

PLASTICITATEA ȘI STABILITATEA UNOR HIBRIZI DE SFECLĂ DE ZAHĂR LA PUTREGAIUL DE RĂDĂCINĂ

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.23.2-69.06>

CZU: 631.527.5:633.63:575.22:632.4

Doctorand **Ghenadie CRIVCIANSCHI**E-mail: crivcianschi@yahoo.comORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6364-7559>

Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”

Universitatea Tehnică a Moldovei

PLASTICITY AND STABILITY OF SOME SUGAR BEET VARIETIES TO ROOT ROT

Summary. Variation in genotype performance depends on both genetic structure and the influence of environmental factors. Genotype x environment interaction generates discrepancies from one crop to another. Different methods have been used to distinguish genotypes according to their behavior in different environmental conditions. The study of sugar beet varieties based on 44 experiments on the following indices: root yield, quality, degree of rot is presented. The evaluation of stability and plasticity parameters highlights the most valuable hybrids according to the respective indexes.

Keywords: *Beta vulgaris*, varieties, plasticity, stability, root rot, production level, quality.

Rezumat. Variația performanței genotipului depinde atât de structura genetică, cât și de influența factorilor de mediu. Interacțiunea genotip x mediu generează discrepanțe de la o cultură la alta. Au fost folosite un șir de metode pentru a distinge genotipurile potrivit comportamentului lor în diferite condiții de mediu. Este prezentat studiul unor varietăți de sfeclă de zahăr în baza a 44 de experiențe la următorii indici: producția de rădăcini, calitatea, gradul de putrefacție. Studiul parametrilor de stabilitate și plasticitate evidențiază cei mai valoroși hibrizi după indicii respectivi.

Cuvinte-cheie: *Beta vulgaris*, genotipuri, plasticitate, stabilitate, putrefacție, nivelul de producție, calitate.

INTRODUCERE

Sfecla de zahăr, cultură tradițională în sectorul agroindustrial al Republicii Moldova, este una înalt productivă, care asigură un volum de zahăr alb de 12-19 t/ha și, suplimentar, produse secundare (tăiței, melasa ș.a.) de 60-65 t/ha. La sintetizarea acestei mase organice cultura utilizează în cantități enorme dioxidul de carbon, astfel evidențiindu-se și printr-un efect ecologic. În lunile de creștere intensivă (iunie și iulie), de exemplu, un hectar de plantație cu sfeclă de zahăr elimină zilnic în atmosferă 150 de mii de litri de oxigen [1]. Aceste rezultate pot fi obținute prin utilizarea soiurilor performante și a tehnologiilor avansate de cultivare.

În ultimele decenii au fost obținuți hibrizi ce posedă un potențial genetic înalt de producție, însă în legătură cu efectele încălzirii globale și a secetelor persistente acest potențial nu se realizează. Mai mult ca atât, se înregistrează pierderi colosale de producție în urma proceselor de putrefacție a rădăcinilor, cauzate în special de patogenii *Fusarium* spp. [2].

Pentru obținerea recoltelor stabile în diverse condiții de mediu este necesar de a cultiva și implementa

în practica agricolă soiuri cu o plasticitate înaltă ca element al fitotehnicii adaptive, care permite utilizarea rațională a resurselor naturale și reducerea cheltuielilor de producție [3]. Printre caracteristicile soiurilor o însemnătate mare au plasticitatea și stabilitatea indicilor de producție în diferiți ani, în diferite locații cu diferite condiții de cultivare [4; 5]. Acești parametri se caracterizează prin interacțiunea „genotip x mediu” și prin adaptivitatea lor ecologică [6]. Pentru alegerea corectă a hibrizilor cultivați este necesară determinarea statistică a plasticității și stabilității [7].

Precizăm că plasticitatea este capacitatea genotipului de a reacționa prin sporirea producției și calității în măsură adecvată odată cu îmbunătățirea condițiilor de cultivare. Stabilitatea este capacitatea genotipului de a asigura nivelul de producție decent în cazul înrăutățirii condițiilor de creștere [8; 9].

MATERIALE ȘI METODE

În studiul de nouă ani (2010–2018), efectuat în baza a 44 de experiențe de câmp, au fost incluse 10 genotipuri de sfeclă de zahăr: Nastea, Merak, Impact, Cassidy, Daria, Armin, Baccara, Horizon, Taltos și

Cantata. Experiențele au fost plasate în gospodăriile agricole din regiunea de nord a Republicii Moldova (Fălești, Bălți, Drochia, Dondușeni) în condiții fără irigare. A fost determinată producția totală de rădăcini, producția de rădăcini sănătoase, conținutul de zahăr în parenchim, conținutul substanțelor melasigene, producția zahărului purificat. Principalul criteriu a constituit pierderea de producție provocată de putrefacție. Această pierdere s-a depistat prin determinarea numărului de rădăcini putrede și a masei acestora în fiecare repetiție.

Pentru determinarea capacității adaptive a genotipului a fost aplicată metoda statistică elaborată de S. Eberhart și W. Russell (1966) care prevede aprecierea a doi indici – plasticitatea R_i (coeficientul de regresie) și stabilitatea S_i^2 (dispersia) [10; 11].

Practica agricolă necesită genotipuri plastice ($R_i > 1$) și stabile ($S_i^2 = 0$), care reacționează adecvat la optimizarea condițiilor de mediu și reduc ne semnificativ nivelul de producție în condiții nefavorabile de mediu.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Experiențele de câmp au fost amplasate pe sectoarele de cultivare a sfelei de zahăr în gospodării producătoare. Rezultatele multianuale ilustrează eficacitatea producerii în condiții fără irigare și fertilizanți organici. Caracteristica genotipurilor studiate demonstrează în medie un nivel satisfăcător atât al producției, cât și al conținutului de zaharoză (tabelul 1).

Pierderile cauzate de putrefacție au fost determinate la recoltare. În medie, pierderile de producție provocate de putrefacție au constituit 5,3 %, cu diferențe pe hibrizi de la 6,7 % până la 3,8 %. Potrivit calculului matematic ($DL_{05}=0,1$), cel mai mic nivel de pierderi de producție au demonstrat varietățile Cassidy (3,8 %) și Cantata (4,1 %), urmate de Impact (5,0 %) și Baccara (5,1 %). Ceilalți hibrizi au avut un nivel semnificativ de putrefacție.

După volumul de producție sănătoasă se evidențiază hibridii Daria (61,9 t/ha) și Baccara (60,9 t/ha). Mai puțin productivi comparativ cu media multianuală ($DL_{05}=1,42$) s-au dovedit a fi hibridii Cantata (55,7 t/ha) și Armin (56,2 t/ha), restul fiind la nivelul mediei experimentale.

Conținutul de zahăr în rădăcini – indicele esențial al calității sfeclei, a constituit în medie $18,53 \% \pm 0,19$. Sub nivelul mediu, cu un conținut scăzut de zahăr, s-au poziționat hibridii Nastea (17,95 %) și Daria (18,00 %), iar Cantata (19,14 %) și Merak (18,79 %) au înregistrat un conținut de zahăr înalt. După pierderile de zahăr în melasă cel mai valoros hibrid, comparativ cu media experimentală ($1,64 \% \pm 0,04$), este Taltos (1,58 %). Restul variantelor testate sunt la același nivel.

Principalul indice în producerea sfeclei de zahăr este cantitatea zahărului purificat extras din materia primă. Cu cât mai mare este acest indice la o unitate de suprafață cultivată, cu atât mai mult genotipul prezintă interes pentru producere. În raport cu media 9,48 t/ha ($DL_{05}=0,25$) pentru nouă ani de studiu, în

Tabelul 1

Caracteristica hibrizilor după indicii principali de producție (2010–2018, 44 de locații, seria de date 1760)

Hibridul	Compania producătoare	Gradul de putrefacție, %	Producția totală de rădăcini, t/ha	Producția de rădăcini sănătoase, t/ha	Conținutul de zahăr, %	Pierderile de zahăr în melasă, %	Producția de zahăr alb, t/ha
Nastea	KWS	5,5	62,5	59,1	17,95	1,66	9,15
Merak	Strube	5,5	61,0	57,7	18,79	1,67	9,44
Impact	SES/vdH	5,0	62,6	59,5	18,71	1,61	9,72
Cassidy	MaHi	3,8	62,0	59,6	18,64	1,66	9,56
Daria	KWS	6,1	66,0	61,9	18,00	1,65	9,61
Armin	Strube	6,7	60,3	56,2	18,69	1,65	9,12
Baccara	SES/vdH	5,1	64,2	60,9	18,40	1,65	9,70
Horizon	SES/vdH	5,4	64,5	61,0	18,38	1,67	9,65
Taltos	SES/vdH	6,0	62,6	58,8	18,58	1,58	9,53
Cantata	MaHi	4,1	58,1	55,7	19,14	1,60	9,29
Media experimentală		5,3	62,4	59,0	18,53	1,64	9,48
DL₀₅		0,1	1,3	1,42	0,19	0,04	0,25

Tabelul 2

Caracteristica hibrizilor studiați după nivelul de plasticitate (R_i) al indicilor de producție (în baza seriei de testări 2010–2018, 44 de locații, 1760 de date)

Hibridul	Compania producătoare	Plasticitatea R_i				
		Gradul de putrefacție, %	Producția de rădăcini sănătoase, t/ha	Conținutul de zahăr, %	Pierderea de zahăr în melasă, %	Producția de zahăr alb, t/ha
Nastea	KWS	0,97	0,99	1,03	1,08	1,01
Merak	St	1,12	1,00	0,91	1,11	1,04
Impact	SES/vdH	0,91	1,02	1,01	1,00	1,04
Cassidy	MaHi	0,77	1,03	0,98	0,99	0,96
Daria	KWS	1,20	1,04	1,27	0,95	1,02
Armin	St	1,15	0,94	0,92	1,15	0,94
Baccara	SES/vdH	1,00	1,05	1,01	1,01	1,04
Horizon	SES/vdH	0,94	1,04	1,04	0,94	0,98
Taltos	SES/vdH	1,06	1,00	1,00	1,14	1,06
Cantata	MaHi	0,88	0,88	0,83	0,65	0,91

baza a 44 de experiențe cu seria de date 1760, cei mai prețioși hibrizi au fost Impact (9,72 t/ha) și Baccara (9,70 t/ha). Semnificativ mai inferior s-a prezentat hibridul Armin (9,12 t/ha).

Studiul statistic al plasticității și stabilității după indicii principali de producție ne permite să determinăm nivelul de adaptivitate al acestor genotipuri la condițiile abiotice și biotice de cultură. Printr-o

plasticitate înaltă după nivelul de atac cu putrefacție se manifestă hibridii Daria ($R_i=1,2$), Armin ($R_i= 1,15$), Merak ($R_i= 1,12$) și Taltos ($R_i= 1,06$) (tabelul 2).

La acești hibrizi în anii cu epifitotă în urma gradului sporit de putrefacție au fost înregistrate pierderi colosale de producție, care au influențat negativ asupra coeficientului statistic al plasticității. Hibridii cu coeficientul de plasticitate mai mic de 1,0 sunt mai tole-

Tabelul 3

Producția zahărului purificat pe fiecare genotip studiat în medie pe anii de studiu (în baza seriei de testări 2010–2018, 44 de locații, 1 760 de date)

Hibridul	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Media 2010-2018
	n=5	n=3	n=6	n=5	n=4	n=6	n=5	n=6	n=4	n=44
Nastea	8,88	8,84	7,00	12,40	13,95	7,85	8,29	9,68	6,33	9,15
Merak	10,62	9,11	6,81	12,03	14,24	8,48	7,63	10,32	6,48	9,44
Impact	9,86	10,03	7,04	12,69	14,42	8,12	8,48	10,91	7,06	9,72
Cassidy	10,48	9,95	6,64	12,39	13,47	8,42	8,17	10,64	6,93	9,56
Daria	8,92	8,99	7,48	12,75	14,13	8,68	8,51	10,99	6,39	9,61
Armin	9,62	8,76	7,00	11,53	13,65	8,27	7,65	9,89	6,41	9,12
Baccara	9,78	9,77	7,12	12,97	14,12	8,74	8,33	10,65	6,58	9,70
Horizon	9,53	10,22	7,30	13,05	13,66	8,65	8,31	10,40	6,67	9,65
Taltos	9,66	10,21	6,49	12,31	14,02	8,68	8,12	11,08	6,22	9,53
Cantata	9,89	9,75	6,86	11,83	13,46	7,89	7,81	10,10	7,20	9,29
Media experimentală	9,72	9,56	6,97	12,40	13,91	8,38	8,13	10,47	6,63	9,48
DL 5%:	0,75	1,20	0,42	0,84	0,78	0,47	0,55	0,71	0,66	0,25

Tabelul 4

Caracteristica hibridilor studiați după nivelul de stabilitate (S^2_i) ai indicilor de producție (în baza seriei de testări 2010–2018, 44 de locații, 1760 de date)

Hibrid	Selectia	Stabilitatea S^2_i				
		Putrefacția, %	Producția rădăcinilor sănătoase, t/ha	Conținut de zahăr, %	Pierderi zahăr în melasa, %	Producția zahărului alb, t/ha
Nastea	KWS	1,03	3,55	0,07	0,00	0,16
Merak	St	0,72	5,97	0,06	0,00	0,19
Impact	SES/vdH	0,89	1,05	0,03	0,00	0,05
Cassidy	MaHi	0,34	3,43	0,07	0,00	0,12
Daria	KWS	0,91	4,39	0,05	0,00	0,24
Armin	St	2,52	3,80	0,05	0,00	0,08
Baccara	SES/vdH	0,71	1,29	0,03	0,00	0,02
Horizon	SES/vdH	1,73	3,95	0,09	0,00	0,11
Taltos	SES/vdH	0,79	4,54	0,04	0,00	0,14
Cantata	MaHi	0,29	3,48	0,06	0,00	0,10

ranți la putrefacție, precum hibridii Cassidy ($R_i=0,77$) și Cantata ($R_i=0,88$).

Plasticitatea hibridilor studiați în baza producției de rădăcini sănătoase se clasifică astfel: cu plasticitate înaltă – Baccara ($R_i=1,05$), Daria și Horizon ($R_i=1,04$), Cassidy ($R_i=1,03$) și Impact ($R_i=1,02$); cu o plasticitate scăzută – hibridii Cantata ($R_i=0,88$), Armin ($R_i=0,94$) și Nastea ($R_i=0,99$).

Analiza genotipurilor în raport cu conținutul de zahăr a arătat că cei mai plastici sunt Daria ($R_i=1,27$), Horizon ($R_i=1,04$), Nastea ($R_i=1,03$), Impact și Baccara ($R_i=1,01$), care își modifică acest indice în conformitate cu condițiile climaterice. O însușire negativă – pierderea de zahăr în melasă, inevitabilă la procesarea materiei prime – reduce conținutul zahărului purificat.

Tabelul 5

Pierderile (% din producția rădăcinilor sănătoase) provocate de putrefacție în funcție de regimul hidric (în baza seriei de testări 2010–2018, 44 de locații, 1760 de date)

Hibrid	Selectia	Ani secetoși		Ani cu precipitații medii				Ani ploioși			Media 2010-2018
		2012	2015	2010	2016	2017	2018	2011	2013	2014	
		n=6	n=6	n=5	n=5	n=6	n=4	n=3	n=5	n=4	
Nastea	KWS	3,6	4,1	4,5	3,3	3,1	18,7	14,0	3,1	2,5	5,5
Merak	Strube	4,3	3,1	3,2	3,8	2,7	22,8	11,1	3,2	3,3	5,5
Impact	SES/vdH	2,7	3,7	3,3	2,8	4,0	19,0	9,4	3,6	1,9	5,0
Cassidy	MaHi	2,8	2,9	2,0	2,1	2,0	14,6	10,0	1,6	2,1	3,8
Daria	KWS	4,1	3,9	3,6	5,2	2,8	22,9	15,9	2,3	3,9	6,1
Armin	Strube	3,7	2,9	4,8	6,2	4,5	21,7	17,7	3,2	4,7	6,7
Baccara	SES/vdH	4,5	2,8	3,6	4,8	3,0	20,5	10,3	1,9	2,9	5,1
Horizon	SES/vdH	3,5	2,9	3,9	3,4	6,0	20,1	9,1	1,8	3,2	5,4
Taltos	SES/vdH	4,8	3,0	3,6	4,2	5,5	22,3	11,3	3,0	3,6	6,0
Cantata	MaHi	2,7	2,3	2,5	1,3	2,3	16,7	10,3	2,1	2,3	4,1
Media experimentală		3,7	3,1	3,5	3,7	3,6	19,9	11,9	2,6	3,0	5,3

Sub acest aspect o plasticitate mărită prezintă hibridii Armin ($R_i = 1,15$), Taltos ($R_i = 1,14$) și Merak ($R_i = 1,11$); o plasticitate medie – Nastea ($R_i = 1,08$) și Baccara ($R_i = 1,01$); restul genotipurilor nu au reacționat la condițiile de mediu, și anume: Impact ($R_i = 1,00$), Cassidy ($R_i = 0,99$), Daria ($R_i = 0,95$), Horizon ($R_i = 0,94$) și Cantata ($R_i = 0,65$).

Cel mai mare volum de zahăr purificat a fost obținut în 2014 (media 13,91 t/ha), urmat de 2013 (12,40 t/ha), iar nivelul cel mai scăzut – în anii 2018 (6,63 t/ha) și 2012 (6,97 t/ha) (tabelul 3).

Potrivit rezultatelor studiului stabilității, genotipurile diferă după toți indicii de producție (tabelul 4). Astfel, după gradul de putrefacție, un nivel de stabilitate mai mare manifestă hibridii Cantata ($S_i^2 = 0,29$), Cassidy ($S_i^2 = 0,34$) și Baccara ($S_i^2 = 0,71$). Producția de rădăcini sănătoase este semnificativ influențată de condițiile variabile ale anului, care au clasat toți hibridii în grupa celor nestabili. După indicele de pierderi de zahăr în melasă toți hibridii nu se deosebesc statistic, ceea ce indică o stabilitate genetică. În schimb, raportați la conținutul de zahăr, hibridii se deosebesc după stabilitatea lor – o stabilitate mai înaltă prezintă hibridii Impact și Baccara ($S_i^2 = 0,03$), precum și Taltos ($S_i^2 = 0,04$). Un nivel de producție de zahăr alb cu o stabilitate sporită înregistrează hibridii Baccara ($S_i^2 = 0,02$) și Impact ($S_i^2 = 0,05$), restul hibridilor fiind mai puțin stabili.

Rezultatele obținute arată că nu suma precipitațiilor anuale joacă rolul primordial în manifestarea putrefacției. Indicele de pierderi ale producției sănătoase cauzate de putrefacție se schimbă în funcție de regimul hidric (tabelul 5). Astfel, în anul secetos 2012 indicele respectiv a constituit în medie 3,7 %; în anul secetos 2015 – în medie 3,1 %. Aceleași date se înregistrează în anii cu suma depunerilor atmosferice la nivel mediu (2010 – 3,5 %) precum și în anii ploioși (2013 – 2,6 %; 2014 – 3,0 %). Un rol important în manifestarea putrefacției o are repartizarea precipitațiilor în perioada de dezvoltare a plantelor.

CONCLUZII

Experiențele au confirmat că sfecla de zahăr, fiind o cultură tehnică, asigură obținerea producției înalte, cu conținut satisfăcător de zahăr, cu randament de 9-13 t/ha după culesul de zahăr.

Hibridii care au demonstrat plasticitate ($R_i > 1$) se recomandă să fie luați în vizorul amelioratorilor pentru a fi folosiți ca forme parentale în crearea noilor

hibridi cu o capacitate de adaptare înaltă în condițiile Republicii Moldova.

Plasticitatea și stabilitatea hibridilor servesc drept criteriu pentru selectare și recomandare agricultorilor în scopul obținerii producției înalte și de calitate.

Pierderile de producție a rădăcinilor sănătoase, provocate de putrefacție, sunt influențate de condițiile de mediu.

S-a determinat că din garnitura hibridilor studiați după nivelul de plasticitate, cea mai înaltă adaptivitate ecologică au manifestat hibridii Baccara, Taltos și Daria.

BIBLIOGRAFIE

1. Shpaar D. Sakharnaya svekla. Vyrashchivanie, uborka i khranenie. Minsk, 2004, 324 s.
2. Lupașcu Galina, Crivcianschi Gh. Agenții cauzali ai putregaiului de rădăcină la sfecla pentru zahăr în condițiile Republicii Moldova. Simpozionul „Protecția plantelor – realizări și perspective”, nr. 47, 2015, 69-72.
3. Crivcianschi V. Plasticitatea și stabilitatea soiurilor autohtone de sfeclă de zahăr. Lucrările Conferinței internaționale științifico-practice „Culturile tehnice în agricultura modernă”, Republica Moldova. Bălți, 2008, 21-24.
4. Fasahat P., et al. An Overview on Use of Stability Parameters. In: Plant Breeding. Biometrics and Biostatistics International Journal, 2015, nr. 2, 149-159.
5. Zhuchenko A. Adaptivnaya selektsiya rasteniy. Selektiya produktivnykh sortov. Biologiya, Moskva, Znanie, № 12, 1986, 4-30.
6. Hoffmann C.M., et al. Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. In: European Journal of Agronomy, 30(1), 2009, 17-26.
7. Nause N., et al. High stability of genotypic differences in puncture resistance of Sugar beet (*Beta vulgaris*) roots under various growing conditions. Plant Breeding, Volume 141, Issue 1, 2022, 88-95.
8. Ebmeyer H., et al. Drought tolerance of sugar beet – Evaluation of genotypic differences in yield potential and yield stability under varying environmental conditions. In: European Journal of Agronomy 125, 2021, Article 126262.
9. Ebmeyer H., Hoffmann C.M. Water use efficiency of sugar beet genotypes: A relationship between growth rates and water consumption. In: Journal of Agronomy and Crop Science, Volume 208, Issue 1, 2022, 28-39.
10. Eberhart S., Russell W. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 1966, Volume 6, Issue 1, 36-40.
11. Dospikhov B. Metodika polevogo opyta. Moskva, Kolos, 1979, 416 s.