

EFFECTUL ÎNGRĂȘĂMÂNTULUI FOLIAR PISTACHIO MIX PLUS NPA ASUPRA RANDAMENTULUI ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR DE CIREȘ

Balan Valerian*, <https://orcid.org/0000-0001-9875-8888>

Vamasescu Sergiu, <https://orcid.org/0000-0001-5537-0306>

Russu Stanislav <https://orcid.org/0009-0005-9115-5589>

Buza Cornel, <https://orcid.org/0009-0006-3097-9709>

Talpalaru Dumitru, <https://orcid.org/0009-0003-7098-4535>

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*e-mail: valerianbalan@gmail.com

Summary. The objective of the study is to determine the effect of the Pistachio Mix Plus NPA foliar fertilizer based on nanotechnology on the yield and quality of cherry fruits. The research was carried out on the Ferrovie cherry variety, grafted on Gisela 6, planted at a distance of 4x1.5 m. During the years 2022-2024, the foliar fertilizer was administered in 4 phenophases of cherry flower bud development in the dose of 2.5 l/ha. Applying Pistachio Mix Plus NPA in three phenophases (white-pink bud, petal shaking, beginning of budding), fruit yield increased by 14.4-23.5%, and their weight increased by 4-18.1% in the treated varieties in relation to the witness.

Keywords: *Prunus avium*; foliar fertilization; yield; fruit quality.

Introducere

Fertilizarea în cultura pomilor ocupă un rol determinant în tehnologie, datorită influenței semnificative a macro și microelementelor, asupra calității și cantității producției de fructe. Actualmente, fertilizarea foliară cu microelemente a devenit un procedeu de bază în ansamblul activităților de îngrijire a livezilor intensive. Fiindcă livezile moderne se bazează în fond pe îngrășăminte chimice, gestionarea nutrienților în plantațiile perene este o provocare importantă la scară globală (Balan et al., 2001; Zulficar et al., 2019; Csihon et al., 2021).

Pomicultura modernă prevede utilizarea îngrășămintelor chimice, solubile în apă, în sisteme de irigare prin picurare și pentru pulverizare foliară pentru a crește randamentul și pentru a îmbunătăți calitatea fructelor (Malhotra, 2016). Îngrășămintele solubile în apă sunt în principal combinații de N, P, K, Ca, Mg, S și micronutrienți în diferite raporturi. Acestea sunt de puritate ridicată cu pH acid (5,5- 6,5), potrivite pentru aplicare foliară și fertirigare, permit utilizarea eficientă a nutrimenților, îmbunătățesc randamentul pomilor și calitatea fructelor. Fertilizarea foliară este potrivită pentru disponibilitatea micronutrienților pentru plante (Petu et al., 2010; Balan et al., 2001, 2015), permite compensarea rapidă de element deficitar, reducerea pierderilor de nutrienți în fertilizare și mărește recolta prin gestionarea corectă a apei și a nutrienților (Gogos et al., 2012).

Din categoria microelementelor cu importanță fertilizantă semnificativă fac parte Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, a căror concentrație maximă din plante nu depășește pragul de 0,01% din substanța uscată, dar dețin funcții primordiale din punct de vedere a proceselor fiziologice, biochimice și metabolice în viața plantelor. Îngrășămintele foliare au un impact mai redus asupra mediului și un efect pozitiv asupra recoltei și a calității fructelor. *Nutrienții aplicați foliar sunt absorbiți rapid și utilizați de plantă* (Tagliavini et al., 2002; Nagy, 2012).

În pomicultură, tehnologiile moderne sunt folosite în principal pentru a crește recolta și obținerea unor fructe cu valori nutritive ridicate. Tehnică modernă care permite fabricarea de dispozitive, de talie moleculară, este utilizată pe scară largă în agricultura modernă pentru a ajuta la cunoașterea agriculturii de precizie (Duhan et al., 2017).

Scopul acestei lucrări a fost de a *investiga impactul utilizării îngrășământului cu microelemente* (B – 0,3; Cu – 0,5; Fe – 2,0; Mn – 0,5; Zn – 1,0) Pistachio Mix Plus NPA bazat pe nanotehnologie asupra recoltei și calității fructelor de cireș.

Materiale și metode

Locul experimental. Studiul a fost realizat în zona pomicolă de Sud-Est a Republicii Moldova în perioada anilor 2022-2024 și anume la SRL "Balcom", s. Tudora, r. Ștefan Vodă. Solul este argilos ușor nisipos, conținutul de humus variază între 0,8 și 1,21%, pH-ul solului este alcalin (pH 7,6-8,3). Livada a fost plantată în anul 2014 cu soiurile de cireș Skeena, Ferrovia, Biggaro Burlat, altoite pe portaltoiul Gisela 6. Pomii sunt conduși sub formă de Fus subțire și plantați la distanța de 4 x 1,5 m. În livadă au fost aplicate lucrările de întreținere și protecție fitosanitară a pomilor, conform principiilor managementului integrat al dăunătorilor în cultura cireșului. Solul s-a menținut prin înierbare și cu erbicidare pe rândul de pomi. Benzile dintre rânduri, late de 2,5 m, s-au cosit de buruieni la necesitate și au rămas ca mulci. Pomii se irigă prin picurare.

Aplicarea tratamentelor. Obiectivul principal al acestui studiu a fost evaluarea efectului îngrășământului foliar bazat pe microelemente (Pistachio Mix Plus NPA), administrat pe fenofaze de vegetație, asupra recoltei și calității fructelor de cireș din soiul Ferrovia după cum urmează:

V1 - Martor netratat;

V2 - Dez muguritul + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului

V3 - Buton verde + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului

V4 - Buton alb-roz + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului

V5 - Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului

S-a cercetat aplicarea produsului Pistachio Mix Plus NPA foliar în 4 fenofaze de dezvoltare a mugurilor florali la cireș în doza de 2,5 l/ha, utilizând 500 l/ha de apă cu valoarea PH-ului slab acidă (Ph 6,5). Tratamentele s-au efectuat dimineața cu stropitoarea portabilă când viteza vântului era minimă și temperatura era mai scăzută. Primul tratament a fost aplicat în momentul crăpării solzilor la mugurii generativi și apariția bracteelor de culoare verde-deschis (V2); boboci florali vizibili și separați, verzi și puțin deșchiși, codita (pedunculul) florilor este alungita (V3); bobocul floral la majoritatea florilor capătă forma unei mingi de culoare alb-roz, petalele sunt bine dezvoltate și bobocul stă să înflorească. Prima floare este deschisă (V4); majoritatea petalelor au căzut (V5).

În continuare tratamentele au fost repetate în variantele V2, V3, V4 când toate petalele s-au scuturat și la începutul pârguitului, când fructele virează din verde spre culoare alb-roz, galben verzuie (Tab 1). Pentru tratament în fiecare variantă s-a utilizat câte 8 l de soluție la 24 pomi, ca o consecință de 500 l de soluție la hectar.

Tabelul 1

Timpul tratamentelor

Varianta	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024
V1 – Martor netratat	-	-	-
V2 – Dez muguritul + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	01.04	04.04	23.03
V3 - Buton verde + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	10.04	12.04	03.04
V4 - Buton alb-roz + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	21.04	22.04	13.04
V5 - Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	11.05	09.05	04.05

Experiențele au fost expuse liniar și au inclus 3 repetiții a câte 8 pomi fiecare. Între variante și repetiții s-au lăsat câte 1 pom netratat, pentru a evita reunire între variante sau repetiții în timpul efectuării tratamentelor.

Obiecte de studiu. Soiul Ferrovia este de genealogie necunoscută, în Germană numit „Schneiders Späte Knorpel”, în Turcă „0900 Ziraat”. Pomul este de vigoare mare, cu coroană

răsfirată, intră pe rod în anul cinci-șase după plantare, fructifică preponderent pe buchete de mai și ramuri mijlocii, are productivitate medie spre mare, instabilă. Soiul este autosteril. Polenizatorii - Lapins, Kordia, Skeena, Regina, Stella, Georgia.

Fructul este mare de 8,5–9 g, cordiform, de culoare brună-roșietică. Pulpa roșie, mai intens colorată lângă sâmbure, consistentă, zemoasă, semiaderentă la sâmbure, cu bune caracteristici gustative. Fermitatea moderată. Fructele sunt sensibile la crăparea cauzată de ploaie și monilioză, au rezistență bună la manipulare. Epoca de coacere - decada a treia a lunii iunie.

Pistachiomix Plus Npa® este soluție cu conținutul de microelemente (%): B – 0,3; Cu – 0,5; Fe – 2,0; Mn – 0,5; Zn – 1,0. Producător Tarim Ofisi® S.R.L. Turcia/ Isparta cartierul Gul Sanay,, nr. 25, Tel: +90 246 224 30 95.

Metode aplicate. Recolta de fructe pentru fiecare variantă s-a stabilit prin cântărirea individuală a fructelor de pe cei 24 pomi (kg/pom). Parametrii de calitate a fructelor au fost evaluați prin diametrul (mm) și greutatea (g) fructelor. Masa medie a unui fruct (g) s-a stabilit prin cântărirea unei probe de 1 kg de cireșe, în fiecare repetiție și numărarea ulterioară a lor. Diametrul fructelor a fost evaluat pe baza a 100 fructe, în perioada de recoltare, cu ajutorul șablonului recomandat la sortarea fructelor (Voen).

Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat prin metoda analizei dispersie monofactorială și metoda de corelație și regresie (B. Доспехов, 1985). Datele obținute în acest studiu sunt prezentate ca valori medii ± eroarea standard a mediei, calculată din trei repetiții paralele. A fost calculată abaterea medie pătratică. Compararea valorilor medii s-a bazat pe analiza unidirecțională a varianței (ANOVA) conform testului Tukey, la un nivel de semnificație de $P \leq 0,05$.

Rezultate și discuții

Actualmente, pentru a produce fructe durabile, este vital să se efectueze cercetări practice pentru a elabora noi metode de utilizare a îngrășămintelor cu eficiență nutrițională ridicată și ecologice, pe faze de vegetație, pentru a obține randamente mari de fructe calitative.

Randamentul solului de cireș în anii de cercetare a fost la nivel normal (Tab. 2). Efectul tratamentelor asupra recoltei arată că cel mai mic randament a fost obținut de la pomii în V1 (martor) în fiecare an (6,41-7,12 kg/pom), iar pomii tratați cu microelemente au prezentat valori de 7,07-8,98 kg/pom. În anul 2022 recolta a fost mai mare în V4 (8,60 kg/pom) unde s-au efectuat 3 tratări, prima în fenofaza buton alb-roz, a 2-a când toate petalele s-au scuturat și a 3-a la începutul pârguitului.

Tabelul 2

Efectul îngrășământului foliar Pistachio Mix Plus NPA asupra recoltei de cireș la soiul Ferrovina (Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9-11 ani)

Varianta	Recolta, kg/pom			Recolta t/ha		
	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024
V1	7,12±0,19	6,88±0,14	6,41±0,29	11,68	11,46	10,67
V2	8,06±0,21	7,17±0,08	7,11±0,12	13,42	11,94	11,84
V3	8,10±0,18	7,27±0,15	8,87±0,51*	13,49	12,11	14,77
V4	8,60±0,52*	7,87±0,41*	8,98±0,64*	14,43	13,11	14,96
V5	8,37±0,35	7,07±0,27	7,59±0,42*	13,94	11,77	12,64

Notă: * - diferențele sunt statistic veridice dintre variantele tratate și martor ($P < 0,05$).

În anul 2023 recolta de fructe a înregistrat aceeași legitate, ca și în anul 2022, în sensul că cel mai mare randament s-a obținut în V4. În anul 2024 recolta de fructe a prezentat valori între 6,41-8,98 kg/pom, fiind mai mare în V3, V4 și V5, unde valorile obținute sunt veridice comparativ cu martorul la pragul de semnificație $P < 0,05$.

Randamentul culturii raportat la hectar a fost, de asemenea, cel mai mic la pomii netratați (10,67-11,86 t/ha), în timp ce pomii tratați cu microelemente au prezentat valori între 11,77 și 14,96 t/ha. În anul 2022, cea mai mare recoltă (14,43 t/ha) a fost înregistrată în V4 în timp ce datele pomilor martor au fost mai mici cu 23,5% (11,68 t/ha). În anul 2023 randamentul în V4 (13,11 t/ha), de asemenea, a depășit martorul cu 14,4% (11,46 t/ha). În anul 2024 cel mai mare randament a fost realizat în variantele când tratările au început în fenofaza buton verde (V3), buton alb-roz (V4) și scuturatul petalelor (V5). În concluzie menționăm, că diferența veridică dintre variantele tratate V3, V4, V5 și martor se datorează faptului că tratările cu microelemente a pomilor s-a efectuat 3 ani consecutiv.

Mărimea cireșelor a fost între 27,4 și 28,8 mm în primii doi ani, iar în anul 2024 diametrul fructelor s-a micșorat și a constituit 24,5-26,3 mm (Tab. 3). Aceste diferențe sunt mai evidente la determinarea greutateii fructelor, deoarece tratamentele foliar, pe fenofaze de fructificare, cu microelemente au contribuit la o creștere de 9,7-17,4% în anul 2022 (9,9-10,8 g) comparativ cu martorul netratat (9,2 g), iar fructe mai mari au fost culese în V3 și V4 (10,4-10,8 g).

Tabelul 3

Efectul îngrășământului foliar Pistachio Mix Plus NPA asupra mărimii cireșelor la soiul Ferrovía (Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9-11 ani)

Varianta	Diametrul fructelor, mm				Masa fructelor, g			
	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Media, 2022-2024	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Media, 2022-2024
V1	27,4	27,6	24,5	26,5	9,2	9,9	7,7	8,93
V2	27,9	27,6	25,4	26,96	9,9	10,7	8,1	9,56
V3	28,3	28,5	26,3	27,70	10,4	11,7	8,7	10,26
V4	28,5	28,8	26,2	27,83	10,8	11,3	9,0	10,36
V5	27,9	28,8	25,9	27,53	10,1	10,7	8,2	9,66

În 2023, greutatea fructelor în variantele tratate a fost mai mare cu 4-18,1% (10,7-11,7 g), dar în anul 2024 masa fructelor culese a depășit martorul cu 5,1-11,7%. Astfel, în 2023 masa fructelor în V1 a fost de 9,9 g, în timp ce cireșele din pomii tratați cu îngrășământul foliar Pistachio Mix Plus NPA a fost de 10,7-11,7 g. În anul 2024 greutatea fructelor s-a micșorat simțitor (7,7 g/fruct), comparativ cu anii precedenți (9,2-11,7 g/fruct), deoarece temperaturile ridicate din timpul dezvoltării lor au accelerat coacerea.

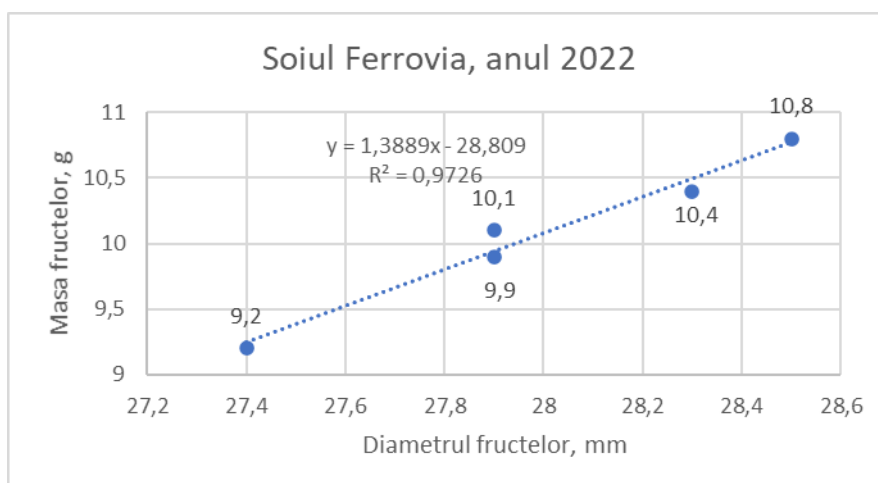


Figura 1. Variația masei fructelor de cireș la soiul Ferrovía în funcție de diametrul lor (Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9 ani)

Relațiile dintre diametrul și masa cireșelor la recoltare sunt semnificative (fig. 1, 2). Datele prezentate pe figura 1 într-adevăr se aranjează liniar, iar valoarea credibilității ($R^2=0,9726$) de aproximație $R^2 > 0,95$ este un bun argument, care confirmă caracterul liniar al acestora. Informația referitor la corelația dintre diametrul și masa cireșelor (fig. 2), pe anii de studii, demonstrează un nivel de credibilitate destul de înalt, unde R^2 egal cu 0,8937. Astfel, corelația dintre diametrul și masa fructelor la maturitate manifestă un trend liniar și permite determinarea diametrului cireșelor știind masa lor, confirmat și de alți autori (Balan V. et al. 2017).

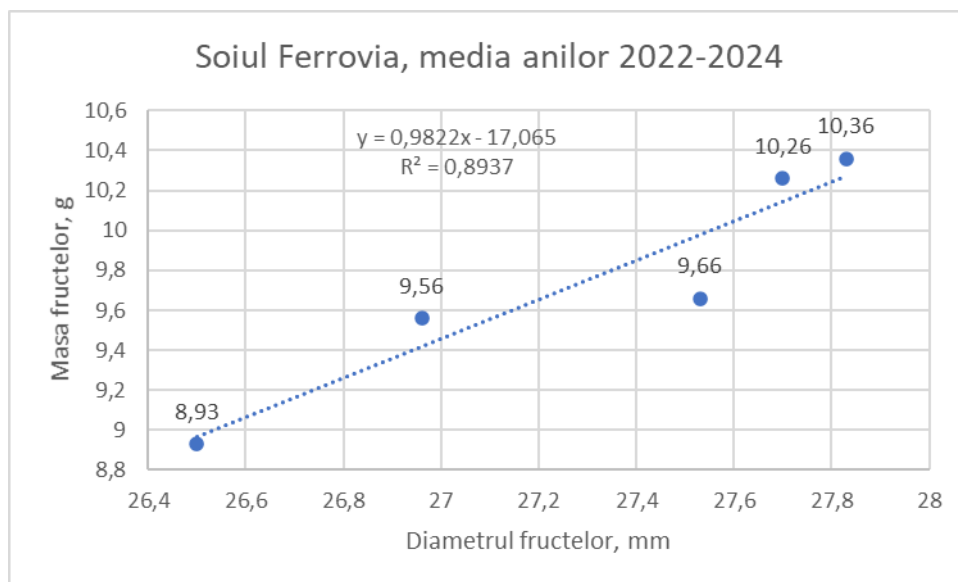


Figura 2. Variația masei fructelor de cireș la soiul Ferrovია în funcție de diametrul lor
(Portaltoiuul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9-11 ani)

Concluzii

Randamentul și calitatea fructelor de cireș pot fi îmbunătățite eficient folosind îngrășământul foliar bazat pe nanotehnologie. Utilizarea foliar a soluției de microelemente de B – 0,3%, Cu – 0,5%, Fe – 2,0%, Mn – 0,5% și Zn – 1,0% în doza de 2,5 l/ha, de trei ori în perioada de creștere a cireșelor, a contribuit la mărirea recoltei la specia cireș cu 14,4-23,5%.

Primul tratament de efectuat când bobocul floral la majoritatea florilor capătă forma unei mingi de culoare alb-roz, petalele sunt bine dezvoltate și prima floare este deschisă, al 2-lea tratament când toate petalele s-au scuturat și al 3-lea tratament, când fructele virează din verde spre culoare alb-roz, galben verzuie.

Valorile mărimii și masei cireșelor, pe ani, a crescut cu 9,7-17,4% în 2021, cu 4-18,1% în 2023 și cu 5,1-11,7% în variantele tratate comparativ cu martorul.

Notă. Acest studiu a fost susținut de Universitatea Tehnică a Moldovei prin subprogramul instituțional „Centrul de cercetare și extensiune pentru agricultură, biodiversitate și dezvoltare rurală”.

Referințe

1. Balan, V. (2015). Tehnologii în intensificarea culturii mărului și cireșului. *Academos* 2, pp. 74-79.
2. Balan, V., Cimpoeș, Gh., Barbăroșie, M. (2001). *Pomicultura*. Chișinău: MUSEUM, 452 p. ISBN 9975-906-39-7.
3. Balan, V., Ivanov, I., Șarban, V., Balan, P., Vamașescu, S. (2017). Modificările calității cireșelor (*Prunus avium* L.) în timpul maturării. În: *Știința agricolă*, nr. 2, pp. 43-49. ISSN 1857-0003.

4. Csihon, Á., Gonda, I., Holb, I. J. (2021). Effect of a nanotechnology-based foliar fertilizer on the yield and fruit quality in an apple orchard. *International Journal of Horticultural Science* 27: 29-32. <https://doi.org/10.31421/ijhs/27/2021/9809>.
5. Duhan, J. S., Kumar, R., Kumar, N., Kaur, P., Nehra, K., Duhan, S. (2017). Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. *Biotechnology Reports* 15. 11–23.
6. Gogos, A., Knauer, K., Bucheli, T. D. (2012). Nanomaterials in Plant Protection and Fertilization: Current State, Foreseen Applications, and Research Priorities. *J. Agric. Food Chem.* 60. 9781-9792. <https://doi.org/10.1021/jf302154y>
7. Malhotra, S. K. (2016). Water soluble fertilizers in horticultural crops - an appraisal. – *Ind. J. Agric. Sci.* 86: 1245-1256.
8. Nagy, P. T. (2012). Bioregulátor kísérletek eredményei és gyakorlati hasznosítási tapasztalatai a gyümölcsstermesztésben. *Debreceni Egyetem. AGTC MK Kertészettudományi Intézet.* 97 p.
9. Peteu, S.F., Oancea, F., Siciua, O.A., Constantinescu, F., Dinu, S. (2010). Responsive polymers for crop protection. *Polymers* 2(3): 229–251. <https://doi.org/10.3390/polym2030229>
10. Tagliavini, M., Drahorad, W., Dalla Via, J. (2002). Preface. *Acta Horticulturae* 594. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594>.
11. Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., Munne-Bosch, S. (2019). Nanofertilizer use for sustainable agriculture: advantages and limitations. – *Plant Sci.* 289: 110270. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110270.
12. Доспехов, А. С. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 351 с.