific value. The determination of the calorific value of the studied biomass was carried out by the bomb calorimeter LAGET (model MS-10A) following the standard EN ISO 18125:2017. The tested samples of biomass were placed into a calorimeter and burned in the high-pressure combustion bomb (in an oxygen environment). A laboratory-scale KERN with a precision of 0.1 mg was used for weighting. The gross calorific value was calculated as:

$$Q_{v,gr} = \frac{\varepsilon \times \theta - (m_{ign} \times Q_{ign} + m_b \times Q_b)}{(m_s)}$$

where: $Q_{v,gr}$ – gross calorific value of a biofuel sample, J.g-1; ε – effective heat capacity of calorimeter, J.°C-1; θ – corrected temperature rise, °C; m_{ign} – mass of an ignition wire, g; Q_{ign} – gross calorific value of an ignition wire (6,000 J.g-1 for nickel-chromium), J.g-1; m_b – mass of a combustion bag/paper, g; Q_b – gross calorific value of a combustion bag (16, 279 J.g-1 for paper), J.g-1; m_s – mass of a biofuel sample, g.

The determination of ash content. Determination of the ash content was performed by burning analytical samples in the muffle furnace LAC (model LH 06/13) at the temperature 550 °C in accordance with BS EN ISO 18122:2015. The samples' weighting was realised using a laboratory-scale KERN with a precision of 0.1 mg. The result was calculated as follows:

$$A = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \times \frac{100}{100 - Mad}$$

where: A – ash content, %; m_1 – mass of an empty dish, g; m_2 – mass of dish with a sample, g; m_3 – mass of dish with an ash, g; M_{ad} – moisture content of the test portion used for a determination of ash content, w-%.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Until the present, the application of Sosnowsky's hogweed biomass for energy purposes was studied superficially. For example, according to K. Tkachenko et al. (2018), this plant can be used to produce bioethanol. In the study of L. Zihare et al. (2018) investigation of pellets production from Sosnowsky's hogweed using different binders was performed. Nevertheless, the information related to the topic is very limited.

The moisture content of biomass has a significant impact on many properties of solid biofuels as well as production process. The resulting moisture content of tested Sosnowsky's hogweed biomass was 10.1%, which is suitable value for further processing, i.e., mechanical compression. The moisture content determination directly after biomass harvesting is needed for planning of the pre-treatment before solid biofuels production. In general, according to S. Akhmedov et al. (2019), the moisture content of biomass feedstock for solid biofuels production should not exceed 20%.

Calorific value of biomass plays a key role in its application for energy purposes. Gross calorific value of biomass sample as received was 15.1 MJ/kg and for dry matter material - 16.5 MJ/kg. Findings of L. Zihare et al. (2018) showed higher gross calorific value of Sosnowsky's hogweed - 19.4 MJ/kg (dry matter), however, in that case the biomass was collected in October. This variation can be explained by the different seasons of biomass harvesting and possibly different regions. In comparison, the calorific value of a potential energy crop *Miscanthus x giganteus* cultivated in various marginal soils ranges between 14.1 and 18.8 MJ/kg (Nebeská, D. et al. 2019).

Other important parameter of solid biofuels is ash content. Ash content of dried tested material was 10.7%, and 10.8% for the material as received. L. Zihare et al. (2018) also measured the ash content of Sosnowsky's hogweed biomass and found 3.4%. According to the standard BS EN ISO 17225-7:2014, dry basis ash content up to 10% is stated for the case of graded non-woody briquettes class B.

CONCLUSIONS

The biofuel parameters (related to densified biofuels) of *Heracleum sosnowskyi* biomass were determined. The methodology that has been created allows testing of basic biofuel parameters. Further comprehensive research work focused on the investigation of Sosnowsky's hogweed biomass as raw material for the production of densified solid biofuel is required. Analysis of biomass collected at different development stages of plant is needed in order to find an optimal harvesting period for the subsequent (quality) solid biofuels production. Pellets and briquettes as well as torrefied biofuels produced from invasive Sosnowsky's hogweed can be an attractive biofuel. The assessment of an optimal solid biofuel production technology can be based on the measurements of parameters such as mechanical durability as well. This approach to waste biomass processing can be one of the most efficient ways to prevent the plant's spreading.

Acknowledgments: The research was supported by the Internal Grant Agency of the Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague - grant number 20213108, as well as the French government through the Program "Investissements d'avenir" (I-SITE ULNE / ANR-16-IDEX-0004 ULNE) managed by the National Research Agency. The conference participation was supported by the development project untitled "Support of teaching innovation, Research development and Inter-university cooperation of SAUM and TSU (Moldova)" funded by the Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic, Czech Republic Development Cooperation.

REFERENCES

1. AKHMEDOV, S., IVANOVA, T., ABDULLOEVA, S., MUNTEAN, A., KREPL, V. (2019). Contribution to the energy situation in Tajikistan by using residual apricot branches after pruning as an alternative fuel. In: *Energies*, nr. 12 (16), pp. 1–11.
2. BS EN ISO 18122:2015. Solid Biofuels. Determination of Ash Content. BSI Standards Publication. London, pp. 1-18.
3. BS EN ISO 18125:2017. Solid Biofuels. Determination of Calorific Value. BSI Standards Publication. London, pp. 1-68.
4. BS EN ISO 17225-7:2014. Solid Biofuels. Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Part 7: Graded non-woody briquettes. BSI Standards Publication. London, pp. 1-14.
5. BS EN ISO 18134-3:2015. Solid Biofuels. Determination of Moisture Content. Oven Dry Method. Part 3: Moisture in General Analysis Sample. BSI Standards Publication. London, pp. 1-14.
6. ČEREVKOVÁ, A., IVASHCHENKO, K., MIKLISOVA, D., ANANYEVA, N., RENČO, M. (2020). Influence of invasion by Sosnowsky's hogweed on nematode communities and microbial activity in forest and grassland ecosystems. In: *Global Ecology and Conservation*, nr. 21.
7. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2009). *Heracleum mantegazzianum*, *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum persicum*. In: *Bulletin OEPP/EPPO*, nr. 39 (3), pp. 489-499.

8. GUDŽINSKAS, Z., ŽALNERAVIČIUS, E. (2018). Seedling dynamics and population structure of invasive *Heracleum sosnowskyi* (Apiaceae) in Lithuania. In: *Annales Botanici Fennici*, nr. 55 (4-6), pp. 309-320.
9. JAHODOVÁ, S., TRYBUSH, S., PYŠEK, P., WADE, M., KARP, A. (2007). Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. In: *Diversity and Distributions*, nr. 13, pp. 99-114.
10. JAKUBOWICZ, O., ŽABA, C., NOWAK, G., JARMUDA, S., ŽABA, R., MARCINKOWSKI, Jt. (2012). *Heracleum sosnowskyi* Manden. In: *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, nr. 19 (2), pp. 327-328.
11. JAKUBSKA-BUSSE, A., ŚLIWIŃSKI, M., KOBYLKA, M. (2013). Identification of bioactive components of essential oils in *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae). In: *Archives of Biological Sciences*, nr. 65 (3), pp. 877-883.
12. MISHYNA, M., LAMAN, N., PROKHOROV, V., FUJII, Y. (2015) Angelicin as the principal allelochemical in *Heracleum sosnowskyi* fruit. In: *Natural Product Communications*, nr. 10 (5), pp. 767-770.
13. RENČO, M., KORNOBIS, F.W., DOMARADZKI, K., JAKUBSKA-BUSSE, A., JUROVÁ, J., HOMOLOVÁ, Z. (2019). How does an invasive *Heracleum sosnowskyi* affect soil nematode communities in natural conditions? In: *Nematology*, nr. 21, pp. 71-89.
14. RZYMSKI, P., KLIMASZYK, P., PONIEDZIAŁEK, B. (2015). Invasive giant hogweeds in Poland: Risk of burns among forestry workers and plant distribution. In: *Burns*, nr. 41, pp. 1816-1822.
15. SALA, Osvaldo et al. (2000). Biodiversity—global biodiversity scenarios for the year 2100. In: *Science*, nr. 287, pp. 1770-1774.
16. SYNOWIEC, A., KALEMBA, D. (2015). Composition and herbicidal effect of *Heracleum sosnowskyi* essential oil. In: *Open Life Sciences*, nr. 10(1), pp. 425-432.
17. TKACHENKO, K., KRASNOV, A. (2018). *Heracleum sosnowskyi*: an environmental problem or a crop of the future? (Review). In: *Bulletin of the Botanical Garden of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, nr. 20, pp. 1-22. [In Russian].
18. NEBESKÁ, D., TRÖGL, J., ŽOFKOVÁ, D., VOSLAŘOVÁ, A., ŠTOJDL, J., PIDLISNYUK, V. (2019). Calorific values of *Miscanthus x giganteus* biomass cultivated under suboptimal conditions in marginal soils. In: *Studia oecologica*, nr. 13, pp. 61-67.
19. VLADIMIROV, V., PETROVA, A., BARZOV, Z., GUDŽINSKAS, Z. (2019). The alien species of *Heracleum* (Apiaceae) in the Bulgarian flora revisited. In: *Phytologia Balcanica*, nr. 25 (3), pp. 395-405.
20. STOJANOVIĆ, V., PETROVIĆ, S., KOVAČEVIĆ, J., STOJANOVIĆ, D., BJEDOV, I. (2017). *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) - a new invasive species in the flora of Serbia. In: *Glasnik Sumarskog fakulteta*, nr. 116, pp. 215-220. ISSN 0353-4537.
21. ZIHARE, L., SOLOHA, R., BLUMBERGA, D. (2018). The potential use of invasive plant species as solid biofuel by using binders. In: *Agronomy Research*, nr. 16 (3), pp. 923-935.
22. ZIHARE, L., GUSCA, J., SPALVINS, K., BLUMBERGA, D. (2019). Priorities determination of using bioresources. Case study of *Heracleum sosnowskyi*. In: *Environmental and Climate Technologies*, vol. 23 (1), pp. 242-256.
23. МУСИХИН, П.В., СИГАЕВ, А.И. (2006). Исследование физических свойств и химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката [Studies of the physical properties and chemical composition of *Sosnowsky's hogweed* as a source for pulp production]. В: *Современные наукоемкие технологии*, №3, с. 65-67.
24. ТКАЧЕНКО, К.Г. (1989). Особенности цветения и семенная продуктивность некоторых видов *Heracleum* ит Б., выращенных в Ленинградской области [Peculiarities and seed productivity in some *Heracleum* species grown in Leningrad area]. В: *Растительные ресурсы*, № 25, с. 52-61.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

PARAMONOVA Kseniia  <https://orcid.org/0000-0002-8970-4340>

Department of Sustainable Technologies, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 00 Prague - Suchbát, Czech Republic

IVANOVA Tatiana  <https://orcid.org/0000-0002-9831-4969>

Department of Sustainable Technologies, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 00 Prague - Suchbát, Czech Republic

E-mail: ivanova@ftz.czu.cz

MALIK Aakash  <https://orcid.org/0000-0001-6874-6640>

Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Lille, Cité Scientifique, 59650 Villeneuve-d'Ascq, France

Data prezentării articolului: 24.10.2021

Data acceptării articolului: 05.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5844567

UDC: 504.064.4(910)

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF DIFFERENT TEMPORARY WASTE DISPOSAL SITES IN BANDUNG, INDONESIA: FURTHER STEP TO SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT

Denisa MAREŠOVÁ, Kryštof MAREŠ, Tatiana IVANOVA, Yayan SATYAKTI

Abstract. The population growth, urbanization, and social lifestyle changes lead to the generation of rapidly growing amounts of municipal solid waste (MSW). Severe environmental issues and health risks associated with improper municipal solid waste management (MSWM) are important challenges in developing countries like Indonesia. In Bandung city, municipal solid waste is collected and stored in inappropriate temporary waste disposal sites (TWDS). The objective of this research is to evaluate environmental impact of various TWDS located in four districts of Bandung city. Subsequently, the environmental impacts of these TWDS will be compared. A number of indicators, e.g., the daily volume of incoming waste, waste treatment facilities, sanitation facilities, waste composition, and more, will be included in the measurement of the environmental impact. Furthermore, chemical and toxicological analysis of leachate and soil will be included in the environmental impacts' measurements. Samples for laboratory testing will be collected directly on the TWDS and the surroundings. This research follows our previous work that has been the first step in a detailed waste management picture in Bandung city.

Key words: Waste management; Waste analysis; Toxicological analysis; Environmental impact; Environmental risk; Pollution.

INTRODUCTION

The improper municipal waste disposal has a complex impact on the environment. Such impacts include worsened aesthetic value, deterioration of groundwater and water and soil quality, threat to biodiversity, spread of pathogens and bacteria. Therefore, improper waste disposal has a negative effect on human health and the environment (Lestari, P., Trihadinigrum, Y. 2019).

Nowadays, Bandung city produces about 1,600 tons of MSW per day; from this quantity, only 61% is handled or collected by municipality services (Tarigan, A.K.M. et al. 2016). MSW volume is predicted to increase 1-5% per year. The increasing MSW volume in Bandung is primarily caused by inhabitants' lifestyle that is becoming highly consumptive and citizens' awareness of proper waste disposal, despite promoted campaigns, is very low (Indartik, I. et al. 2018). In Bandung, MSWM is responsibility of the municipality or so-called local government (Sudibyo, H. et al. 2017). Waste originating from households is managed by municipal-owned cleaning service company – Perusahaan Daerah Kebersihan (PDK) at the citizen association level and then taken to a TWDS managed by PDK or informal agencies (Barnadi, D.A. 2010). This company ensures MSWM services in the form of collection, street cleansing, disposal, and transporting waste from TWDS to final disposal sites. PDK cannot cover most of the collection services for the residential area, despite the fees; this company faces a lack of finances and labour (Barnadi, D.A. 2010; Siyaranamual, M.D. 2013). Municipality services consist of trucks that are directly collecting waste, if the infrastructure allows, from households, buildings, and markets on an irregular basis to more than 200 TWDS. These TWDS are distributed to various locations in the city, often in close proximity of households, and are not documented on any infrastructure map (Tarigan, A.K.M. et al. 2016; Dethier, J.J. 2017). Waste collected to TWDS is taken afterward to the final waste disposal site (FWDS). However, one to two-third of collected MSW does not leave these TWDS. This fact negatively influences environmental conditions straight in the city, well-being of inhabitants and booster born of bacteria and viruses, breed of insects and rodent vectors (Siyaranamual, M.D. 2013). On the other hand, some of the TWDS have established compost sites and use organic material for small-scale biogas stations that supply TWDS with cooking. Several studies (Choudhury, D., Gupta, S. 2017; Gill, J. et al. 2019) investigated the impact of FWDS on the environment. On the other hand, there is a lack of information in the scientific community about the environmental impact of TWDS.

This research aims is to analyse environmental impact assessment of several TWDS in Bandung, Indonesia. The environmental impact assessment will be set up from main areas as waste composition,

soil samples composition, leachate composition, and others. These indicators will be evaluated and compared to each other to achieve a complex environmental impact assessment of TWDS. This assessment will broaden comprehension of TWDS issue and will be helpful in further research.

MATERIALS AND METHODS

In this research, the environmental impact assessment of TWDS will be used and will target the following areas: waste composition and volume, soil composition, leachate composition, construction appropriateness of disposal site, presence of facilities to waste treatment in disposal sites (i.e., compost site, biogas station) and presence of untreated waste in the surroundings of TWDS.

Waste composition and volume. Following E. Gidarakos et al. (2006), the determination of a mean waste composition will be based on a collecting and manual sorting of a number of samples of waste from incoming vehicles to TWDS. Vehicles loads of waste will be chosen conveniently. The samples from waste will be sorted manually into waste components. The weight of each fraction will be calculated by the weights of the components. The mean waste composition will be calculated using the results of the composition of each of the sorting sample. According to ASTM (2003) standard D5231-92, the number of sorting samples (n) is a function of the component under consideration and the confidence level. The equation for n is as follows:

$$n = (t^*s/ex)^2$$

where t^* is the student t statistic corresponding to the desired level of confidence, s is the estimated standard deviation, e is the desired level of precision, and x is the estimated mean.

Soil and leachate composition. Following D.M. Vaverková et al. (2018), the soil samples (ecembe. 300 g) will be collected in the depth of 0-15 cm using a handle steel soil sampler. The samples will be placed in polyethylene bags and delivered to the laboratory for various chemical testing. The chemical analysis and toxicity test of leachate from TWDS will be conducted. According to I. Trabelsi et al. (2009), the analysis will be carried out on raw leachate. Heavy metals and pH will be measured in a laboratory.

Construction appropriateness of disposal site. According to H. Rahardjo et al. (2017), temporary waste disposal sites have to meet operational standards such as:

Concrete bottom layer to prevent leachate leak

TWDS have to be surrounded by the wall (brick fence)

Ideally, all the waste should be shifted to FWDS the next day, if it is not possible, the waste should be covered by plastic foil to prevent negative impacts (i.e., odour, rodents, waste spread)

Presence of sanitary facilities for workers

These factors will be observed and statistically evaluated.

Presence of facilities to waste treatment in disposal sites and presence of untreated waste in the surroundings. There are several issues with the waste treatment in Bandung city. One of them is a waste volume; this could be partly solved on TWDS, if there is a possibility to use some fraction of waste as a source for compost or small biogas station. These facilities are not so frequently present at TWDS, though they could decrease rapidly environmental impact on surroundings (Barnadi, D.A. 2010; Indartik, I. et al. 2018). These factors will also be observed and added to the environmental impact assessment.

RESULTS AND DISCUSSION

Several studies investigated single or complex impact of improper waste management at waste disposal sites from different perspectives (Haile, T. et al. 2012; Taheri, M. et al. 2014; Caicedo-Concha, D. et al. 2016; Yash, D.M. et al. 2018; Lestari, P., Trihadinigrum, Y. 2019). A relatively large number of studies approached the improper waste disposal issue through the environmental impact assessment, life cycle assessment, risk assessment or combination of these methods (Taheri, M. et al. 2014; Deshmukh, K., Aher, S. 2017; Vaverková, D.M. et al. 2018; Balogun-Adeleye, R. et al. 2019). Our preliminary research was focused on public perception and approach to MSWM, where we obtained results from stakeholders of waste management. Our vision is to deepen, clarify, and add value to this topic by follow up research aimed on hard scientific data and environmental impact assessment as a support attest to involved stakeholders.

In this research, we decided to incorporate the volume of waste produced in Bandung as it is a primary concern of Southeast Asia countries in the field of waste management in environmental impact assessment. The volume of produced solid waste in cities frequently exceeds the capacity of the municipality for its ma-

nagement. Thus, this waste is stored in the TWDS that are often not well-managed (Yang, H. et al. 2018).

As a consequence of improperly managed TWDS resulting in leachate leak, affect soil, and water quality in its surroundings (Hözlze, I. 2019). This phenomenon has direct impact on inhabitants living in close proximity to the TWDS. The leachate often contains heavy metals, is a great medium for bacteria and viruses spread and form odours. Since heavy metals and others mentioned above have had negative impact on human health it is crucial to know their presence in the leachate at TWDS that is often untreated and could eventually pollute underground water or surroundings as rice fields and contaminate basic food source of human (Francisca, F.M., Glatstein, D.A. 2020). The results of toxicological analysis of leachate, soil and if possible underground water or rice fields in the close proximity is the key factor and could be important driver of change for stakeholders' decision making. This result is the next factor involved in environmental impact assessment.

Following steps of the research have to be built upon a relevant base as waste composition analysis. Waste composition at different disposal sites in one city does not vary significantly, mainly due to the same or very similar climate, lifestyle, and environmental conditions (Salem, M. et al. 2020). Despite this fact, waste composition in Bandung is a crucial result for environmental impact assessment, and the samples collected through TWDS will be a testament for the above-mentioned analysis.

The last factor involved in environmental impact assessment is the construction standards of TWDS and present facilities for waste treatment. The construction standards results determine the actual condition of TWDS and the potential for needed development. According to J. Gill et al. (2019), the construction standards should meet at least bottom layers, fences, and sanitary premises for workers. The presence of waste treatment facilities as small biogas stations and composting areas in TWDS are beneficial for waste volume avoidance (Vaverková, D.M. et al. 2018). The results of this research will demonstrate the usage of these facilities and potential places for their implementation in various TWDS.

CONCLUSIONS

The research findings can conduce to the waste management issues in developing countries. The environmental impact assessment of TWDS in Bandung may contribute to a higher standard of these facilities in the future as well as to provide information to policymakers about this issue to be taken into account in further waste management planning in Bandung city. Moreover, this environmental impact assessment could be used as an example for countries with similar environment, economy, and waste management conditions. In addition, this assessment will broaden comprehension of TWDS issue in the scientific community and will be helpful in further research. Since this research has not initiated yet, for now we are predicting our results. On the other hand, our vision is clear and have a potential to bring interesting information for not only the community and government of Bandung city has.

Acknowledgments: The research is supported by the Internal Grant Agency of the Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague – grant number 20213108.

REFERENCES

1. ASTM D5231-92. (2003). Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. ASTM, West Conshohocken.
2. BARNADI, D.A. et al. (2010). Analisis Pelaksanaan Kebijakan Pengelolaan Sampah Sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Bandung. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian, Bogor.
3. BALOGUN-ADELEYE, R., LONGE, E., AIYESIMOJU, K. (2019). Environmental assessment of municipal solid waste (MSW) disposal options: A case study of Olushosun landfill, Lagos State. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 640(1).
4. CAICEDO-CONCHA, D., SANDOVAL-COBO, J., WHITING, K. (2016). An experimental study on the impact of two dimensional materials in waste disposal sites: What are the implications for engineered landfills?. In: Sustainable Environment Research, 26(6), pp. 255-261.
5. CHOUDHURI, D., GUPTA, S. (2017). Impact of waste dump on surface water quality and aquatic insect diversity of Deepor Beel (Ramsar site), Assam, North-east India. In: Environmental Monitoring and Assessment, vol. 189, pp. 1-17.
6. DESHMUKH, K., AHER, S. (2017). Assessment of Soil Fertility Around Municipal Solid Waste Disposal Site Near Sangamner City, Maharashtra, India. In: Current World Environment, vol. 12, no. (2), pp. 401-410.
7. DETHIER, J.J. (2017). Trash, Cities, and Politics: Urban Environmental Problems in Indonesia. In: Indonesia, vol. 103, pp. 73-90.
8. FRANCISCA, F.M., GLATSTEIN, D.A. (2020). Environmental application of basic oxygen furnace slag for

- the removal of heavy metals from leachates. In: *Journal of Hazardous Material*, vol. 384.
9. GIDARAKOS, E., HAVAS, G., NTZAMILIS, P. (2006). Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. In: *Waste Management*, vol. 26, pp. 668-679.
 10. HAILE, T., ABIYE, T. (2012). Environmental impact and vulnerability of the surface and ground water system from municipal solid waste disposal site: Koshe, Addis Ababa. In: *Environmental Earth Science*, vol. 67, pp. 71-80.
 11. GILL, J., FAISAL, K., SHAKER, A. (2019). Detection of waste dumping locations in landfill using multi-temporal Landsat thermal images. In: *Waste Management & Research*, vol. 37, pp. 386-393.
 12. HÖLZLE, I. (2019). Contaminant patterns in soils from landfill mining. In: *Waste Management*, vol. 83, pp. 151-160.
 13. INDARTIK, I., SURYANDARI, E.Y., DJAENUDIN, D., PRIBADI, M.A. (2018). Household Waste Management in Bandung City: Added Value and Economic Potential. In: *Journal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, vol. 15(3), pp. 195-211.
 14. LESTARI, P., TRIHADININGRUM, Y. (2019). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. In: *Marine Pollution Bulletin*, vol. 149.
 15. MIAN, M.M., ZENG, X., NASRY, A.N.B., AL-HAMADANI, S.M.Z.F. (2017). Municipal solid waste management in China: a comparative analysis. In: *The Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 19, pp. 1127-1135.
 16. RAHARDJO, H., SATYANAGA, A., LEONG, E.C., NOH, O. (2017). Performance of Residual Soil as Cover System for a Sanitary Landfill in Singapore. In: *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 31, pp. 1-8.
 17. SALEM, M., RAAB, K., WAGNER, R. (2020). Solid waste management: The disposal behaviour of poor people living in Gaza Strip refugee camps. In: *Resource, Conservation and Recycle*, vol. 153.
 18. SIYARANAMUAL, M.D. (2013). *Social Interaction and Public Goods Provision: A Case of Waste Management in Bandung, Indonesia*. Bandung: Universitas Padjadjaran press.
 19. SUDIBYO, H., MAJID, A.I., PRADANA, Y.S., BUDHIJANTO, W., BUDIMAN, A. (2017). Technological Evaluation of Municipal Solid Waste Management System in Indonesia. In: *Energy Procedia*, vol. 105, pp. 263 – 269.
 20. TAHERI M., GHOLAMALIFARD, M., GHAZIZADE, M., RAHIMOGHLI, S. (2014). Environmental impact assessment of municipal solid waste disposal site in Tabriz, Iran using rapid impact assessment matrix. In: *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol. 32, pp. 162-169.
 21. TARIGAN, A.K.M., SAGALA, S., SAMSURA, D.A.A., FIISABIILILAH, D.F., SIMARMATA, H.A., NABABAN, M. (2016). Bandung city, Indonesia. In: *Cities*, vol. 50, pp. 100-110.
 22. TRABELSI, I., SELLAMI, I., DHIFALLAH, T., MEDHIOUB, K., BOUSSELMI, L., GHRABI, A. (2009). Coupling of anoxic and aerobic biological treatment of landfill leachate. In: *Desalination*, vol. 246, pp. 506-513.
 23. VAVERKOVÁ, D.M., ELBL, J., RADZIEMSKA, M., ADAMCOVÁ, D., KINTL, A., BALÁKOVÁ, L., BARTOŇ, S., HLADKÝ, J., KYNICKÝ, J., BRTNICKÝ, M. (2018). Environmental risk assessment and consequences of municipal solid waste disposal. In: *Chemosphere*, vol. 208, pp. 569-578.
 24. YANG, H., MA, M., THOMPSON, J., FLOWER, R. (2018). Waste management, informal recycling, environmental pollution and public health. In: *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 72, pp. 237-243.
 25. YASH, D.M., YOGENDRA, S., BABU, J. (2018). Economic analysis and life cycle impact assessment of municipal solid waste (MSW) disposal: A case study of Mumbai, India. In: *Waste Management & Research*, vol. 36, pp. 1177-1189.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

MAREŠOVÁ Denisa  <https://orcid.org/0000-0002-3353-3589>

Department of Sustainable Technologies, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21, Prague 6 Suchbát, Czech Republic

MAREŠ Kryštof  <https://orcid.org/0000-0002-5044-3892>

Department of Sustainable Technologies, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21, Prague 6 Suchbát, Czech Republic

IVANOVA Tatiana  <https://orcid.org/0000-0002-9831-4969>

Department of Sustainable Technologies, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21, Prague 6 Suchbát, Czech Republic

E-mail: ivanova@ftz.czu.cz

SATYAKTI Yayan  <https://orcid.org/0000-0002-6127-4457>

Department of Economics, Padjadjaran University, Indonesia

Data prezentării articolului: 15.10.2021

Data acceptării articolului: 20.11.2021

DOI: 10.5281/zenodo.5874241

UDC: 631.15:633.854.78(477.7)

ECONOMIC EFFICIENCY OF INTENSIVE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

Oksana YEREMENKO, Olga ONYSCHENKO

Abstract. The article concerns the issues of the state of sunflower seed production in the Southern Steppe of Ukraine and country as a whole. Studies (2017-2019) were carried out on tillage of this crop together with the use of a modified plant growth regulator AKM-K1, AKM-K2 with a different treatment scheme, including control without treatment, seed encrustation, spraying of plants during the growing season. Based on the results of the experiment and statistical data of Zaporizhzhya region and country as a whole, economic calculations were carried out, the dynamics of sunflower yield were analysed, taking its maximum and minimum values into account, the results of the economic efficiency of sunflower cultivation in Zaporizhzhya region were summed up, and recommendations were given to increase profitability level. The issue of increasing sunflower productivity in arid regions, with the introduction of low-cost and at the same time effective ways to increase its yield, is discussed. The establishment of experimental plots and carrying out research on them was done taking into account the selection of the best hybrids, a high level of agricultural technology, the use of mineral fertilizers in optimal doses, and also the system of integrated protection of seeds and plants from pests, diseases and weeds.

Key words: *Helianthus annuus*; Soil tillage; Plant growth regulators; Crop yield; Economic efficiency.

INTRODUCTION

Ukraine is a leading exporter of the oil industry products in the world market, as it is a powerful complex focused on sunflower oil production. This industry is very important for the country's economy and is one of the most important export industries. But, at the same time, it requires correction of certain aspects of its improvement and development (Лозовський, О. М., Слободянюк, С. В., 2013; Бурлака, Н. І., Балтрепус, О. М. 2016).

The sunflower and rapeseed are the main oilseed crops in Ukraine. The volume of sunflower production is significantly higher than that of rapeseed one and the gross harvest is 14923.4 thousand tons with a yield of 2.6 t/ha. The gross harvest of rapeseed in 2019 is 3302.9 thousand tons, with an average yield of 2.6 t/ha (Статистична інформація. Офіційний сайт Державного комітету статистики України. 2019).

Despite a rather significant increase in sunflower plantings (by almost 2 times over the last 10 years) and high level of profitability, during this period there is a decrease in crop yields (Сендецький, В. М. 2017). The level of profitability is growing due to the increase in prices; however, the cost of production increases every year due to the increase in the cost of seeds, mineral fertilizers, means of plant protection against pests and diseases, etc.

Due to the increase in the sowing area of sunflower, the profitability of other agricultural crops decreases, especially when it is cultivated in short crop rotations, where sunflower is sown in the fields for several years in a row. It also leads to a significant decrease in soil fertility and an increase in the field infestation with broomrape seeds. Such problems are relevant for Zaporizhzhya, Kherson, Mykolaiv and other regions of Ukraine.

A topical and urgent issue is to increase crop productivity using low-cost, but effective methods, one of which is the use of plant growth regulators for incrustation of seeds and spraying of crops during the growing season (Горова, А. І., Орлов, Д. С. 1995; Пономаренко, С. П. 2003; Присяжнюк, М. П. 2015).

The scientists such as V. Kalytka, O. Eremenko, S. Kalenska, A. Tymofichuk, I. Klymenko and others have made a significant contribution to the use of plant growth regulators in sunflower cultivation technology, as well as other agricultural crops (Єременко, О. А., Калитка, В. В. 2016а, б; Єременко, О. А., Калитка, В. В., Каленська, С. М. 2017а, б; Тимофійчук, О. Б. 2012; Клименко, І. І. 2015).

The introduction of innovative (intensive) technologies in sunflower growing from an economic and energy point of view is of great scientific and practical importance, as it provides an opportunity to optimize and reduce the cost per unit of the product obtained. With the help of such calculations, it is possible to determine the maximum level of yield per unit of sown area (Мицибора, В. І. 1994).

It is important to calculate these indicators for each farm separately, taking into account the growing conditions, the level of agricultural technology and other indicators for the selection of the best cultivars and hybrids into account, as well as the use of organic and mineral fertilizers; and selection of integrated plant protection system against diseases, pests, weeds, etc. (Бурка, А. В. 2008).

The aim of our research was to calculate the economic efficiency of the use of AKM-K1 and AKM-K2 growth regulators in sunflower plantations against the background of different soil tillage in the South of Ukraine.

MATERIALS AND METHODS

The research is based on the scientific publications of the main domestic and foreign scientists on the development of the economic and energy efficiency of agricultural production. In order to process the data, we used legislative and regulatory materials of the control and inspection services of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, the State Statistics Service of Ukraine, the Main Department of Statistics in Zaporizhzhya region, materials of scientific publications, reports of agricultural enterprises of Zaporizhzhya region, Internet, the own research by the authors.

The observations and data of plant growth and development, the formation of sunflower yield structure was carried out in accordance with the “Methodology of field experiments for the study of agro-technical methods of sunflower cultivation” (Поляков, А. И. и др. 2005). In the process carrying out the research, generally accepted scientifically and special research methods were used (Рожков, А. О., Каленська, С. М., та ін. 2016; Рожков, А. О., Пузік, В. К., Каленська, С. М. та ін. 2016).

The mathematical processing of the obtained results was carried out using the Agrostat software (Ушкаренко, В. О. та ін. 2008).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Since the sunflower is the main crop for exporting, the production of vegetable oil and animal feed in Ukraine, its cultivation provides a high income. Thus, sunflower cultivation with the introduction of innovative technologies into production contributes to an increase in the economic efficiency of cultivation of this crop and sustainable development of the agro-industrial complex. If we compare the production of sunflower and rapeseed in Ukraine, the former is almost six times higher by the gross harvest values (Fig. 1), which confirms the demand for its export.

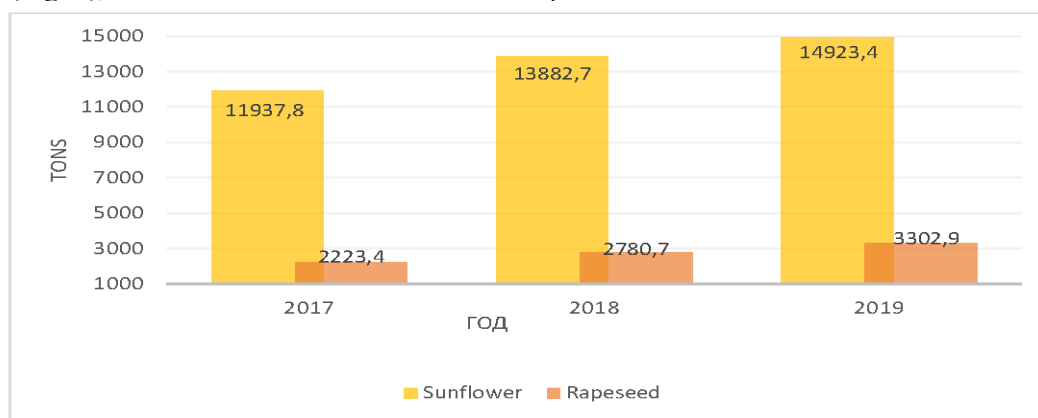


Figure 1. Sunflower and rapeseed production in Ukraine (2017-2019), thousand tons

Source: based on data from the State Statistics Service of Ukraine

In recent years, there has been a trend towards an increase in sunflower yield in the country (Fig. 2). This can be explained by the fact that in Ukraine, during its cultivation, foreign hybrids, which are more resistant to drought, diseases, pests, broomrape and other negative biotic and abiotic factors, began to be introduced into production. Also, the growing technology has improved in general: modern equipment, high-quality means of plant protection, elite sowing material and other aspects had a complex influence on the increase in yield and its quality.

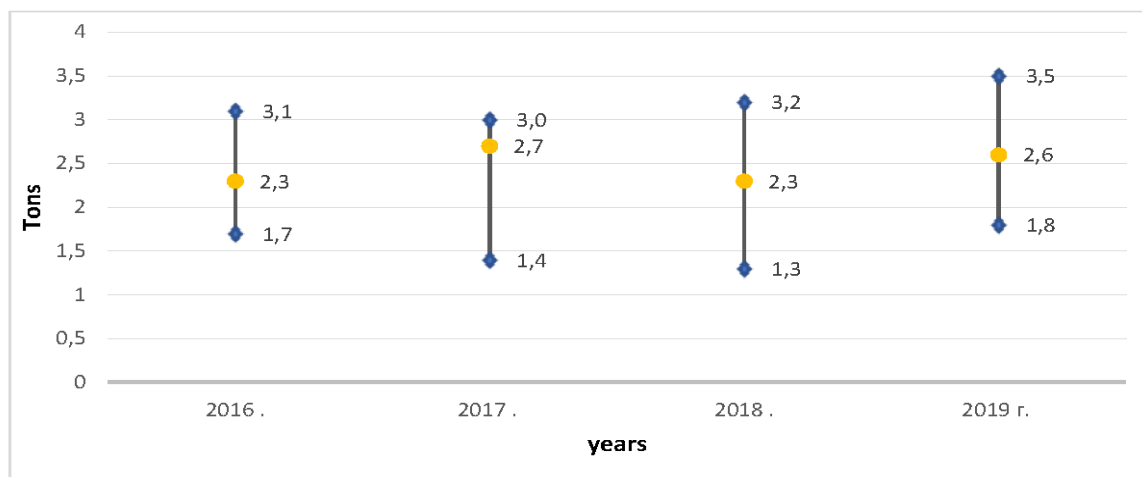


Figure 2. Sunflower yield dynamics in Ukraine in 2016-2019 (taking into account the indicators of maximum and minimum values into account), t/ha

Source: based on data from the State Statistics Service of Ukraine

However, in Zaporizhzhya and Donetsk regions, there has been a decrease in the yield of this crop over the past few years, since during this period there was insufficient rainfall, and the air temperature exceeded +37 °C. Consequently, the producers noted a weak filling of seeds and a high percentage of empty grain, which led to a decrease in productivity in these areas (Table 1).

Table 1. Dynamics of sunflower yield in Ukraine, t/ha

Region	1990, t/ha	2018, t/ha	Percentage, %
Vinnytsya	1.95	3.11	59
Volyn	0.90	2.94	227
Dnipropetrovsk	1.59	2.16	36
Donetsk	1.93	1.71	-11
Zhytomyr	1.61	2.09	30
Zakarpattia	1.45	1.97	36
Zaporizhzhya	1.49	1.27	-15
Ivano-Frankivsk	0.54	2.32	330
Kyiv	1.16	2.97	156
Kyrovograd	1.70	2.48	46
Lugansk	1.55	2.00	29
Lviv	-	2.34	39
Mykolayiv	1.53	1.94	27
Odessa	1.40	2.14	53
Poltava	2.03	2.86	42
Rivne	1.17	2.41	106
Sumy	1.60	2.91	82
Ternopil	2.03	2.69	33
Kharkiv	1.76	2.78	58
Kherson	0.87	1.62	86
Khmelnyskiy	0.90	3.07	241
Cherkasy	2.15	3.17	47
Chernihiv	1.75	2.68	53
Total for Ukraine	1.58	2.30	46%

Source: based on data from the State Statistics Service of Ukraine

In Zaporizhzhya region, the efficiency of sunflower seed production largely depends on agro-climatic conditions. Although the potential of natural fertility of the southern chernozem is 1.2 t/ha, with an optimal fertilization system for the field, it is possible to achieve a yield of 2.8-2.9 t/ha in the Steppe zone.

The use of plant growth regulators is a low-cost, but effective way to increase sunflower productivity (Table 2).

Table 2. *Economic efficiency of sunflower seed production of 'Talento' and 'Colombi' hybrids (2017-2019)*

Soil tillage	Hybrids	Treatment	Yield, t/ha	Value of the produce, UAH/ha*	Production costs, UAH/ha	Cost price, UAH/t	Net profit, UAH/ha	Profitability, %
Deep tilling	Colombi	Control (C)	1.78	18245	12660	7112	5585	44.12
		AKM-K1	2.20	22550	12702	5773	9848	77.53
		C+(AKM-K2)	2.14	21935	12898	6027	9037	70.07
		AKM-K1+AKM-K2	2.46	25215	12940	5260	12275	94.86
	Talento	Control (C)	1.81	18552	12660	6994	5892	46.54
		AKM-K1	1.99	20397	12702	6382	7695	60.58
		C+(AKM-K2)	2.03	20807	12898	6353	7909	61.32
		AKM-K1+AKM-K2	2.16	22140	12940	5990	9200	71.10
Ploughing	Colombi	Control (C)	1.68	17220	12760	7595	4460	34.95
		AKM-K1	1.93	19782	12802	6633	6980	54.53
		C+(AKM-K2)	1.91	19577	12998	6805	6579	50.62
		AKM-K1+AKM-K2	2.05	21012	13040	6360	7972	61.14
	Talento	Control (C)	1.43	14657	12760	8923	1897	14.87
		AKM-K1	1.73	17732	12802	7400	4930	38.51
		C+(AKM-K2)	1.76	18040	12998	7385	5042	38.79
		AKM-K1+AKM-K2	1.93	19782	13040	6756	6742	51.71

Source: built on the basis of the State Statistics Service of Ukraine, Main Department of Statistics in Zaporizhzhya region, reports of agricultural enterprises of Zaporizhzhya region and the results of the authors' own research

* - as of November 01, 2019

Our studies have proved that the highest level of profitability (94.86%) was in the variant AKM-K1+AKM-K2 with deep tilling ('Colombi' hybrid), while with ploughing this variant was 33.7 percentage points lower. 'Talento' hybrid showed lower economic efficiency than 'Colombi' hybrid in all variants. The lowest profitability indicator was noted in the control variant (C) with ploughing ('Talento' hybrid) and reached only 14.87%.

It should be noted that the profitability of all variant for deep tilling was higher than for ploughing: from 9.17 pp. (C) up to 33.72 p.p. (AKM-K1+AKM-K2).

The highest profitability was observed in AKM-K1+AKM-K2 variant with different soil tillage methods, both for 'Talento' and 'Colombi' hybrids.

Based on the research carried out, processing of legislative, regulatory materials of the control and inspection services of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, the State Statistics Service of Ukraine and other organizations mentioned above, it can be concluded that when growing sunflower in arid regions, in particular in Southern Steppe of Ukraine, it is necessary to follow the basic agrotechnological methods, which will be aimed at preserving moisture in the soil, while not impairing its fertility. This means that it is necessary to abandon ploughing and carry out the deep tilling in autumn in the fields that are being prepared for sowing sunflower in spring.

CONCLUSIONS

The highest level of profitability (94.86%) was observed in AKM-K1+AKM-K2 variants with deep tilling ('Colombi' hybrid), while on ploughing this variant was 33.7 percentage points lower.

The lowest profitability was noted in the control variant with ploughing ('Talento' hybrid) and reached 14.87%.

We recommend to carry out the incrustation of seeds 2-3 days before sowing the crop, with modernized AKM-K1 preparation, in order to increase the protective properties of the antioxidant system of the seed to abiotic and biotic environmental factors.

During the inflorescence emergence phase, plants should be sprayed with AKM-K2 in a tank mixture with plant protection products to remove the herbicide load and increase the adaptive properties of plants to thermal stress.

In the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, it is recommended not to carry out ploughing for sunflower, but deep tilling instead, which contributes to an increase in yield up to 4 t/ha.

To select sunflower hybrids with the greatest adaptive properties to the agrometeorological conditions of the growing zone.

Thus, it will be possible to achieve a high level of profitability when growing sunflower, not by increasing prices for products, but by increasing the yield and its quality, thereby not violating the agro-ecological conditions for growing other crops.

REFERENCES

1. БУРКА, А. (2008). Ринок соняшнику України: стан, тенденції, перспективи. Економіка АПК, №1, с. 23-25.
2. БУРЛАКА, Н.І., БАЛТРЕМУС, О.М. (2016). Стан та перспективи розвитку агропромислового комплексу України. В: Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики, № 6, с. 31-38.
3. ГОРОВА, А.І., ОРЛОВ, Д.С. (1995). Гумінові речовини. Київ: Наукова думка, с. 185-216.
4. ЕРЕМЕНКО, О.А., КАЛИТКА, В.В., КАЛЕНСКАЯ, С.М. (2017). Эффективность производства подсолнечника в условиях южной зоны Украины. В: Исследования, результаты: научный журнал, № 2, с. 171-180.
5. ЄРЕМЕНКО, О.А., КАЛИТКА, В.В. (2016). Вплив РРР на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. В: Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, № 1(58).
6. ЄРЕМЕНКО, О.А., КАЛИТКА, В.В., КАЛЕНСЬКА, С.М. (2017). Вплив регулятора росту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю гібридів соняшнику (F1) в умовах Південного Степу України. In: Plant Varieties Studying and protection, vol. 13, № 2, pp. 141-149. Doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105395
7. КЛИМЕНКО, І.І. (2015). Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрив на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. В: Селекція та насінництво, вип. 107. с. 183-188.
8. ЛОЗОВСЬКИЙ, О.М., СЛОБОДЯНЮК, С.В. (2013). Перспективи розвитку олійно-жирової галузі в Україні. В: Економічний аналіз, вип. 12(1), с. 195-198.
9. МИЦИБОРА, В.І. (1994). Економіка сільського господарства. Київ: Вища школа, 415 с.
10. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами по регіонах: [Статистична інформація], © Держстат України, 1998-2020. Доступ: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/sg/ovuzpsg/Arh_ovuzpsg_2019_u.html
11. ПОЛЯКОВ, А.І., ЧЕХОВ, А.В., НИКИТЧИН, Д.І. (2005). Методика полевых опытов по изучению агротехнических приемов возделывания подсолнечника. Запорожье, 22 с.
12. ПОНОМАРЕНКО, С.П. (2003). Регулятори росту рослин. Київ, 219 с.
13. ПРИСЯЖНЮК, М.П. (2015). Урожайність озимої пшениці в залежності від строків сівби, норм і способів застосування регуляторів росту: Збірник наукових праць ПДАТУ, № 23, с. 52-60.
14. РОЖКОВ, А.О., КАЛЕНСЬКА, С.М., ПУЗІК, Л.М., МУЗАФАРОВ, Н.М., БУХАЛО, В.Я. (2016). Дослідна справа в агрономії книга друга: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень: навчальний посібник. Кн. 2. Харків. 298 с.
15. РОЖКОВ, А.О., ПУЗІК, В.К., КАЛЕНСЬКА, С.М., ПУЗІК, Л.М., ПОПОВ, С.І., МУЗАФАРОВ, Н.М., БУХАЛО, В.Я., КРИШТОП, Є.А. (2016). Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. Кн. 1 Харків: Майдан, 300 с.
16. СЕНДЕЦЬКИЙ, В.М. (2017). Економічна ефективність вирощування соняшнику за передпосівного обробітку насіння регуляторами росту. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, вип. 27, с. 316-320.
17. ТИМОФІЙЧУК, О.Б. (2012). Рекомендації по застосуванню біостимуляторів росту і розвитку рослин нового покоління в технологіях вирощування кукурудзи. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 16 с.
18. УШКАРЕНКО, В.О., НІКІШЕНКО, В.Л., ГОЛОБОРОДЬКО, С.П., КОКОВІХІН, С.В. (2008). Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 372 с.

19. IEREMENKO, O., KALITKA, V. (2016). Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. In: IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), vol. 9(9), ver. 1, pp. 59–64. ISSN 2319-2372.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

YEREMENKO Oksana  <https://orcid.org/0000-0002-6415-0476>

PhD in Agricultural Sciences, professor, Faculty of Agrotechnologies and Ecology, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

E-mail: oksana.yeremenko@tsatu.edu.ua

ONYSCHENKO Olga  <https://orcid.org/0000-0001-7749-5273>

PhD student, Faculty of Agrotechnologies and Ecology, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

E-mail: onyschenkoolga@gmail.com

Data prezentării articolului: 17.11.2021

Data acceptării articolului: 03.12.2021