

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.1.06>

CZU: 635.64:632.111.8

REAȚIA FORMELOR PARENTALE ȘI HIBRIZILOR F₂ DE TOMATE LA TEMPERATURI STRESANTE

Nadejda MIHNEA, Diana CLIMAUȚAN, Cristian ROȘCA

Abstract. The paper presents data on the response of F₂ hybrid combinations and parental forms of tomato at different temperatures (optimal 25°C and stressful 40°, 42°C), tested in laboratory conditions. It was established that stressful temperatures significantly affect the early ontogenesis of tomato varieties and hybrids by suppressing the growth of the embryonic root, stem and seedling (sometimes by stimulating them). Cluster analysis by the k-media method demonstrated that stressful temperatures manifested a higher discriminating ability of tomato clusters for seedling length and embryonic root length characters, which reveals a more pronounced specificity of interaction at these temperatures. Florina, Wake, Prestij and Rome varieties and F₂ hybrid combinations Mary Gratefullt x Pontina, Prestij x Pontina, Rome x Wake have the highest complex resistance in terms of the reaction of the embryonic root, stem and seedling at 42°C temperature. They are of interest in the further process of breeding.

Key words: *Lycopersicon esculentum*; Temperature; Heat resistance; Evaluation; Embryonic root; Embryonic stem; Seedling; Length; Variability.

Rezumat. În lucrare sunt prezentate date cu privire la reacția combinațiilor hibride F₂ și a formelor parentale de tomate la diferite niveluri de temperatură (optimală – 25°C și stresante – 40°, 42°C), testate în condiții de laborator. S-a stabilit că temperaturile stresante influențează semnificativ ontogeneza timpurie a soiurilor și hibrizilor de tomate prin reprimarea creșterii rădăcinii, tulpiniței și plantulei (uneori prin stimularea acestora). Analiza clusteriană prin metoda k-mediilor a demonstrat că temperaturile stresante au manifestat o capacitate discriminantă mai înaltă a clusterelor de tomate pentru caracterele lungimea plantulei și lungimea rădăcinii, ceea ce relevă specificitatea de interacțiune mai pronunțată cu aceste temperaturi. Soiurile Florina, Deșteptarea, Prestij, Roma și combinațiile hibride F₂ Mary Gratefully x Pontina, Prestij x Pontina, Roma x Deșteptarea au înregistrat cea mai înaltă rezistență complexă în ceea ce privește reacția rădăcinii, tulpiniței și plantulei la temperatura de 42°C, astfel acestea prezintă interes în procesul de ameliorarea de mai departe.

Cuvinte-cheie: *Lycopersicon esculentum*; Temperatură; Rezistență la căldură; Evaluare; Rădăcinii; Tulpiniță; Plantulă; Lungime; Variabilitate.

INTRODUCERE

Tomatele fac parte din categoria celor mai profitabile legume pentru producători, fiind și printre cele mai populare și consumate fructe și legume din lume (Fernandis, A. 2002; Nasir, M. 2015). Popularitatea tomatelor se explică prin gama bogată de arome, forme, dimensiuni și culori (Tieman, D. 2017), prin valoarea nutritivă înaltă a fructelor (Marti, R. et al. 2016), prin diversele forme de consum accesibile: în stare proaspătă, preparate – în amestec cu alte legume, sosuri, ghiveciuri, roșii marinate, murate, roșii umplute etc. sau procesate industrial – pastă, conserve, sucuri etc. (Barone, A. et al. 2008; Mihnea, N. 2016; Li, Y. 2018).

Stresul termic este un factor abiotic major care limitează productivitatea culturilor la nivel mondial (Battisti, D. 2009; Bită, C. 2013). Pe baza mai multor scenarii, se preconizează că până la sfârșitul secolului al XXI-lea temperaturile globale vor crește în medie cu 1–3,7°C față de nivelurile lor din 1986–2005 (IPPC, 2014). 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). Chiar dacă creșterea temperaturii poate fi benefică în unele regiuni, reducerea productivității este inevitabilă dacă nu se vor implementa strategii de adaptare (Porter, J. et al. 2014).

Roșiile sunt deosebit de sensibile la stresul termic. Temperatura optimă pentru cultivarea roșiilor este 25–30°C ziua și 20°C noaptea (Camejo, D. et al. 2005; Ribeiro, R. et al. 2008; Carvalho, R. et al. 2011). O creștere cu câteva grade față de temperatura optimă poate afecta foarte mult organele de reproducere, în special în ce privește viabilitatea polenului, dezvoltarea gameților, și poate inhiba capacitatea de polenizare, ceea ce, în consecință, duce la scăderea considerabilă a productivității (Peet, N. et al. 1997; Sato, S. et al. 2000; Firon, N. et al. 2006). Temperaturile înalte pot afecta semnificativ atât productivitatea, cât și calitatea fructelor (Nahar, K., Ullah, S. 2011). Obținerea recoltelor stabile la tomate, micșorarea pierderilor din cauza bolilor și factorilor nefavorabili de mediu pot fi realizate prin crearea soiurilor rezistente, cu stabilitate ecologică și plasticitate înaltă (Mihnea, N. 2016; Mihnea, N. 2017).

Scopul cercetărilor noastre a fost de a determina efectul stresului termic asupra organelor de creștere și dezvoltare ale plantelor de tomate în ontogeneza timpurie, precum și de a selecta combinații de perspectivă pentru lucrul ulterior de ameliorare.

MATERIALE ȘI METODEDE

În calitate de material inițial pentru cercetările preconizate au fost utilizate 8 combinații hibride F₂ – Pontina x Mary Gratefully, Prestij x Pontina, Pontina x Prestij, Formă locală Timișoara x Mary Gratefully, Mary Gratefully x Florina, Deșteptarea x Florina, Deșteptarea x Pontina, Roma x Deșteptarea și 7 forme parentale – Mary Gratefully, Pontina, Prestij, Roma, Formă locală din Timișoara, Florina, Deșteptarea. Dintre acestea, soiurile Mary Gratefully, Prestij și Deșteptarea au fost create în cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

Aprecierea mostrelor de tomate în baza rezistenței la temperaturi înalte s-a efectuat în conformitate cu recomandările metodice ale Institutului de Fitotehnie din Rusia, urmărindu-se capacitatea de creștere a rădăcinilor embrionare, a tulpiniței și a plantulei după menținerea acestora la temperaturi ridicate în decurs de 6 ore (Ивакин, А. 1979). Au fost utilizate următoarele regimuri: 25°C, 40°C și 42°C.

Analizele clusteriene au fost efectuate prin construirea dendrogramelor în baza algoritmului aglomerativ-iterațional – metoda Ward și a metodei *k*-mediilor (Savary, S. et al. 2010). În cadrul metodei *k*-mediilor au fost programate 4 clustere.

Datele obținute au fost prelucrate statistic în pachetul de soft STATISTICA 7. Reprezentarea grafică, tabelară și textuală s-a efectuat cu ajutorul programelor Microsoft Office 2007.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul testării combinațiilor hibride F₂ și a formelor parentale la temperaturi stresante în baza lungimii rădăciniței, tulpiniței și plantulei s-a depistat o variabilitate destul de înaltă a caracterelor analizate în funcție de genotip și nivelul de temperatură (Fig. 1). S-a constatat că, în condiții optime, lungimea rădăciniței la formele parentale a variat în limitele 33,2–47,4 mm, în timp ce la 40°C valoarea acestui parametru a constituit 15,1–42,6 mm (Fig. 1A). Gradul de inhibare a creșterii sub influența temperaturii de 40°C pentru formele parentale a fost în intervalul 14,8–54,5%, cu excepția soiului Mary Gratefully, la care s-a înregistrat o stimulare cu 11,8% (comparativ cu creșterea în condiții optime). O inhibare puternică s-a constatat la soiurile Pontina (54,5%), Roma (45,7%). Gradul de inhibare la combinațiile hibride a variat în intervalul 5,5–47,7%. Stimulare nesemnificativă s-a înregistrat la combinația hibridă Formă locală Timișoara x Mary Gratefully (0,5%). Prin rezistență sporită a rădăciniței embrionare s-au manifestat combinațiile F₂: Mary Gratefully x Florina, Deșteptarea x Florina, Deșteptarea x Pontina, la care gradul de inhibare a creșterii a fost de 15,9%, 13,4% și, respectiv, 5,5% (comparativ cu condițiile optime). Sub influența temperaturii de 42°C, inhibarea creșterii rădăciniței s-a manifestat astfel: cu 7,5–56,8% la formele parentale și cu 4,8–36,8% la combinațiile hibride. O inhibare relativ joasă s-a constatat la Forma locală Timișoara (7,5%), Roma (7,7%), Prestij (11,1%) și combinațiile hibride F₂: Formă locală din Timișoara x Mary Gratefully (4,8%), Pontina x Prestij (7,3%), Mary Gratefully x Pontina (10,3%), Roma x Deșteptarea (14,8%).

În rezultatul evaluării lungimii tulpiniței în varianta martor, variabilitatea caracterului s-a încadrat în limitele 15,1–34,2 mm (Fig. 1B). Sub influența temperaturii de 40°C, inhibarea a fost de 0,5–47,2%. Stimularea creșterii tulpiniței s-a înregistrat la soiurile Mary Gratefully (32,6%), Deșteptarea (12,3%) și la combinațiile hibride F₂: Formă locală Timișoara x Mary Gratefully (17,8%), Mary Gratefully x Florina (15,8%), Deșteptarea x Florina (0,6%).

Testarea reacției plantelor de tomate la temperatura de 42°C a demonstrat o reprimare nesemnificativă la soiul Mary Gratefully (7,9%), Prestij (8,0%) și F₂ Pontina x Prestij (4,6%). Stimulare s-a atestat la soiul Pontina și Formă locală Timișoara – cu 18,8% și, respectiv, 8,5%, precum și la F₂ Formă locală Timișoara x Mary Gratefully – 1,8%. Cea mai puternică influență a temperaturii asupra lungimii tulpiniței s-a atestat la combinațiile F₂ Mary Gratefully x Pontina, Prestij x Pontina, Deșteptarea x Pontina, Roma x Deșteptarea (Fig. 1B).

Sub influența temperaturilor stresante, genotipurile au manifestat o reacție diferențiată și o variabi-

litate înaltă în ceea ce privește lungimea plantulei: în 27 de cazuri din 30 s-a produs inhibarea creșterii (0,6–51,8%) și doar în 3 cazuri – stimularea creșterii plantulei (8,1–25,1%). Nivelul temperaturii de 40°C a inhibat semnificativ creșterea plantulei la soiurile Pontina, Roma și combinațiile hibridă F₂: Mary Gratefully x Pontina, Prestij x Pontina, Pontina x Prestij, Roma x Deșteptarea, la care scăderea valorilor parametrului studiat a fost de 51,8%, 46,2%, 46,9%, 35,4%, 47,5% și, respectiv, 35,2%. S-a constatat că temperatura stresantă de 42°C a inhibat creșterea plantulei la toate genotipurile, cu excepția soiului Pontina, la care s-a observat o stimulare cu 25,1%. Inhibarea plantulei în raport cu martorul a variat în limitele 0,6–50,5%. Cea mai puternică influență a temperaturii asupra lungimii plantulei s-a atestat la combinația F₂ Mary Gratefully x Florina (31,2%) și la soiul Deșteptarea (50,5%).

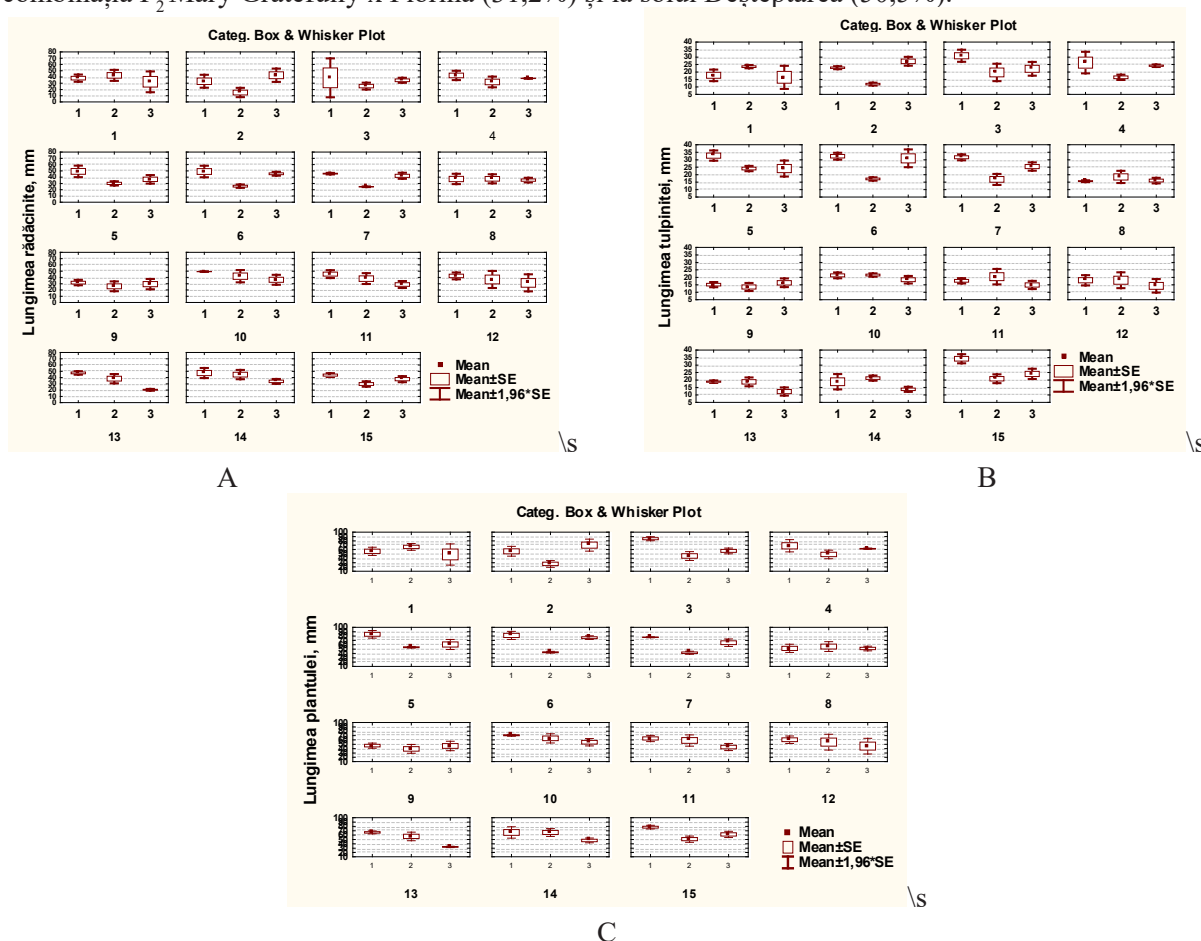


Figura 1. Influența temperaturii asupra lungimii rădăcinii (A), tulpiniței (B) și a plantulei (C) de tomate (pe orizontală: 1) martor (t 25°C); 2) t 40°C; 3) t 42°C) 1 – Mary Gratefully; 2 – Pontina; 3 – F₂ Mary Gratefully x Pontina; 4 – Prestij; 5 – F₂ Prestij x Pontina; 6 – F₂ Pontina x Prestij; 7 – Roma; 8 – F₂ Formă locală Timișoara x Mary Gratefully; 9 – Formă locală Timișoara; 10 – Florina; 11 – F₂ Mary Gratefully x Florina; 12 – F₂ Deșteptarea x Florina; 13 – Deșteptarea; 14 – F₂ Deșteptarea x Pontina; 15 – F₂ Roma x Deșteptarea

Conform rezistenței apreciate în baza lungimii rădăcinii, tulpiniței și plantulei, soiul Mary Gratefully, Formă locală Timișoara, F₂ Formă locală Timișoara x Mary Gratefully au fost selectate ca fiind cu rezistență sporită, iar soiul Florina și combinațiile hibride F₂ Deșteptarea x Florina și Deșteptarea x Pontina – ca fiind rezistente, toate acestea prezentând interes în ameliorarea tomatelor și în crearea formelor cu rezistență sporită la arșiță.

În scopul determinării variabilității și identificării formelor cu rezistență complexă a caracterelor evaluate în condiții de temperaturi stresante, s-a utilizat metoda de construire a dendrogramei în baza algoritmului aglomerativ-iterațional – metoda Ward.

Conform analizei dendrogramei de distribuție a soiurilor și combinațiilor hibride de tomate în baza

reacției la cele 3 niveluri de temperatură, s-au constatat similitudini și diferențe în ceea ce privește reacția rădăcinii embrionare, a tulpiniței și a plantulei la temperaturi stresante (Fig. 2).

Au fost identificate clustere de genotipuri cu caractere similare ale organelor de creștere atât în condiții optime, cât și stresante. Astfel, se observă că, în condiții optime, combinațiile hibride F₂ Mary Gratefully x Pontina, Prestij x Pontina, Pontina x Prestij, Roma x Deșteptarea manifestă similitudine înaltă cu soiul Roma, iar în varianta cu nivelul de temperatură de 40°C combinația hibridă F₂ Deșteptarea x Pontina se comportă similar soiurilor Mary Gratefully și Florina.

Menționăm că în varianta cu nivelul de temperatură de 42°C, combinațiile F₂ Prestij x Pontina și Roma x Deșteptarea au manifestat similitudine înaltă cu soiul Prestij.

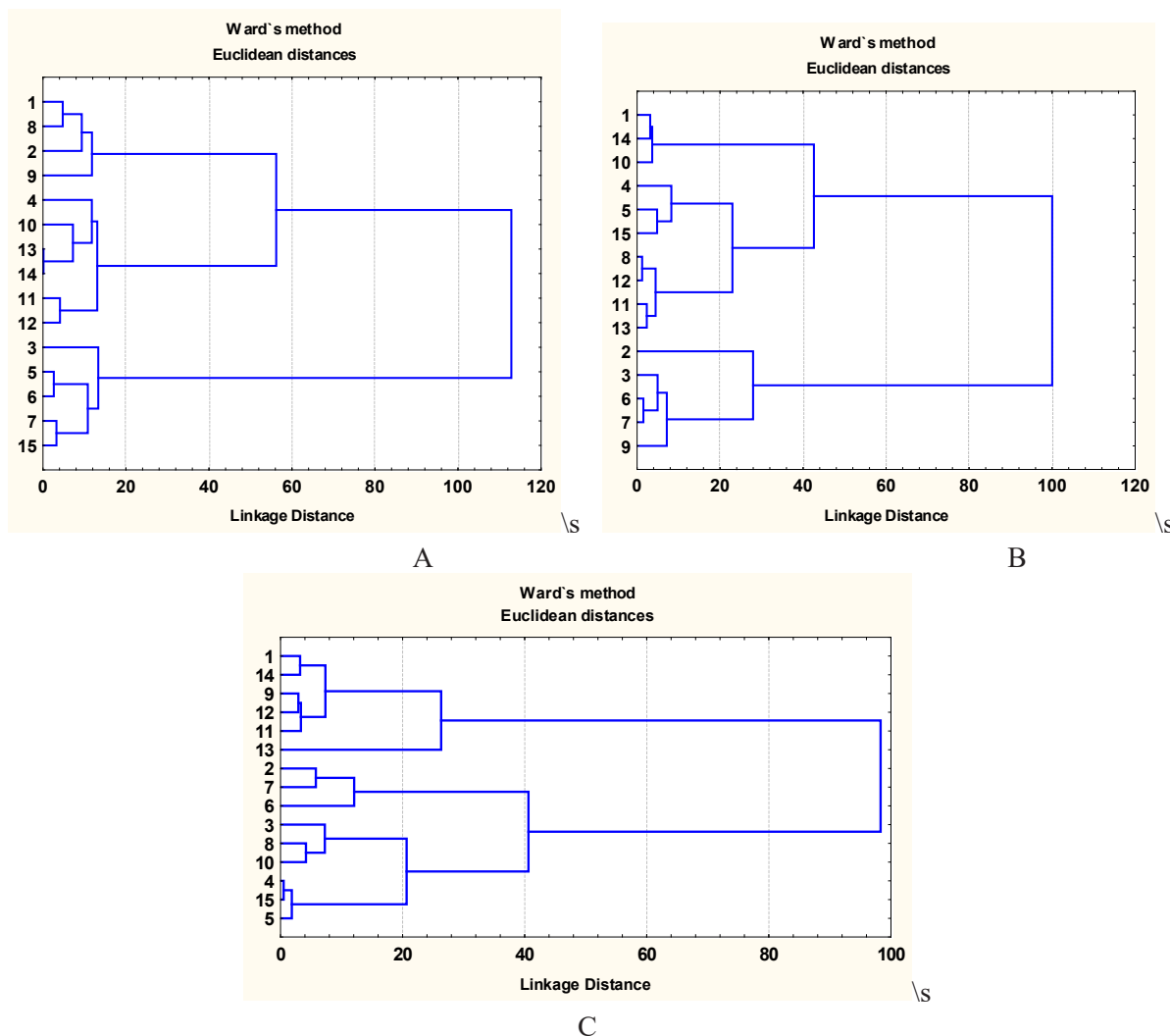


Figura 2. Gradul de similitudine a soiurilor și combinațiilor hibride de tomate în baza reacției la diferite niveluri de temperatură: optimale – A (t 25°C) și de stres – B (t 40°C), C (t 42°C)

(Cazuri: lungimea rădăcinii, lungimea tulpiniței și lungimea plantulei)

1 – Mary Gratefully; 2 – Pontina; 3 – F₂ Mary Gratefully x Pontina; 4 – Prestij; 5 – F₂ Prestij x Pontina; 6 – F₂ Pontina x Prestij; 7 – Roma; 8 – F₂ Formă locală Timișoara x Mary Gratefully; 9 – Formă locală Timișoara; 10 – Florina; 11 – F₂ Mary Gratefully x Florina; 12 – F₂ Deșteptarea x Florina; 13 – Deșteptarea; 14 – F₂ Deșteptarea x Pontina; 15 – F₂ Roma x Deșteptarea

Prin analiza clusteriană (metoda *k*-mediilor) s-a constatat că varianța interclusteriană a fost mult mai înaltă decât cea intraclusteriană pentru toate caracterele evaluate, atât în condiții optime, cât și stresante (Tab. 1), ceea ce denotă că genotipurile luate în studiu au manifestat deosebiri pronunțate distincte.

Tabelul 1. Analiza varianței inter- și intraclusteriene a interacțiunii genotipului de tomate cu temperatura

Varianta	Varianța interclusteriană	df	Varianța intraclusteriană	df	F	p
Lungimea rădăcinii						
Martor (t 250C)	373,423	3	94,6008	11	14,47364	0,000390
t 400C	858,538	3	110,4717	11	28,49574	0,000017
t 420C	472,341	3	69,0483	11	25,08268	0,000032
Lungimea tulpiniței						
Martor (t 250C)	587,422	3	96,9675	11	22,21239	0,000057
t 400C	105,616	3	55,5817	11	6,96736	0,006794
t 420C	412,644	3	45,0333	11	33,59794	0,00008
Lungimea plantulei						
Martor (t 250C)	1850,479	3	162,9050	11	41,65059	0,000003
t 400C	1451,417	3	214,1800	11	24,84762	0,000034
t 420C	1683,504	3	122,5600	11	50,36594	0,000001

Totodată se cere de menționat că cea mai mare varianță interclusteriană s-a constatat pentru lungimea plantulei, apoi pentru lungimea rădăcinii și, în ultimul rând, pentru lungimea tulpiniței, ceea ce denotă că lungimea plantulei și a rădăcinii au fost factori cu capacitate discriminantă mai înaltă în comparație cu lungimea tulpiniței.

Tabelul 2. Analiza clusteriană (metoda k-mediilor) a soiurilor și populațiilor hibride F₂ de tomate
Varianta martor (t 25°C)

Clusterul	Caracterul	x	σ	Genotipul
1	Lungimea rădăcinii, mm	45,77	2,8	4, 10, 11, 12, 13, 14
	Lungimea tulpiniței, mm	20,17	3,3	
	Lungimea plantulei, mm	65,98	3,7	
2	Lungimea rădăcinii, mm	35,08	3,1	1, 2, 8, 9
	Lungimea tulpiniței, mm	17,88	3,5	
	Lungimea plantulei, mm	52,65	4,3	
3	Lungimea rădăcinii, mm	49,20	0,1	5, 6
	Lungimea tulpiniței, mm	32,60	0,3	
	Lungimea plantulei, mm	82,80	1,8	
4	Lungimea rădăcinii, mm	42,80	3,7	3, 7, 15
	Lungimea tulpiniței, mm	32,23	1,7	
	Lungimea plantulei, mm	80,0	4,2	

Varianta temperatura stresantă

Clusterul	Caracterul	x		Genotipul	σ		Genotipul
		t 40°C	t 42°C		t 40°C	t 42°C	
1	Lungimea rădăcinii, mm	37,68	0,7	8, 11, 12, 13	31,85	2,6	1, 8, 9, 11, 12, 14
	Lungimea tulpiniței, mm	18,98	1,1		15,30	1,1	
	Lungimea plantulei, mm	56,65	1,6		47,20	2,7	
2	Lungimea rădăcinii, mm	29,35	2,8	3, 4, 5, 15	37,52	2,5	3, 4, 5, 7, 10, 15
	Lungimea tulpiniței, mm	20,30	3,1		23,08	2,5	
	Lungimea plantulei, mm	49,75	3,8		60,01	3,7	
3	Lungimea rădăcinii, mm	43,17	1,4	1, 10, 14	20,60	0,0	2, 6
	Lungimea tulpiniței, mm	22,13	1,3		12,30	0,0	
	Lungimea plantulei, mm	65,3	1,5		32,80	0,0	
4	Lungimea rădăcinii, mm	22,88	5,2	2, 6, 7, 9	44,15	1,9	13
	Lungimea tulpiniței, mm	14,83	2,5		29,05	2,6	
	Lungimea plantulei, mm	37,70	7,3		73,3	4,4	

În rezultatul analizei clusteriene s-a constatat că atât în varianta martor, cât și în variantele cu temperaturi stresante, genotipurile separate în 4 clustere s-au deosebit după nivelul și variabilitatea caracterelor cercetate (Tab. 2). Clusterele 3 și 4, varianta martor, au întrunit genotipuri cu cele mai înalte valori, iar clusterul 2 – cu cele mai mici.

Menționăm că în varianta cu nivelul de temperatură de 40°C cele mai înalte valori ale caracterelor lungimea rădăcinii, tulpiniței și plantulei s-au înregistrat la genotipurile din clusterul 1 (8, 11, 12, 13) și 3 (1, 10, 14), iar în cazul temperaturii 42°C – la genotipurile din clusterul 2 (3, 4, 5, 7, 10, 15) și 4 (13) (Tab. 2).

Prin analiza bifactorială a variației s-a constatat că influența genotipului, temperaturii și a interacțiunii genotip x temperatură s-a manifestat astfel: pentru creșterea rădăcinii embrionare a tomatelor – 7,8%, 79,3%, 9,3%, respectiv; pentru creșterea tulpiniței – 30,4%, 55,2%, 12,5%, respectiv; pentru creșterea plantulei – 9,0%, 79,2%, 10,0%, respectiv (Tab. 3). Se observă, astfel, că temperatura are o influență foarte mare pentru creșterea optimă a rădăcinii, tulpiniței și a plantulei (79,3%, 55,2%, 79,2%). Trebuie de menționat că genotipul a jucat un rol important în variația caracterului lungimea tulpiniței (30,4%).

Tabelul 3. Analiza factorială a relațiilor genotip de tomate x arșiță

Sursa de variație	Gradul de libertate	Suma medie a pătratelor	Contribuția în sursa de variație, %
Lungimea rădăcinii			
Genotip	14	125,8*	7,8
Temperatură	2	1271,7*	79,3
Genotip x temperatură	28	148,9*	9,3
Efecte aleatorii	90	57,5	3,6
Lungimea tulpiniței			
Genotip	14	153,3*	30,4
Temperatură	2	277,9*	55,2
Genotip x temperatură	28	62,9*	12,5
Efecte aleatorii	90	9,6	1,9
Lungimea plantulei			
Genotip	14	365,8*	9,0
Temperatură	2	3214,0*	79,2
Genotip x temperatură	28	404,2*	10,0
Efecte aleatorii	90	73,3	1,8

*-p<0,05.

CONCLUZII

S-a constatat că temperaturile stresante influențează semnificativ ontogeneza timpurie a soiurilor și hibridilor de tomate prin reprimarea creșterii rădăcinii, tulpiniței și a plantulei (uneori prin stimularea acestora).

Analiza clusteriană prin metoda *k*-mediilor a arătat că temperaturile stresante au manifestat o capacitate discriminantă mai înaltă a clusterelor de tomate pentru caracterele lungimea plantulei și lungimea rădăcinii, ceea ce relevă specificitatea de interacțiune mai pronunțată cu aceste temperaturi.

Soiurile Florina, Deșteptarea, Prestij, Roma și combinațiile hibride F₂ Mary Gratefully x Pontina, Prestij x Pontina, Roma x Deșteptarea au înregistrat cea mai înaltă rezistență complexă în ceea ce privește reacția rădăcinii, tulpiniței și a plantulei la temperatura de 42°C, de aceea ele prezintă interes pentru procesul de ameliorare de mai departe.

Prin analiza factorială s-a constatat că cea mai mare influență în sursa de variație a lungimii rădăcinii embrionare, tulpiniței embrionare și a plantulei a avut-o temperatura, aportul acesteia constituind 79,3%, 55,2%, 79,2%, respectiv. Genotipul a jucat un rol important în variația caracterului lungimea tulpiniței (30,4%).

RECUNOAȘTERI

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat 20.80009.7007.04 „Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BARONE, A. et al.(2009). Structural and Functional Genomics of Tomato. In: International Journal of Plant Genomics, vol. 2008, pp. 1-12. DOI:10.1155/2008/820274.
2. BATTISTI, D.S., NAYLOR, R.L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. In: Science, vol. 323, no. 5911, pp. 403–406. DOI: 10.1126/science.1164363.
3. BITA, C.E., GERATS, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: Scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. In: Frontiers in plant science, vol. 4, pp.1-18. DOI:10.3389/fpls.2013.00273.
4. CAMEJO, D. et al. (2005). High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. In: Journal of Plant Physiology, vol. 162(3), pp. 281-289.
5. CARVALHO, R.F., TAKAKI, M., AZEVEDO, R.A. (2011). Plant pigments: the many faces of light perception. In: Acta Physiologiae Plantarum, vol. 33(2), pp. 241–248.
6. FERNANDES, A.A., MARTINEZ, H.E.P., FONTES, P.C.R. (2002). Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. In: Horticultura Brasileira, vol. 20, nr. 4, pp. 564-570.
7. FIRON, N., SHAKED, R., PEET, M.M., PHARR, D.M., ZAMSKI, E., ROSENFELD, K., ALTHAN, L., PRESSMAN, E. (2006). Pollen grains of heat tolerant tomato cultivars retain higher carbohydrate concentration under heat stress conditions. In: Scientia Horticulturae, vol.109(3), pp. 212–217. DOI:10.1016/j.scienta.2006.03.007.
8. 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.
9. IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment: Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
10. LI, Y., WANG, H., ZHANG, Y., MARTIN, C. (2018). Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites? In: Plant Cell Reports, vol. 37(10), pp. 1443–1450.
11. MARTÍ, R., ROSELLÓ, S., CEBOLLA-CORNEJO, J. (2016). Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. In: Cancers, vol. 8(6), pp.1-28. DOI: 10.3390/cancers8060058.
12. MIHNEA, N. (2017). Potențialul biologic al genofondului Solanum Lycopersicum L. și valorificarea acestuia în ameliorarea caracterelor prețioase: Autoreferatul tezei de doctor habilitat în științe biologice. Chișinău, 44 p.
13. MIHNEA, N., BOTNARI, V., LUPAȘCU, G. (2016). Tomato Varieties with High Indices of Productivity and Resistance to Environmental Factors. In: Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, vol. 2(1), pp.15-22.
14. NAHAR, K., ULLAH, S.M. (2011). Effect of water stress on moisture content distribution in soil and morphological characters of two tomato (Lycopersicon esculentum Mill) cultivars. In: Journal of Scientific Research, vol. 3(3), pp. 677–682.
15. NASIR, M. U. et al. (2015). Tomato processing, lycopene and health benefits: a review. In: Science Letters, vol. 3, nr. 1, pp. 1-5.
16. PEET, M.M., WILLITS, D.H., GARDNER, R. (1997). Response of ovule development and post-pollen production processes in male-sterile tomatoes to chronic, sub-acute high temperature stress. In: Journal of Experimental Botany (United Kingdom), vol. 48, pp. 101–111.
17. PORTER, J.R., XIE, L., CHALLINOR, A.J., COCHRANE, K., HOWDEN, S.M., IQBAL, M.M., LOBELL, D.B., TRAVASSO, M.I. (2014). Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, pp. 485-534. DOI:10.1017/CBO9781107415379.012.
18. RIBEIRO, R.V., SANTOS, M.G., MACHADO, E.C., OLIVEIRA, R.F. (2008). Photochemical heat-shock response in common bean leaves as affected by previous water deficit. In: Russian Journal of Plant Physiology, vol. 55(3), pp. 350–358. DOI:10.1134/S1021443708030102.
19. SATO, S., PEET, M.M., THOMAS, J.F. (2000). Physiological factors limit fruit set of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) under chronic, mild heat stress. In: Plant, Cell & Environment, vol. 23, pp. 719–726.
20. SAVARY, S., MADDEN, L.V., ZADOKS, J.C., KLEIN-GEGBINCK, H.W. (2010). Use of Categorical Information and Correspondence Analysis in Plant Disease Epidemiology. In: Advances in Botanical Research, vol. 54, pp. 190-198.
21. TIEMAN, D., ZHU, G., RESENDE, M. F. R. et al. (2017). A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. In: Science, vol. 355, no. 6323, pp. 391–394. DOI: 10.1126/science.aal1556.
22. ИВАКИН, А.П. (1979). Методические указания. Определение жаростойкости овощных культур по ростовой реакции проростков после прогревания их при высокой температуре. Ленинград: ВИР, г. Павловск, 9 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

MIHNEA Nadejda  <https://orcid.org/0000-0003-0304-3295>

doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Republica Moldova

E-mail: mihneanadea@yahoo.com

CLIMĂUȚAN Diana

cercetător științific stagiar, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Republica Moldova

E-mail: dianaclimautan@gmail.com

ROȘCA Cristian

biolog coordonator, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Republica Moldova

Data prezentării articolului: 07.03.2022

Data acceptării articolului: 27.04.2022