DOI: https://doi.org/10.55505/sa.2025.2.06
UDC: 634.711:631.543.2

CREȘTEREA ȘI FRUCTIFICAREA SOIULUI DE ZMEUR „ENROSADIRA” ÎN CÂMP DESCHIS ÎN FUNCȚIE DE DENSITATEA TULPINILOR ANUALE

Dmitri DODICA[1], ORCID: 0009-0000-5948-2727,
Valerian BALAN[2*], ORCID: 0000-0001-9875-8888

[1]Fundația de Binefacere „Caritas Moldova”,
[2]Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

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

Abstract. The research carried out in the plantation of „Cebotari Daniela” farm in the 2023-2024 period has been aimed to evaluate the effects of adjusting the density of annual fruiting canes on the productivity, fruit quality and fruiting period of raspberry plants. The object of the research were raspberry plants, primocane variety „Enrosadira”, cultivated in open field. The planting distance was 2.5 m x 0.45 m. The following cane density variants per linear meter were studied: V1-12 canes, V2 - 14 canes, V3 - 16 canes, V4 - 18 canes (control), and V5 - 20 canes. The varying cane density produced differences in the productive potential of raspberry and morphometric parameters of fruits. The highest yield were recorded in the variants with 14 canes per linear meter. The number of shoots per annual cane, the number of fruits per inflorescence, fruit weight, fruit length, large diameter and small diameter had highest values in the variants with 12-14 canes per linear meter. In these variants there was a fruit set delay of 9 days compared to those with more than 16 canes per linear meter. Increasing the density above this level resulted in crowding, decreased fruit quality and reduced fruiting time. Physico-chemical indicators (soluble solids content SSC%, titratable acidity TA %, SSC/TA ratio presented insignificant differences in relation to fruiting cane density per linear meter.

Keywords: *Raspberry; Open field; Canes density; Harvest time; Crop yield; Fruit quality.*

Rezumat. Cercetările au fost realizate în plantația GT „Cebotari Daniela” în anii 2023–2024. S-a evaluat influența normării tulpinilor anuale de rod asupra productivității, calității fructelor și perioadei de fructificare a plantelor de zmeur. Obiectul cercetărilor au fost plantele de zmeur din soiul remontant „Enrosadira”, cultivat în teren deschis. Distanța de plantare a fost de 2,5 m x 0,45 m. S-au studiat următoarele variante de densitate a tulpinilor pe metru liniar: V1 -12 tulpini, V2 - 14 tulpini, V3 - 16 tulpini, V4 - 18 tulpini (martor), și V5 - 20 tulpini. Densitatea tulpinilor a determinat diferențe semnificative între variante privind potențialul de producție al zmeurului și parametrii morfometrici ai fructelor. Cea mai mare recoltă s-a înregistrat în variantele cu 14 tulpini pe metru liniar. Numărul de lăstari pe tulpini anuale, numărul de fructe pe inflorescență, masa fructului, lungimea fructului, diametrul mare și diametrul mic au atins valori mai mari în variantele cu 12-14 tulpini pe metru liniar. În aceste variante s-a observat o întârziere a fructificării cu 9 zile față de cele cu un număr mai mare de 16 tulpini pe metru liniar. Creșterea densității peste acest nivel a dus la aglomerare, scăderea calității fructelor și reducerea perioadei de fructificare. Indicatorii fizico-chimici ai fructelor de zmeur (concentrația substanței uscate solubile CSUS %, aciditatea titrabilă %, raportul gustativ CSUS/aciditatea titrabilă) au prezentat diferențe nesemnificative în funcție de densitatea tulpinilor de rod la metru liniar.

Cuvinte-cheie: *Zmeur; Teren deschis; Densitatea tulpinilor; Perioadă de recoltare; Randament; Calitatea fructelor.*

INTRODUCERE

Zmeurul (*Rubus idaeus L.*) ocupă locul secund în topul arbuștilor fructiferi cultivați în Republica Moldova. Datorită calităților gustative și fitoterapeutice ale fructelor, cererea pentru zmeur este foarte mare pe piața locală, ceea ce a impulsionat extinderea culturii pe scară largă (Sava, 2019; Balan & Dodica, 2023; Turețchi, 2021). Introducerea soiurilor noi de zmeur necesită testare și studiere pentru a determina cele mai adaptate varietăți la condițiile locale, cu potențial de recolte ridicate. Un factor esențial în creșterea productivității este îmbunătățirea activității aparatului fotosintetic, în special prin reglarea densității tulpinilor și drajonilor (Babuc, 2012; Sava, 2016; Balan et al., 2021).

Perioada de maturare a fructelor de zmeur remontant variază în funcție de mai mulți factori, precum soiul, tipul de sol, condițiile climatice ale zonei de cultură, sezonul meteorologic, densitatea tulpinilor de rod, lățimea fâșiei fructifere, regimul de fertilizare și umiditate (Babuc, 2012; Balan et al., 2017; Cimpoieș, 2018). Conform cercetătorului american Steven Liebowitch, numărul optim de tulpini de rod pe metru liniar este de 4-7 tulpini anuale puternice, în funcție de soi. Alte surse indică un interval mai larg, de 15-25 tulpini pe metru liniar, cu distanța între tulpini de 10-20 cm (Ярославцев, 1987).

O problemă majoră în cultivarea zmeurului remontant, cultivat pentru două recolte pe sezon, este concurența excesivă între tulpinile bienale și drajoni, ceea ce duce la scăderea productivității și vigoarea tulpinilor anuale de rod. În special, pentru soiurile cu vigoare mare, această concurență reduce randamentul, deoarece resursele energetice sunt orientate spre producerea unui număr mare de drajoni, în detrimentul fructificării.

Soiul „Enrosadira” este recunoscut pentru caracteristicile sale remontante, oferind fructe de calitate pe mai multe perioade ale anului. Normarea densității tulpinilor anuale de rod reprezintă o practică agronomică esențială, influențând direct creșterea, dezvoltarea și fructificarea plantelor. În culturile în teren deschis, menținerea unui echilibru între densitatea de plantare și sănătatea plantelor este crucială pentru obținerea unor producții ridicate și pentru extinderea perioadei de recoltare.

La soiul „Enrosadira” se formează un număr relativ mare de drajoni (peste 20 de drajoni pe metru liniar), începând cu anul al treilea de vegetație. Dacă drajonii nu sunt normați în perioada martie-mai, aceștia vor crește și se vor transforma în tulpini anuale de rod până în iunie, ceea ce poate duce la întârzierea maturării fructelor, reducerea dimensiunii drupeolelor și scăderea randamentului (Davidescu, 2002). În perioadele ploioase, o densitate mare a tulpinilor poate favoriza putrezirea fructelor și dezvoltarea bolilor fungice.

Lipsa răririi drajonilor și supradimensionarea densității tulpinilor duce la concurență excesivă între plante, scăzând productivitatea. În schimb, reducerea densității tulpinilor poate crește productivitatea pe plantă, fenomen cunoscut sub denumirea de „compensarea productivității”, care apare atunci când scăderea numărului de tulpini este compensată de creșterea randamentului pe tulpină (Crandall et. al., 1974).

Studiul propune analiza influenței normării densității tulpinilor anuale de rod asupra productivității, dimensiunii și calității fructelor, precum și asupra perioadei de fructificare la soiul de zmeur remontant „Enrosadira”, cultivat în condiții de teren deschis. Prin ajustarea densității plantelor, se urmărește identificarea configurației optime pentru maximizarea randamentului și prelungirea perioadei de recoltare.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada martie 2023 – septembrie 2024 în zona pomicolă Centru, raionul Ialoveni, satul Malcoci, în GȚ „Cebotari Daniela". Obiectivul principal al studiului a fost evaluarea plantelor de zmeur remontant, soiul „Enrosadira", cultivate în teren deschis, cu vârsta de 2 ani, plantate în primăvara anului 2021, pe o suprafață de 0,5 hectare. Condițiile de cultură au inclus distanțe de plantare de 2,5 m între rânduri și 0,45 m între plante pe rând. Plantele de zmeur au fost conduse pe spalier simplu, în bandă, palisate pe trei rânduri de sârmă dublă. Terenul dintre rânduri a fost întreținut ca ogor negru. Irigarea a fost realizată din primul an de la plantare, prin instalarea tuburilor de irigare prin picurare de-a lungul fiecărui rând, cu un volum de apă utilizat de 800-1000 tone pe sezon, în funcție de necesitate. Nivelul de umiditate a fost monitorizat cu tensiometre, pH-ul solului și al apei cu pH-metrul, iar electroconductibilitatea electrică (EC) a apei cu EC-metrul portabil.

În perioada de vegetație, s-au aplicat următoarele fertilizări: de două ori prin fertigare cu N12:P61, norma de 9 kg/ha; până la înflorire, fertilizare foliară dublă cu biostimulatori (Naturamin WSP, 0,75 l/ha și Kelpak, 3 l/ha); după înflorire și până la maturarea fructelor, s-au aplicat de trei ori fertilizări prin fertigare cu preparate chimice solubile (N19:P19:K19) în doză de 8 kg/ha și (N15,5:Ca26) în doză de 4 kg/ha, în faza de formare a fructului verde și maturare.

Normarea densității tulpinilor anuale a variat între 12 și 20 de plante pe metru liniar, de bandă cu lățimea de 0,5 metri, distanțate la cca 20-30 cm. Au fost analizate următoarele variante:

- V1: 12 tulpini pe metru liniar;
- V2: 14 tulpini pe metru liniar;
- V3: 16 tulpini pe metru liniar;
- V4 martor (M): 18 tulpini pe metru liniar;
- V5: 20 tulpini pe metru liniar.

Zmeurul se conduce în benzi pe spalier, fiecare repetiție a avut o lungime de 5 metri liniari. Managementul și tehnologia de întreținere a plantației au fost la nivel înalt, asigurând condiții optime pentru dezvoltarea plantelor în toate variantele studiate.

Cercetările au fost executate conform metodologiei generale pentru experimente în câmp și laborator, urmărindu-se parametrii de creștere, productivitate, perioada de fructificare și calitatea fructelor. Înălțimea tulpinilor anuale a fost măsurată cu o riglă de 2 metri lungime, iar grosimea tulpinilor anuale a fost determinată la 10 cm de la nivelul solului, utilizând șublerul mecanic. Măsurătorile au fost realizate în lunile mai și iulie, în data de 20, pe un număr de 10 tulpini din fiecare repetiție. În perioada butonului alb și după căderea ovarelor, la începutul lunii iulie, s-au făcut observații privind gradul de înflorire. Cantitatea de fructe a fost calculată prin numărare, în prima săptămână de recoltare. Lungimea și diametrul fructelor la bază sa măsurat cu șublerul mecanic, luând-se în calcul 50 fructe de pe 3 plante din variantă (Мойсейченко et al., 1994). Masa medie a fructelor a fost apreciată în faza de maturare completă, prin cântărirea unui eșantion de 50 de fructe, în patru repetiții, cu cântar digital, model „SF 400". Recolta s-a determinat pe variante, repetiții și termene de recoltare a fructelor. Recoltarea fructelor a fost realizată în două reprize, pe măsură ce fructele ajungeau la maturitate, recoltarea fiind efectuată vertical, în jos, pe lungimea tulpinilor. Productivitatea pe tulpină și pe hectar s-a calculat pentru fiecare variantă.

Brix-ul fructelor a fost determinat la o probă de 50 de fructe recoltate în a doua săptămână de recoltare, în condiții de laborator. Pentru evaluarea calității, s-au recoltat 100 de fructe de pe 5 metri liniari, în două reprize de câte 25 de fructe fiecare, urmând

să se compare diferențele între variante cu nivel de semnificație de 5%. Rezultatele au fost prelucrate statistic prin analiza de dispersie (Доспехов, 1985). Tăierea drajonilor în exces s-a realizat de două ori în sezon, la începutul și sfârșitul lunii mai, când drajonii aveau înălțimea de 25-30 cm de la sol. Perioada de dezmugurire, înflorire și recoltare a fost investigată pentru anii 2023 și 2024.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Anul 2023 a fost caracterizat prin condiții climaterice aspre pentru creșterea vegetativă și generativă a plantelor de zmeur remontant, fiind marcat de temperaturi ridicate în perioada lunilor de vară și de o secetă hidrologică severă în timpul recoltării. Temperaturile înalte în perioada de recoltare (între +28°C și +37°C) au avut un impact negativ asupra creșterii în înălțime a drajonilor, precum și asupra dimensiunii și calității fructelor în prima lună de recoltare, august. În anul 2024, condițiile climaterice au fost și mai aspre, ceea ce a influențat negativ calitatea și productivitatea fructelor în luna august. În primele două luni de vegetație, nu s-au înregistrat diferențe semnificative în creșterea vegetativă între cele cinci variante de cercetare. Totuși, odată cu creșterea în înălțime a plantelor și cu normarea tulpinilor de rod, s-a observat o reducere a înălțimii și a grosimii tulpinilor de rod, mai ales în variantele cu un număr mai mare de 14 tulpini anuale pe metru liniar (Tabelul 1).

Tabelul 1. *Dinamica creșterii tulpinilor anuale la soiul de zmeur „Enrosadira” în funcție de densitatea acestora*

Varianta	Perioada de determinare	Înălțimea tulpinilor anuale, cm		Diametrul tulpinilor anuale, cm	
		Anul 2023	Anul 2024	Anul 2023	Anul 2024
V1	Mai	80	65	0,8	0,7
	Iulie	189	178	1,3	1,3
V2	Mai	80	65	0,8	0,8
	Iulie	184	175	1,3	1,3
V3	Mai	70	60	0,6	0,6
	Iulie	176	172	1,0	1,0
V4	Mai	60	55	0,6	0,5
	Iulie	174	170	0,9	0,8
V5	Mai	55	50	0,5	0,5
	Iulie	172	170	0,8	0,8

Cea mai mare creștere anuală în înălțime și grosime a tulpinilor a fost înregistrată în variantele cu 12-14 tulpini anuale pe metru liniar (V1; V2), în timp ce cea mai mică creștere a fost observată în V5, unde s-au păstrat 20 tulpini pe metru liniar, urmată de varianta martor. În anul 2023, s-a observat o creștere mai intensă a drajonilor la începutul vegetației comparativ cu anul 2024, ceea ce a fost explicat prin condiții climatice mai favorabile în luna martie și în prima decadă a lunii mai din 2023, față de aceeași perioadă din 2024.

În luna mai a anului 2023, în varianta martor, înălțimea drajonilor a fost de 60 cm, fiind cu 20 cm mai mică față de variantele 1 și 2, și cu 5 cm mai mare față de V5. În ceea ce privește diametrul drajonilor, situația este similară, fiind mai mic în cazul în care numărul de plante pe metru liniar este mai mare. După 60 de zile de la prima măsurare,

s-a observat o creștere a tulpinilor anuale cu 114 cm în varianta martor, 109 cm în V1 și 104 cm în V2. În iulie 2023, cele mai înalte și groase plante în diametru s-au înregistrat în V1 și V2, iar cele mai slab dezvoltate în V5, urmate de varianta martor. În concluzie putem menționa că, în 2023, normarea drajonilor în luna mai la un număr de 12-14 tulpini pe metru liniar a stimulat creșterea acestora la începutul vegetației, comparativ cu variantele martor, V3 și V5.

În anii de cercetare, creșterea primară a drajonilor a fost cea mai intensă în variantele 1, 2 și 3, și cea mai slabă în V5. La a doua măsurare, în faza de formare a fructului verde, în varianta martor s-a înregistrat o creștere în înălțime de 115 cm, în timp ce în variantele cu 12-14 tulpini de rod, creșterea a fost de 130 cm în V1 și 110 cm în V2. În practică, s-a demonstrat că densitatea drajonilor pe metru liniar determină creșterea și dezvoltarea tulpinilor anuale de rod, fiind mai dezvoltate în cazul variantelor cu drajoni mai rari. Astfel, cel mai mic diametru al tulpinilor a fost observat în variantele cu 20 drajoni urmat de varianta cu 18 drajoni, în timp ce cel mai mare diametru s-a înregistrat în variantele cu 12 și 14 drajoni pe metru liniar.

Creșterea tulpinilor anuale în înălțime s-a încetinit constant până la formarea fructelor verzi. Stoparea creșterii tulpinilor în înălțime la sfârșitul lunii iunie – începutul lunii iulie a fost influențată și de temperaturile ridicate, precum și de dezvoltarea organelor generative și, ulterior, de procesul de fructificare, fiind mai puțin influențată de dezvoltarea aparatului foliar. Pe parcursul perioadei de cercetare s-a constatat înrăutățirea stării fitosanitare a plantelor de zmeur în variantele V3, V4 și V5, cauzată de aerisirea slabă dintre plante pe bandă. Analizând valorile creșterii plantelor de zmeur prezentate în tabelul 1 comparativ cu datele prezentate de alți autori (Balan et al., 2017; Sava, 2019) se poate aprecia că ele sunt medii cu cele considerate optime. Menționăm că, asigurarea plantelor cu apă, lumină și aerisire între plante este factorul esențial în procesul de normare a drajonilor, ceea ce ne demonstrează rezultatul cercetărilor efectuate (Balan et al., 2021; Balan & Dodica, 2023).

Datorită spațiului de nutriție mai mare dintre plantele de zmeur pe bandă, s-a constatat o dezvoltare mai abundentă a numărului de inflorescențe și a numărului de fructe în variantele cu 12 - 14 tulpini anuale pe metru liniar, comparativ cu variantele cu 16 - 20 tulpini anuale pe metru liniar, unde diferența este de aproximativ 30%. Odată cu îndesirea plantelor pe metru liniar, volumul aparatului foliar, numărul de ramuri laterale și numărul de inflorescențe se reduc, ceea ce duce la obținerea unui număr mai mic de fructe pe ramurile laterale de rod (Tabelul 2).

În anul 2023, indicatorii de fructificare a zmeurului din soiul „Enrosadira” au fost ușor mai înalți în toate variantele comparativ cu anul 2024. În anul 2023, sa obținut greutatea fructului de 3,8 grame în varianta martor și de 4,9 grame în variantele 1 și 2, iar producția de fructe obținută pe metru liniar de bandă în varianta martor a fost de 2,7 kg, fiind cu 18,5-55,5% mai mică decât în variantele cercetate. Recolta la hectar în varianta martor a fost de 10,8 t/ha în anul 2023 și 8,64 t/ha in anul 2024, ceea ce reprezintă o scădere de 6 -7,04 t/ha față de V2 și o diferență de 2,0-3,96 t/ha față de V3. Cea mai redusă producție la hectar în cei doi ani de cercetare a fost în V5, cu un volum de 8 t/ha, fiind mai mică cu 80-110% față de V1 și V2.

Cercetările efectuate în perioada de recoltare din anii 2023-2024 au evidențiat faptul că, odată cu creșterea densității tulpinilor anuale peste 14 tulpini pe metru liniar, s-a înregistrat o scădere a masei fructelor în varianta martor cu aproximativ 19,5-19,6% față de variantele V1 și V2. În anul 2024, reducerea greutății fructelor a condus la o recoltă mai mică pe plantă de 0,12 kg în varianta martor, fiind cu 0,16 kg mai mică față de V1 și cu 0,08 kg mai mică față de V2, și cu 0,02 kg mai mare față de V5. Recolta obținută în varian-

ta martor a fost inferioară atât din punct de vedere al numărului de fructe, cât și al greutății fructelor. Ca urmare, producția de fructe recoltată pe metru liniar de bandă în anul 2024 în varianta martor a fost mai mică cu 1,04-1,12 kg față de V1 și cu 1,6-1,76 kg față de V2. În concluzie, reducerea densității drajonilor de la 18 la 14 unități într-un an secetos și neprielnic cultivării zmeurului poate conduce la un spor de recoltă de 6,4-7,04 t/ha, ceea ce reprezintă o creștere valorică mai mare cu 81,48% față de variantă martor.

Tabelul 2. *Potențialul de producție al zmeurului, soiul „Enrosadira” în funcție de densitatea tulpinilor anuale de rod*

Indicatori	Varianta				
	V1	V2	V3	V4 (M)	V5
ANUL 2023					
Numărul de lăstari pe tulpini anuale, buc.	22	22	20	17	16
Numărul de fructe pe inflorescență, buc.	8	8	6	6	5
Masa fructului, g	4,9	4,9	4,2	3,8	3,7
Producția de fructe, kg/plantă	0,30±0,005	0,30±0,006	0,20±0,005	0,15±0,006	0,10±0,005
Producția de fructe pe metru liniar, kg	3,6	4,2	3,2	2,7	2,0
Perioada de fructificare	08.08 - 05.10.23	08.08 - 05.10.23	08.08.- 05.10.23	2.08. - 24.09.23	02.08. - 24.09.23
Recolta la hectar, tone	14,4	16,8	12,8	10,8	8,0
Anul 2024					
Numărul de lăstari pe tulpini anuale, buc.	20	20	18	16	15
Numărul de fructe pe inflorescență, buc.	8	8	6	6	5
Masa fructului, g	4,6	4,6	4,1	3,7	3,7
Producția de fructe, kg/plantă	0,28±0,007	0,2±0,008	0,1±0,007	0,12±0,008	0,1±0,007
Producția de fructe pe metru liniar, kg	3,36	3,92	3,04	2,16	2,0
Perioada de fructificare	27.07 - 20.09.24	27.07. - 20.09.24	27.07.- 20.09.24	21.07.- 11.09.24	21.07. - 11.09.24
Recolta la hectar, tone	13,44	15,68	12,16	8,64	8,0

Analiza rezultatelor cercetărilor a evidențiat un factor extrem de important legat de maturarea fructelor și perioada de recoltare la zmeur. În variantele V1, V2 și V3, maturarea fructelor a întârziat cu aproximativ 9 zile față de V4 și V5, ceea ce a influențat direct perioada de recoltare, care în 2023 a fost de 58 zile pentru variantele 1-3, comparativ cu 53 zile pentru variantele 4 și 5. În 2024, aceste perioade s-au redus la 53 zile pentru variantele 1-3 și 50 zile pentru variantele 4 și 5, iar întârzierea maturării în variantele 1-3 față de 4-5 a fost de 6 zile.

Sezonul de fructificare în anul 2024 a fost afectat semnificativ de temperaturile extreme (între +37°C și +43°C în timpul zilei), scăderea umidității relative și pauzele de recoltare cauzate de temperaturile foarte înalte și ploile intermitente de câteva zile, ceea ce a stopat fructificarea pentru 12-15 zile în perioada 12-28 august, apoi reluarea acesteia odată cu scăderea temperaturilor la +24°C +28°C și reluarea precipitațiilor.

Modificările în perioada de recoltare, cauzate de procese tehnologice de reglare a densității tulpinilor anuale de rod, pot avea impact economic atât pozitiv, cât și negativ, în funcție de condițiile pieței în perioada de recoltare. În 2024, fructele recoltate în luna august au avut un aspect mai uscat și o greutate mai redusă comparativ cu cele din 2023, în ciuda irigării și fertilizării regulate efectuate în perioada de fructificare.

Stabilirea corectă a numărului de tulpini anuale de rod pentru soiul „Enrosadira” este esențială, mai ales când se respectă regimul de fertilizare și irigare. În cazul unei dezvoltări slabe a plantelor, normarea tulpinilor poate fi ajustată în funcție de gradul de dezvoltare a acestora (înălțime și diametru). Din punct de vedere fotosintetic frunzele sunt formate din 3-5-7 foliole. Pe un drajon se formează 40-50 frunze, într-un ritm mai rapid în prima jumătate a verii (Cimpoieș, 2018). S-a observat că frunzele în variantele 1 și 2 au fost mai lungi (8-9 cm) și mai late (6,5-7,0 cm), indicând un aparat foliar mai dezvoltat comparativ cu variantele 3 și 4, unde indicele foliar a fost mai redus.

Impactul asupra calității fructelor a fost influențat de numărul de tulpini anuale de rod pe metru liniar. Variantele cu 12-14 tulpini au produs fructe de calitate superioară și de dimensiuni mai mari, în timp ce variantele cu 16-20 tulpini au avut o recoltă mai mică și fructe mai mici. Alegerea între normarea cu mai mult de 16 tulpini sau cu un număr mai mic implică considerente economice și de management: varianta cu mai multe tulpini necesită mai puține cheltuieli manuale, dar produce fructe mai mici și o recoltă mai redusă, în timp ce varianta cu mai puține tulpini oferă fructe mai mari, dar necesită un control mai strict și costuri mai mari pentru normarea drajonilor, mai ales în cazul suprafețelor industriale.

În urma analizei organoleptice (Tabelul 3) și a selecției fructelor pe categoria de calitate, s-a constatat că cea mai mare lungime a fructului în cei doi ani de cercetare (1,9-2,0 cm) a fost obținută în variantele cu 12-14 tulpini de rod pe metru liniar de bandă. Aceasta indică faptul că, la cel mai mic număr de tulpini anuale pe metru liniar, s-a obținut cea mai mare lungime a fructului, comparativ cu varianta martor și V5, unde s-a înregistrat o lungime de 1,5-1,6 cm.

În comercializarea fructelor de zmeur, dimensiunea fructelor influențează atât atractivitatea pentru consumatori, cât și prețul de vânzare. Fructele mai mari sunt adesea considerate de calitate superioară și pot fi evaluate după un sistem de clasificare bazat pe diametru, pentru a asigura standarde de calitate și pentru a satisface preferințele pieței. Astfel, măsurarea diametrului este esențială pentru sortarea și comercializarea eficientă a zmeurilor (Cimpoieș, 2018).

Tabelul 3. *Parametrii morfologici ale fructelor de zmeur la soiul „Enrosadira” în funcție de densitatea tulpinilor anuale pe metru liniar*

Varianta	Lungimea fructului, cm	Diametrul mare a fructului, cm	Diametrul mic a fructului, cm	Indicele de formă a fructului
Anul 2023				
V1	2,0	1,6	0,7	1,25
V2	2,0	1,6	0,7	1,22
V3	1,8	1,4	0,6	1,28
V4 (M)	1,6	1,2	0,6	1,33
V5	1,6	1,2	0,5	1,33
Anul 2024				
V1	1,9	1,5	0,6	1,26
V2	1,9	1,5	0,6	1,26
V3	1,9	1,4	0,4	1,35
V4 (M)	1,7	1,2	0,5	1,41
V5	1,5	1,2	0,4	1,25

Conform măsurărilor efectuate, cel mai mare diametru al fructelor a fost înregistrat în anul 2023, atingând 1,6 cm, în timp ce în anul 2024, valorile au fost de 1,5 cm pentru variantele V1 și V2. În general, în anul 2023, calitatea fructelor recoltate a fost mai înaltă, acest lucru fiind explicat prin condițiile climaterice mai favorabile în perioada recoltării și prin cultivarea zmeurului fără plasă de umbrire. Conform cercetării efectuate asupra soiului de zmeur „Enrosadira”, forma fructului este de tip conic mediu alungit, ceea ce a fost confirmat de indicele de formă al fructului. Valorile indicelui au fost mai ridicate în variantele 3 și 4 (1,35 și 1,41) în anul 2024 și în variantele 4-5 (1,33) în anul 2023, indicând o formă mai apropiată de conică medie. În contrast, fructele mai bombate au un indice de formă mai mic, ceea ce înseamnă că lungimea fructului este mai redusă în raport cu diametrul, fiind caracteristice variantelor 1 și 2.

Este important de menționat că parametrii morfologici ai fructelor, inclusiv forma, sunt corelați cu particularitățile biologice ale soiului, precum și cu alți indicatori precum greutatea medie a fructului și densitatea tulpinilor pe metru liniar. Aceste corelații pot influența calitatea și productivitatea plantei, fiind esențiale pentru selecție și gestionarea culturii (Tabelul 4).

Tabelul 4. *Indicatorii fizico-chimici ai fructelor de zmeur la soiul „Enrosadira” în funcție de densitatea tulpinilor anuale de rod pe metru liniar*

Varianta	Substanța uscată solubilă, CSUS,%	Aciditatea titrabilă,%	Raportul gustativ (CSUS/Aciditatea titrabilă)	Fructe de calitatea I, %	Fructe de calitatea II, %
Anul 2023					
V1	10,85	1,39	7,81	90	10
V2	10,85	1,39	7,81	90	10
V3	10,88	1,40	7,77	78	22
V4	10,5	1,40	7,50	75	25
V4 (M)	10,4	1,40	7,43	73	27
Media	10,69	1,39	7,66	81,2	18,8
Anul 2024					
V1	10,95	1,36	7,94	80	20
V2	10,95	1,36	7,94	80	20
V3	10,90	1,38	7,81	70	30
V4 (M)	10,85	1,39	7,76	68	32
V5	10,85	1,45	7,43	65	35
Media	10,9	1,38	7,77	72,6	27,4

Studiul asupra dinamicii concentrației substanței uscate solubile (CSUS) în funcție de densitatea tulpinilor de rod la metru liniar nu a evidențiat o legătură clară, fiind înregistrată doar o diferență nesemnificativă de 1,82-2,73% între variantele din experiență (Tabelul 4). Cel mai ridicat indicator CSUS în anii 2023-2024, a fost înregistrat în V1 și V2, în timp ce cel mai scăzut în variantele 4-5. Conținutul de Brixº depinde de caracteristicile biologice ale soiului și de numărul de zile însorite în timpul dezvoltării fructelor. Totuși, calitatea gustativă a fructelor este influențată de raportul dintre CSUS și aciditatea titrabilă, exprimată în procente, care indică gradul de maturare și corelează gustul dulce-acrișor al zmeurului (Yiping et al., 2022; Spasojevic et al., 2024). tAciditatea titrabilă a variat nesemnificativ, fiind între 1,36-1,45% în ambii ani de studiu.

Raportul gustativ (CSUS/Aciditatea titrabilă) al fructelor de zmeur este influențat de soi, stadiul de maturitate, condițiile de cultură și relația sol-climă. Pentru aprecierea calității gustative, se folosește o valoare de referință între 5-8%, în care fructele au un gust plăcut, dulce-acrișor, preferat de consumatori Dacă raportul depășește 8%, fructele au un gust dulce echilibrat, cu aciditate slabă (Koraqi et al., 2019). În experiențele efectuate, raportul gustativ în variantele studiate s-a situat între 7,43%-7,98% în anul 2024 și între 7,43%-7,81% în 2023, indicând calități gustative superioare, adecvate pentru piața fructelor de consum curent. În varianta martor și V5, s-a înregistrat o aciditate ușor mai ridicată cu 0,01-0,09% față de variantele.

Pentru aprecierea gradului de calitate a zmeurilor, a fost efectuată numărarea fructelor în fiecare variantă și clasificarea lor după gradul de calitate. În varianta martor, anul 2024, dintr-o probă de 100 de fructe recoltate, s-au obținut doar 68 de fructe de calitate I, întregi, cu fermitate înaltă, în faza de maturare de consum, cu vârful fructelor tare, și 32 de fructe de calitatea II, prezentând mici deformări structurale, cu vârful ușor moale. Aspectul vizual al zmeurilor din caserola de plastic a demonstrat cel mai atractiv aspect în V1 și V2, caracterizat prin luciu pronunțat și intens, din cele 100 de fructe, fiind obținute 80 de fructe de calitatea I și 20 de fructe de calitatea II, toate fără deformări semnificative. Fructele cele mai necalitative au fost obținute în variantele 3-5, anul 2024 (30-35 fructe) și în V5, anul 2023 (27 fructe).

Prețul de comercializare a zmeurilor variază în funcție de calitatea fructelor și de sezonul de vânzare. Perioada de vânzare pe rafturile supermarketurilor este mai lungă pentru fructele complet coapte, de calitate I, fără deformări structurale ale drupeolelor. În prima lună de comercializare (august), la începutul perioadei de recoltare, prețul mediu de vânzare pe câmpul deschis pentru zmeurii din anul 2024 a fost de 65-75 lei/kg, comparativ cu variantele V4 șiV5, la un preț de 35-45 lei/kg, diferența fiind de 20-30 lei/kg, ceea ce influențează în final rentabilitatea culturii soiului remontant „Enrosadira” (Figura 1). Creșterea prețului de vânzare în luna septembrie, a doua lună de recoltare, se explică prin scăderea constantă a volumelor de producție pe piața locală, ceea ce determină o creștere a prețului pentru zmeure proaspete, chiar dacă consumul de fructe în toamnă scade drastic, vânzările însă rămân stabile.

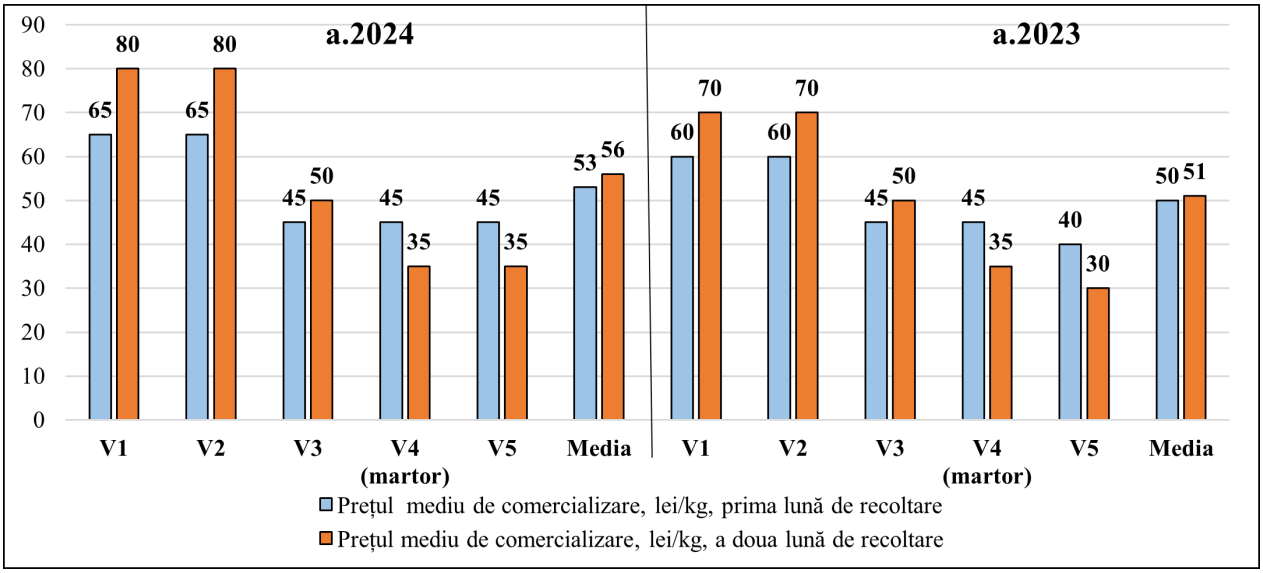

Figura 1. *Prețurile medii de comercializare a zmeurilor proaspete în funcție de densitatea tulpinilor anuale de rod și perioada de recoltare*

În anul 2023, prețurile de comercializare a zmeurelor pe piața locală au fost mai mici cu 5-10 lei/kg comparativ cu anul 2024, în funcție de perioadă și variantă. În V1 și

V2, prețul de vânzare a fost mai mic cu 5 lei/kg, în timp ce în variantele 4-5 a fost cu 5 lei/kg mai mare. În varianta martor, prețul de comercializare a fost de 40 lei/kg în prima lună de recoltare, cu o scădere de 10 lei/kg în luna a doua. Dacă prețul de vânzare a crescut în variantele 1-3 în luna a doua de recoltare, în variantele 4-5 s-a înregistrat o descreștere, ceea ce se explică prin preferințele consumatorilor locali pentru zmeure de calitate superioară, chiar la un preț mai ridicat. În plus, zmeure recoltate din variantele 1-3 se comercializează mai ușor, fără perioade de stagnare pe rafturi sau depozite, pe când zmeure din varianta martor, fiind mai mici în greutate, beneficiază de o atenție mai redusă din partea consumatorilor locali. Astfel, o densitate optimă a tulpinilor de zmeur contribuie la obținerea unor fructe de calitate și prețuri mai bune.

Pentru soiurile remontante, prelungirea perioadei de recoltare este esențială din motive economice și pentru optimizarea cheltuielilor asociate recoltării. Pentru comercializare, este recomandat să se adapteze densitatea plantelor și perioada de recoltare pentru a maximiza profitul. Acest lucru poate fi realizat la soiul „Enrosadira” prin aplicarea unei tehnologii corecte de cultivare. În urma analizei organoleptice și a manipulării mecanice, s-a constatat că fermitatea și transportabilitatea fructelor sunt mai ridicate în V1, V2 și V3, în timp ce în varianta martor și în V5 aceste caracteristici sunt mai scăzute. Pierderile de producție în timpul recoltării manuale a zmeurelor în varianta martor sunt de aproximativ 2-3% din producția totală recoltată, în timp ce în V1, V2 și V3 acestea sunt de aproximativ 1-1,5%.

CONCLUZII

Cercetările efectuate în condiții de câmp și laborator au evidențiat impactul densității tulpinilor asupra creșterii, productivității și calității fructelor de zmeur ,,Enrosadira”, în condițiile unei culturi în teren deschis.

Rezultatele obținute au demonstrat că o densitate moderată de 14 tulpini pe metru liniar optimizează atât productivitatea, cât și extinderea perioadei de fructificare. La această densitate, s-a înregistrat o creștere semnificativă a numărului de fructe pe plantă și o perioadă de recoltare mai lungă, comparativ cu alte densități. Creșterea densității peste acest nivel a dus la aglomerare, scăderea calității fructelor și reducerea perioadei de fructificare.

Normarea densității tulpinilor de rod influențează semnificativ productivitatea și perioada de fructificare a zmeurului ,,Enrosadira”. Densitatea optimă pentru cultura în teren deschis este de 14 tulpini pe metru liniar, pe o bandă lată de 0,5 m, asigurând un echilibru între randament și prelungirea perioadei de recoltare. Astfel, densitatea tulpinilor de rod pe metru liniar reprezintă un factor decisiv pentru obținerea unor recolte de zmeur de calitate superioară, cu impact economic variabil în funcție de condițiile climatice.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2012). *Pomicultura*. Chișinău. 664 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
2. BALAN, V.; T. CALALB; N. CIORCHINĂ; A. CUMPANICI; D. DODICA et al. (2017). *Cultura arbuștilor fructiferi și căpșunului*. Chișinău: «Bons Offices», 434 p. ISBN 978-9975-87-263-8.
3. BALAN, V. & D. DODICA (2023). Perspective în cultura zmeurului în Republica Moldova. In: *Sectorul agroalimentar - realizări și perspective*: materialele simpozionului științific internațional, Chișinău, 11-12 noiembrie, 2022. Chișinău, pp. 141-143. ISBN 978-9975-165-51-8. Disponibil: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/23165/Simpoz-Sector-Agroalimentar-Realizari-perspective-2022-p-141-143.pdf?sequence=1&isAllowed=y

4. BALAN, V.; A. PEȘTEANU; Gh. NICOLAESCU; C. OJOG & V. JEREGHI. (2021). *Bunele practici de creștere a fructelor, strugurilor și pomușoarelor în contextul schimbărilor climatice*. Ghid practic pentru producătorii agricoli. Chișinău: Bons Offices, 150 p. ISBN 978-9975-87-781-7.
5. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). *Pomicultura specială*. Chișinău: Print Caro, 557 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
6. CRANDALL, P. C.; J. D. CHAMBERLAIN & K. A. BIDERBOST (1974). Cane Characteristics Associated with Berry Number of Red Raspberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 99(4), pp. 370-372.
7. DAVIDESCU, D. (2002). *Cultivarea arbuștilor fructiferi*. București, 202 p.
8. KORAQI, H.; N. DURMISHI; L. KIMETE; RIZANI; S. RIZANI et al. (2019). Chemical composition and nutritional value of Raspberry fruit (*Rubus idaeus L.*). *UBT International Conference*, vol. 397. DOI10.33107/ubt-ic.2019.397.
9. SAVA, P. (2019). *Sporirea productivității agrișului și zmeurului în cultura intensivă prin selectarea soiurilor și perfecționarea structurii plantațiilor*. Teză de doctor habilitat în științe agricole. Chișinău, 332 p.
10. SAVA, P. (2016). *Cultura zmeurului în Republica Moldova*. Chișinău, 157 p. ISBN 978-9975-58-099-1.
11. SPASOJEVIC, S.; V. MAKSIMOVIĆ; D. MILOSAVLJEVIĆ; I. DJEKIC; D. D. RADIVOJEVIĆ et al. (2024). Variation in chemical, textural and sensorial traits among remontant red raspberry (*Rubus idaeus L.*) cultivars maintained in a double–croping system. *Plants*, vol. 13(23). Disponibil: https://doi.org/10.3390/plants13233382
12. TUREȚCHI, V. (2021). Sectorul agricol al culturilor multianuale bacifere în Republica Moldova – evoluție, eficiență, oportunități, riscuri. In: *Creșterea economică în condițiile globalizării*: conferința internațională științifico-practică, ediția a 15-a, Chișinău, 15-16 octombrie 2021. Chișinău: INCE, vol. 1, pp. 384-389. ISBN 78-9975-3529-8-7 (PDF).
13. YIPING, Yu; Y. GUANG; S. LANYING; S. XINGSHUN; B. YIHONG et al. (2022). Comprehensive evaluation of 24 red raspberry varieties in Northeast China based on nutrition and taste. *Foods*, vol. 11 (20). Disponibil: https://doi.org/10.3390/foods11203232
14. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки ре-зультатов исследования)*. Москва: Агропромиздат, 351 с.
15. МОЙСЕЙЧЕНКО, В. Ф.; А. Х. ЗАВЕРЮХА и М. Ф. ТРИФОНОВА (1994). *Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве*. Москва: Колос, 365 с.
16. ЯРОСЛАВЦЕВ, Е. И. (1987). *Малина*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 306 р.

Conflict of interests
The authors declare that they have no conflict of interests.

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

Paper history
Received 06.10.2025; Accepted 05.11.2025

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