

CZU: 635.64:575.22

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7442603>

VARIABILITATEA CONȚINUTULUI DE LICOPEN ȘI β -CAROTEN ÎN FRUCTELE DE TOMATE

Nadejda MIHNEA, Angela RUDACOVA*, Ala CHERDIVARA*, Diana BRAȘOVEANU

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

*Universitatea de Stat din Moldova

În lucrare sunt prezentate date despre rezultatele testării genotipurilor de tomate în baza conținutului de licopen și β -caroten în fructe. Genotipurile de tomate studiate au manifestat o variabilitate diferențiată în conținutul de licopen și β -caroten. Conform analizei dendrogramelor de distribuție a soiurilor și liniilor de tomate în baza indicilor biochimici a fost demonstrat separarea acestora în două clustere mari. Probele din clusterul 1 se caracterizează prin indici mai înalți ai caracterelor biochimice luate în studiu. Au fost selectate soiuri și linii cu un conținut înalt de licopen și β -caroten în fructe, care este un indicator al calității fructelor. Soiurile Rufina, Flacăra și liniile L 302, L 404, L 406, L 408, L 410 se caracterizează prin indici mai înalți ai caracterelor biochimice luate în studiu și pot fi cu succes utilizate ca material inițial în ameliorarea calității fructelor de tomate.

Cuvinte-cheie: tomate, soiuri, parametri biochimici, variabilitate, licopen, β -caroten.

VARIABILITY OF LICOPEN AND β -CAROTEN CONTENT IN TOMATO FRUITS

The article presents data on the results of testing various tomato genotypes on the content of lycopene and β -carotene in fruits. The tomato genotypes studied showed a differentiated variability in the content of lycopene and β -carotene. According to the analysis of the distribution dendrograms of tomato varieties and lines based on biochemical indices, their separation into 2 large clusters was demonstrated. Samples from cluster 1 are characterized by higher indices of the biochemical characters studied. Varieties and lines were selected, with a high content of lycopene and β -carotene in fruits, which is an indicator of fruit quality. The varieties Rufina, Flame and the lines L 302, L 404, L 406, L 408, L 410 are characterized by higher indices of the biochemical characters studied and can be successfully used as initial material in improving the quality of tomato fruits.

Keywords: tomatoes, varieties, biochemical parameters, variability, lycopene, β -caroten.

Introducere

Culoarea reprezintă un atribut foarte flexibil, variind la Solanaceae de la alb/galben la portocaliu, roșu, violet și maro; ea depinde în principal de cantitatea și calitatea pigmentilor sintetizați în fruct. Acești compuși aparțin la două clase diferite de metaboliți secundari, carotenoizi și flavonoide.

Oamenii nu produc în mod natural carotenoide, ele pătrund în organism prin sursele de hrană. Fructele și legumele sunt surse bogate de carotenoizi și contribuitorii primari ai acestor pigmenți în dieta umană [1,2]. Efectele carotenoidelor asupra sănătății umane au fost documentate pe larg [3,4]. β -carotenul din tomate este un carotenoid important pentru sănătatea umană datorită activității provitaminei A [5,6].

Consumul de alimente bogate în carotenoizi a fost asociat cu scăderea mortalității și a riscului de îmbolnăvire [7,8]. Beneficiile carotenoidelor pentru sănătate sunt legate de proprietățile lor ca antioxidanți. Ele sunt implicate în reducerea cancerului și a bolilor cardiovasculare și în îmbunătățirea sistemului imunitar și a sănătății oaselor [9,10]. În plus, beneficiile specifice pentru dezvoltarea creierului și funcțiile cognitive au fost legate de luteină [1,11,12]. Principalii carotenoizi care se acumulează în fructele roșii de tomate coapte sunt licopenul (~ 90%), β -carotenul (5–10%) și luteina (1–5%) și mai puțin de 1% de alte carotenoide [13]. Licopenul și β -carotenul sunt principalii pigmenți responsabili de culoarea caracteristică a fructelor coapte. Aceste carotenoide în mare parte influențează percepția calității roșiilor proaspete, deoarece consumatorii preferă tomate de culoare roșie sau portocalie intensă. Potrivit unor autori [14,15], conținutul de carotenoizi în tomate depinde în mare măsură de genotip, stadiul de maturitate, condițiile climaterice și condițiile de creștere.

Lipsa cunoștințelor fundamentale cu privire la particularitățile de sinteză a compușilor biochimici valoroși, dar și despre genele implicate în controlul sau reglarea căilor metabolice adesea pune în dificultate strategia corectă și dirijată de creare a genotipurilor performante de tomate, care ar menține calitățile gustative și aromatice pe termen îndelungat după recoltare, ceea ce la moment prezintă o provocare majoră [16].

Ameliorarea clasică a plantelor presupune, în primul rând, utilizarea materialului inițial cu valoare biologică înaltă [17], determinarea variației genetice și selectarea din populațiile segregate sau naturale a formelor ce prezintă interes, cu conservarea ulterioară și dirijată a surselor genetice valoroase [18,19,20]. Eficiența generală a ameliorării tomatelor, planificarea strategiilor de selecție și realizarea acestora depinde, în primul rând, de alegerea sau utilizarea corectă a materialului inițial.

Scopul cercetărilor constă în evaluarea variabilității conținutului de licopen și β -caroten în fructele de tomate, selectarea celor mai valoroase genotipuri pentru includerea lor în procesul de ameliorare în crearea noilor soiuri cu proprietăți gustative înalte.

Material și metode de cercetare

Materialul biologic de cercetare a fost reprezentat de 12 soiuri: Rufina (Rusia), Dolgonosik (Rusia); Vrojainii (Ucraina); Chihlimbar, L10B (România); Golden Jubilee (SUA); Flacăra, Mary Gratefully, Exclusiv, Deșteptarea, Tomiș, CeriDani și 9 linii : L 302, L 303, L 304, L 305, L 311, L 404, L 406, L 408, L 410 (Moldova, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor), dintre care 3 sunt purtătoare a genei *r* (yellow flesh) și 7 a genei β (*carotene*) (Tab.1).

Experiențele au fost efectuate în condiții de laborator și câmp. Tomatele au fost crescute prin cultură de răsad în trei repetiții după metoda standard [21].

Cantitatea de carotenoizi în fructele de tomate a fost determinată prin metoda spectrofotometrică [22,23].

Analizele clusteriene au fost efectuate prin construirea dendrogramelor (algoritm aglomerativ-iterațional, metoda Ward) [24].

Datele obținute au fost prelucrate statistic cu ajutorul softului STATISTICA 7.

Rezultate și discuții

Culoarea fructelor este o caracteristică importantă a calității fructelor la tomate, devenind un obiect de studiu pentru numeroși cercetători. Atenția asupra culorii fructelor de tomate a crescut pe măsură ce beneficiile pentru sănătate ale licopenului, principalul carotinoïd din tomate care este responsabil pentru culoarea fructelor roșii, au devenit mai evidente [25–28]. Calitatea estetică și biochimică a fructelor de tomate este adesea prioritară pentru decizia consumatorului cu venit mediu, chiar mai importantă decât prețul [4]. Pentru tomatele *L. esculentum* Mill., gustul, aspectul, culoarea sunt decisive pentru fructele proaspete.

Analiza rezultatelor obținute demonstrează că soiurile și liniile evaluate se deosebesc esențial în baza conținutului de licopen și caroten. Conținutul de licopen a variat în limitele 0,01-1,39 mg/100g în dependență de genotip și culoarea acestora. De menționat că cel mai înalt conținut de licopen a fost înregistrat la formele de culoare roșie. Dintre soiurile și liniile cu conținut sporit de licopen pot fi menționate: Exclusiv, CerDani, L 302, L 305, L 304 L 303, care au înregistrat valori de 1,26; 1,05; 1,39; 1,16; 1,07; 1,04 mg/100g masă umedă, respectiv (*a se vedea* Tabelul). Datele obținute denotă că soiurile și liniile evaluate au înregistrat o variabilitate înaltă în ceea ce privește conținutul de β -caroten care se încadrează în intervalul valoric de 0,40-3,89 mg/100g masă umedă, conținutul maxim fiind constatat la soiul Flacăra, urmat de linia L 408 și soiul Rufina, L 404.

Tabel

Variabilitatea conținutului de pigmenți în fructele de tomate

Nr.d/o	Soiuri, linii	Conținutul de pigmenți, mg/100g masă umedă		Suma	Raport caroten/ licopen
		β -caroten	Licopen		
1	Rufina (β)	3,81±0,08	0,15±0,02	3,96	25,4
2	Dolgonosik (<i>r</i>)	1,43±0,03	0,27±0,01	1,7	5,3
3	Golden Jubilee (β)	2,37±0,003	0,24±0,009	2,61	9,88
4	Flacăra (β)	4,04±0,07	0,01±0,001	4,15	404
5	Chihlimbar (<i>r</i>)	2,49±0,07	0,18±0,01	2,67	13,89
6	L 10B (<i>r</i>)	0,40±0,01	0,04±0,003	0,44	11,43
7	Vrojainii	0,76±0,01	0,04±0,003	0,8	19,0
8	Mary Gratefully	1,19±0,03	0,90±0,01	2,09	1,32
9	Exclusiv	1,47±0,03	1,26±0,001	2,73	1,17

10	Deșteptarea	1,04±0,03	0,80±0,06	1,84	1,3
11	Tomiș	1,04±0,03	0,80±0,06	1,84	1,3
12	CeriDani	1,52±0,02	1,05±0,008	2,57	1,45
13	L 302	2,01±0,03	1,39±0,02	3,39	1,44
14	L 303	1,56±0,005	1,04±0,008	2,6	1,5
15	L 304	1,85±0,03	1,07±0,05	2,92	1,73
16	L 305	1,78±0,02	1,16±0,01	2,94	1,53
17	L 311	2,50±0,06	0,20±0,02	2,7	12,5
18	L 404 (β)	3,57±0,02	0,58±0,02	4,15	6,16
19	L 406 (β)	2,66±0,002	0,70±0,01	3,36	3,8
20	L 408 (β)	3,89±0,002	0,70±0,002	4,59	5,56
21	L 410 (β)	2,59±0,003	0,86±0,003	3,45	3,01

Rezultatele obținute cu privire la suma pigmentilor evaluați indică diferențe semnificative între genotipurile studiate. S-a constatat că suma conținutului de licopen și β -caroten a variat în limitele 0,8...4,59 mg/100g masă umedă. Analiza rezultatelor a pus în evidență soiurile Rufina, Flacăra, L 302, L 404, L 406, L 408, L 410, care au înregistrat un conținut de pigmenți de 3,35...4,59 mg/100g masă umedă.

În scopul determinării variabilității și identificării formelor cu conținut înalt de pigmenți s-a utilizat metoda de construire a dendrogramelor în baza algoritmului aglomerativ-iterațional – metoda Ward.

Conform analizei dendrogramelor de distribuție a soiurilor și liniilor de tomate în baza indicilor biochimici evaluați, s-au constatat similitudini și diferențe în ceea ce privește conținutul de licopen și β -caroten în fructele de tomate (Fig.1).

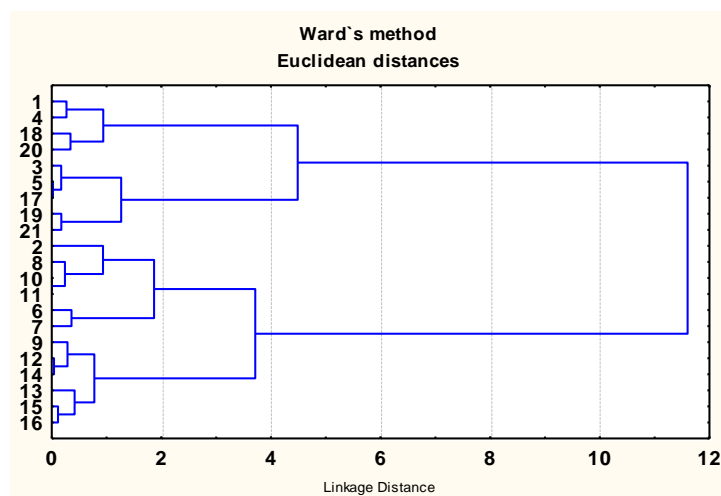


Fig.1. Dendrograma de repartiție a soiurilor de tomate în baza însușirilor biochimice ale fructului.

1 – Rufina, 2 – Dolgonosik, 3 – Golden Jubilee, 4 – Flacăra, 5 – Chihlimbar, 6 – L 10B, 7 – Vrojainii, 8 – Mary Gratefully, 9 – Exclusiv, 10 – Deșteptarea, 11 – Tomiș, 12 – CeriDani, 13 – L 302, 14 – L 303, 15 – L 304, 16 – L 305, 17 – L 311, 18 – L 404, 19 – L 406, 20 – L 408, 21 – L 410.

Analiza dendrogramei a demonstrat separarea acestora în două clusteruri mari – clusterul 1 format din genotipurile Rufina, Flacăra, L 404, L 408, Golden Jubilee, Chihlimbar, L 311, L 406, L 410 și clusterul 2 format din genotipurile Dolgonosik, Mary Gratefully, Deșteptarea, Tomiș, L 10B, Vrojainii, Exclusiv, CeriDani, L 303, L 302, L 304, L 305. De menționat că clusterul 1, comparativ cu clusterul 2, se caracterizează prin indici mai înalți ai caracterelor biochimice studiate.

Concluzii

1. Genotipurile de tomate studiate au manifestat o variabilitate diferențiată în ceea ce privește conținutul de licopen și β -caroten, astfel făcând posibilă diferențierea lor în clusteruri și identificarea celor cu un conținut mai înalt al caracterelor biochimice.

2. Analiza biochimică a fructelor denotă că soiurile Rufina, Flacăra și liniile L 302, L 404, L 406, L 408, L 410, datorită indicilor înalți ai conținutului de licopen și β -caroten, pot fi cu succes utilizate în stare proaspătă, procesată și ca material inițial în ameliorarea calității fructelor de tomate.

Referințe:

1. JOHNSON, E.J. Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function throughout the lifespan. In: *Nutr. Rev.*, 2014, 72 (9), p.605–612.
2. MAIANI, G., CASTON, M.J., CATASTA, G., TOTI, E. et al. Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. In: *Mol. Nutr. Food Res.*, 2009, 53(2), p.194-218.
3. JOHNSON, E.J. The role of carotenoids in human health. In: *Nutr. Clin. Care*, 2002, 5(2), p.56-65.
4. RAO, A.V. and RAO, L.G. Carotenoids and human health. In: *Pharmacol Res.*, 2007, 55, p.207-216.
5. HASKELL, M.J. The challenge to reach nutritional adequacy for vitamin A: betacarotene bioavailability and conversion-evidence in humans. In: *Am. J. Clin. Nutr.*, 2012, 96(5), p.1193-1203.
6. YEUM, K.J. and RUSSELL, R.M. Carotenoid bioavailability and bioconversion. In: *Annu. Rev. Nutr.*, 2002, 22, p.483-504.
7. DIPLOCK, A.T., CHARLEUX, J.L., CROZIER-WILLI, G., KOK, F.J., RICE-EVANS, C., ROBERFROID, M., STAHL, W. and VINA-RIBES, J. Functional food science and defence against reactive oxidative species. In: *Br. J. Nutr.*, 1998 Aug; 80 Suppl 1:p.77-112.
8. GIOVANNUCCI, E., ASCHERIO, A., RIMM, E.B., STAMPFER, M.J., COLDITZ, G.A. and WILLETT, W.C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. In: *J. Natl. Cancer Inst.*, 1995, 87, p.1767-1776.
9. EGGERSDORFER, M. and WYSS, A. Carotenoids in human nutrition and health. In: *Arch. Biochem. Biophys.*, 2018, 652, p.18-26.
10. RODRIGUEZ-CONCEPCION, M., AVALOS, J., BONET, M.L., BORONAT, A., GOMEZ-GOMEZ, L., HORNERO-MENDEZ, D. LIMON, M.C. et al. A global perspective on carotenoids: metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. In: *Prog. Lipid Res.*, 2018, 70, p.62-93.
11. GIORDANO, E. and QUADRO, L. Lutein, zeaxanthin and mammalian development: Metabolism, functions and implications for health. In: *Arch. of Biochem. Biophys.*, 2018, 647, p.33– 40.
12. STRINGHAM, J.M., JOHNSON, E.J. and HAMMOND, B.R. Lutein across the lifespan: from childhood cognitive performance to the aging eye and brain. In: *Curr. Develop. Nutr.*, 2019, 3, nzz066.
13. RONEN, G., COHEN, M., ZAMIR, D., HIRSCHBERG, J. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato fruit development: Expression of the gene for lycopene ϵ -cyclase is down-regulated during ripening and is elevated in the mutant *Delta*. In: *Plant J.*, 1999; 17(4), p.341–351.
14. HART, D. J., & SCOTT, K. J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods and measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. In: *Food Chemistry*, 1995, 54(1), p.101-111.
15. SAHLIN, E., SAVAGE, G.P. and LISTER, C.E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. In: *J. Food Comp. Analysis*, 2004, 17(5), p.635–647.
16. MORENO, C. et al. Univariate and multivariate analysis on processing tomato quality under different mulches. In: *Sci. Agric.*, 2014, 71(2), p.114-119.
17. SIMINEL, V. *Ameliorarea genetică a plantelor de câmp*. Chișinău: Tipografia Centrală, 1998. 594 p.
18. CARLI, P. et al. Dissection of genetic and environmental factors involved in tomato organoleptic quality. In: *BMC Plant Biol.*, 2011, 11, p.58.
19. GEPTS, P. Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. In: *Crop Sci.*, 2006, 46, p.2278-2292.
20. GOFF, S.A., KLEE, H.J. Plant volatile compounds: sensory cues for health and nutritional value? In: *Science*, 2006, 311 (5762), p.815-819.
21. ЕРШОВА, В.Д. *Возделывание томатов в открытом грунте*. Кишинёв: Штиинца, 1978. 279 с.
22. ГОЛУБКИНА, Н.А., МОЛЧАНОВА, А.В., ТАРЕЕВА, М.М., БАБАК, О.Г., НЕКРАШЕВИЧ, Н.А., КОНДРАТЬЕВА, И.Ю. Количественная тонкослойная хроматография в оценке каротиноидного состава томата. В: *Овощи России*, 2017, №5, с.96-99.
23. ТРИНЕЕВА, О. В., СЛИВКИН, А. И. Валидация методики определения каротиноидов в плодах облепихи различных способов консервации. В: *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*, 2016, №2, с.145-151.
24. SAVARY, S. et al. Use of Categorical Information and Correspondence Analysis in Plant Disease Epidemiology. In: *Adv. in Bot. Research*, 2010, 54, p.190-198.
25. DI MASCO, P., KAISER, S., SIES, H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. In: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1989, 274(2), p.532–538.

26. GERSTER, H. The potential role of lycopene for human health. In: *Journal of the American College of Nutrition*, 1997, 16(2), p.109–126.
27. KOHLMEIER, L., KARK, J.D., GOMEZ-GRACIA, E, et al. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC study. In: *American Journal of Epidemiology*, 1997, 146(8), p.618–626.
28. LEVY, J. et al. Lycopene is a more potent inhibitor of human cancer cell proliferation than either α -carotene or β -carotene. In: *Nutrition and Cancer*, 1995, 24(3), p.257–266.

Notă: Lucrarea a fost realizată în cadrul proiectului Programului de Stat *Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității*, cifrul 20.80009.7007.04, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Date despre autori:

Nadejda MIHNEA, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

E-mail: mihneanadea@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-7632-2562

Angela RUDACOVA, doctor în științe biologice, cercetător științific coordonator în LCȘ *Biochimia Plantelor*, Universitatea de Stat din Moldova.

E-mail: rud-as@mail.ru

ORCID: 0000-0001-9638-2151

Ala CHERDIVARĂ, doctor în științe biologice, cercetător științific superior în LCȘ *Biochimia Plantelor*, Universitatea de Stat din Moldova.

E-mail: alacherdivaea@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1276-4959

Diana BRAȘOVEANU, cercetător științific stagiar, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

E-mail: dianaclimautan@gmail.com

Prezentat la 11.08.2022