UDC: 633.11:581.1.085 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.09

ARIABILITATEA PRODUCTIVITĂȚII LA SOMACLONELE SC_1 - SC_3 DE TRITICALE OBȚINUTE PRIN CULTURA *IN VITRO* ȘI IRADIERII CU RAZE GAMA

Ciobanu Renata
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinau, Republica Moldova
https://orcid.org/0009-0007-0554-6845, e-mail: *renata.ciobanu@sti.usm.md*

Summary. As a result of research on the influence of *in vitro* culture and gamma radiation on the expression of traits such as the number of grains per ear, grain weight, and the mass of 1000 grains, significant variation in the values of the coefficient of variation was observed in somaclones from three generations of triticale. Both *in vitro* culture and radiation caused changes in the coefficient of variation of quantitative traits in the studied genotypes, compared to the control. Maximum effect is induced by gamma radiation in the first generation (SC_1) for all traits, with a substantial decrease in the third generation (SC_3). The factors studied represent a significant source of variation, with the influence being intensified by the specific characteristics of the genotype.

Keywords: variability, triticale, somaclones, *in vitro*, radiation, quantitative traits.

Introducere

Identificarea și evaluarea trăsăturilor agronomice și a caracterelor de producție sunt importante pentru clasificarea resurselor de germoplasmă și ameliorarea culturilor. Caracterele cantitative sunt determinate de multiple gene distribuite în genom, iar expresia valorică reflectă interacțiunile genice, dar și selecția individuală ca rezultat al interrelațiilor cu mediul. Similaritatea dintre indivizi după anumite însușiri depinde de gradul de înrudire și amplitudinea variației genetice care stă la baza caracterului [1].

Timp de mulți ani, obiectivul principal al programelor de ameliorare a fost înlocuirea soiurilor tradiționale cu soiuri moderne cu randament ridicat și rezistență la boli, ceea ce a condus la o reducere a diversității genetice, în principal caracteristicile de calitate și însușirilor nutriționale [6].

Diversitatea genetică poate fi estimată, folosind trăsăturile morfologice. Dezvoltarea continuă și disponibilitatea unor noi resurse genetice sunt esențiale pentru îmbunătățirea soiurilor, iar pentru diferențierea genotipurilor poate fi utilizată caracterizarea fenotipică [13].

Numeroase studii au raportat că, cultura *in vitro* separat sau combinată cu mutageneza poate fi utilizată pentru a genera plante cu variabilitate genetică crescută și mutanți, ca o sursă potențială de noi culturi comerciale.

Radiația gama este unul dintre cei mai utilizați agenți mutageni la plante, deoarece se raportează că induce o variabilitate genetică ridicată [8]. Prin această tehnică, populațiile mari de plante pot fi gestionate în condiții controlate, în spații reduse și în orice perioadă a anului [5]. Pe de o parte, tehnicile biotehnologice *in vitro* garantează calitatea și siguranța, care, combinate cu tehnici de mutageneză, permit selectarea caracteristicilor agronomice remarcabile la plantele de importanță biologică și economică.

Somaclonele, obținute prin cultura *in vitro*, posedă un spectru larg de variație a caracterelor morfologice și biochimice, ceea ce confirmă eficiența folosirii culturii de calus în inducerea variabilității, prin obținerea somaclonelor ce prezintă interes agronomic [10, 12].

Principalele caractere ce determină productivitatea plantei și capacitatea de concurență a unui genotip față de celelalte genotipuri sunt: numărul de boabe, greutatea boabelor per spic și masa a 1000 boabe. Ereditarea acestor caractere, după datele studiului bibliografic, spre deosebire de

caracterele calitative sunt controlate poligenic, fiecare genă fiind în dependență de acțiunea și interacțiunea ei cu alte gene ce au efect aditiv la manifestarea caracterului [6].

Prin urmare, prezintă interes evaluarea acțiunii culturii *in vitro* separate și în comun cu radiația gama în calitate de modificatori genetici asupra caracterelor de productivitate la somaclonele de triticale.

Materiale și metode

Ca material de studiu au servi 3 genotipuri de triticale hexaploide: Ingen 35, Ingen 93 (standart), 188TR 5021 în calitate de martor și somaclonele SC_1 - SC_3 obținute de la toate variantele cercetate prin cultura *in vitro* și expuse iradierii cu raze gama. Au fost efectuate observații fenologice, apreciate și examinate caracterele cantitative a somaclonelor de triticale. Perioada de vegetație, care include fazele și stadiile de vegetație s-a efectuat conform scării Zadocks. Aprecierea impactului culturii *in vitro* și radiației gama asupra variațiilor caracterelor cantitative (*numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe*) a fost efectuată în baza analizei varianței (ANOVA), testului Student, puterii de influență (PI, %) și coeficientului de variație (CV, %). Veridicitatea datelor experimentale a fost realizată prin analiza statistică a datelor obținute cu ajutorul pachetului de programe STATGRAPHICS Plus 5.0.

Rezultate și discuții

În rezultatul aprecierii variațiilor somaclonale s-a atestat o variabilitate sporită după caracterele productivității: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe*.

Pentru determinarea gradului de variație a caracterelor cantitative se utilizează coeficientul de variație (CV,%), care ne permite să stabilim reactivitatea genotipului față de caracterul dat.

Conform datelor bibliografice, în rezultatul studiului efectuate la diferite soiuri de grâu, coeficientul de variație, variază slab (CV<10%) pentru caracterele *lungimea spicului principal și numărul de spiculețe în spic*; variază mediu (10%<CV<20%) – *numărul de boabe per spic* și variază puternic (CV>20%) pentru caracterul *numărul de frați fertili* [7, 11].

În rezultatul cercetărilor s-a evidențiat o variație semnificativă a valorilor indicilor cantitatvi, care sunt dependente de genotip, caracter și factorul analizat [2, 3].

O caracteristică economică importantă a triticalelor este *numărul de boabe per spic* și *greutatea boabelor*. Studiile actuale indică, că capacitatea genetică de formare a 30 și mai multe boabe per spic este tipică pentru triticale [4, 9]. Prin urmare, coeficientul de variație la caracterul *numărul de boabe per spic* atinge valori majore atât la varianta martor, cât și la acțiunea radiației pentru toate genotipurile luate în studiu (Figura 1).

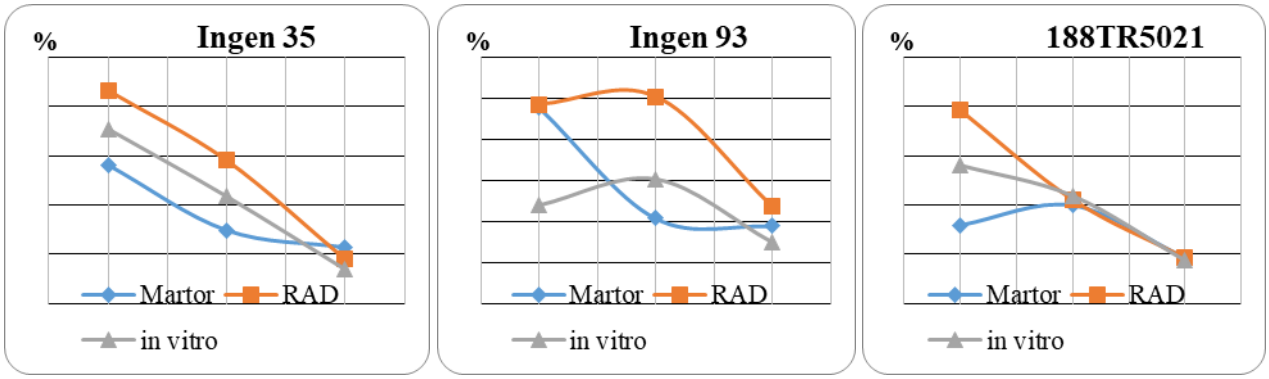


Figura 1. Coeficientul de variație pentru caracterul *numărul de boabe per spic* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

Acțiunea culturii *in vitro* asupra variației caracterului *numărul de boabe per spic* în generația SC_1 pentru genotipul Ingen 93 (24,00%), a atins valori de 1,99 ori mai mici decât martorul în

comparație cu genotupurile Ingen 35 (70,64%) și 188TR 5021 (56,19%), la care indicele coeficientului de variație s-a mărit în comparație cu martorul de 1,26 – 1,77 ori (Figura 1).

Evaluarea variabilității caracterului *numărul de boabe per spic* în SC_3, a atestat o variație medie pentru toate genotipurile luate în cercetare, cea mai minimă variație de 13,95% s-a remarcat la genotipul Ingen 35 *(in vitro*), fiind de 1,63 ori mai mică decât martorul. Acest fapt indică despre particularitățile genotipice și reactivitatea specifică a fiecărui genotip.

Conform datelor din literatură greutatea boabelor corelează direct cu productivitatea. Mărimea și forma boabelor sunt caractere esențiale de reproducere, fiind cele mai stabile [6].

Analiza gradului de variabilitate a caracterului *greutatea boabelor* a evidențiat o variație puternică a acestui indice atât la varianta martor, cât și a factorilor. Acțiunea radiației gama se menține în generația SC_1 pentru genotipurile Ingen 35 și 188TR 5021 cu valori mai mari de 1,55 – 2,69 ori în comparație cu martorul. Cea mai majoră valoare, a fost atestată la genotipul Ingen 93 (RAD) în SC_2, fiind de 2,89 ori mai mare față de martor (Figura 2).

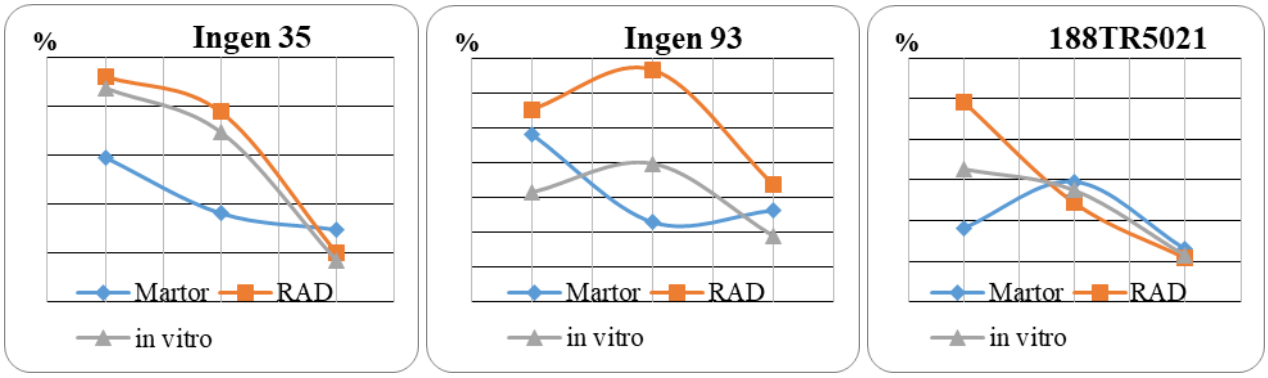


Figura 2. Coeficientul de variație pentru caracterul *greutatea boabelor* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

Cultura *in vitro* acționează maximal asupra coeficientului de variație în generația SC_1 pentru genotipurile Ingen 35 (87,44%) și 188TR 5021 (65,34%), ceea ce denotă o variabilitate mare a acestui caracter. Valori minime a variației, se atestă la genotipul Ingen 93 la somaclonele SC_1, fiind mai mici decât martorul de 1,53 ori. La somaclonele SC_2 se remarcă o creștere a valorilor coeficientului de variație în comparație cu martorul de 1,72 ori și în generația SC_3, observăm o diminuare a valorilor (18,93%), indicând o variabilitate medie a acestui caracter.

Se atestă o reducere a variației și pentru genotipul Ingen 35 (*in vitro*), în SC_3, valorile fiind de 1,75 ori mai mici în comparație cu martorul, ceea ce corespunde cu un nivel mediu de variabilitate (16,80%) a caracterului *greutatea boabelor* (Figura 2).

Atât radiația cât și cultura *in vitro* a cauzat devierea coeficientului de variație pentru caracterul *masa a 1000 de boabe* în comparație cu martorul la genotipul Ingen 35 în SC_1 de 3,48 (*in vito*) și 3,50 (RAD) de ori mai mare, iar în generația SC_3 o scădere majoră a valorilor, coeficientul de variație constituind pentru forma iradiată - 9,80% iar pentru cea obținută prin cultura *in vitro* - 8,08%, indicând stabilitate pentru caracterul dat. Aceeași tendință se observă și la genotipul 188TR 5021, factorii cercetați, acționează maximal în SC_1 și scade în următoarele generații (Figura 3).

Radiația a contribuit la majorarea coeficientului de variație a caracterului *masa a 1000 de boabe* pentru genotipul Ingen 93 (RAD) în toate generațiile (13,58 – 34,12%), valoarea majoră fiind în generația SC_2, fiind de 2,94 ori mai mare decât a martorului.

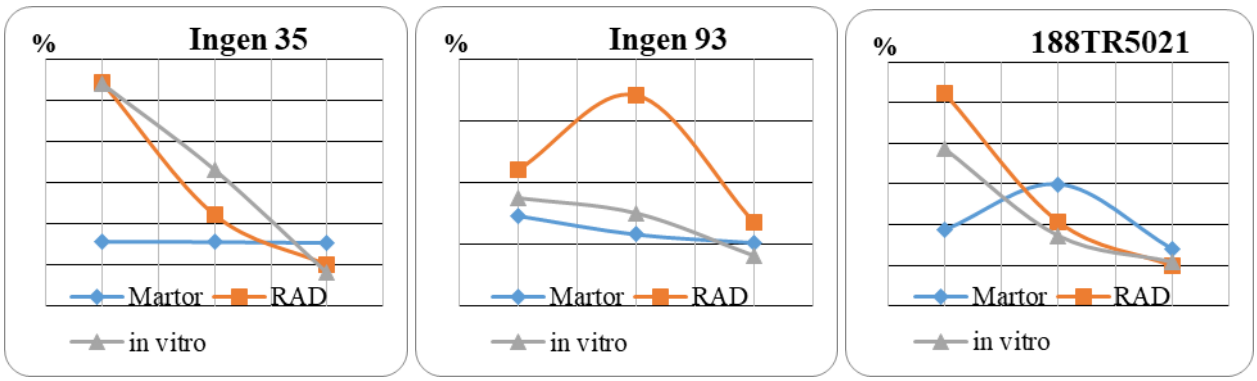


Figura 3. Coeficientul de variație pentru caracterul *masa a 1000 de boabe* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

În rezultatul analizei varianței caracterelor: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor, masa a 1000 de boabe* la somaclonele SC_1 - SC_3 de triticale prin aplicarea testului ANOVA, s-a atestat că o contribuție semnificativă (la nivel de 95 - 99,9%) o are genotipul, radiația, cultura *in vitro* precum și interacțiunea dintre genotip și factorii analizați (Tabelul 1).

Tabelul 1

Influența sursei de variație asupra variabilității caracterelor cantitative la somaclonele SC_1 – SC_3 (testul ANOVA)

Sursa variației	PI, % (SC_1)	PI, % (SC_2)	PI, % (SC_3)
Numărul de boabe per spic			
Genotipul	11,0***	14,58***	0,97
RAD	21,87***	4,08***	0,82
Interacțiunea Genotip - RAD	12,79***	31,93***	13,32***
Genotipul	21,98***	3,94*	0,12
Cultura *in vitro*	4,51***	0,02	-
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	15,87***	7,07**	11,13***
Greutatea boabelor			
Genotipul	12,78***	4,93**	4,92*
RAD	20,52***	2,60*	0,01*
Interacțiunea Genotip - RAD	3,64**	15,81***	2,33
Genotipul	22,70***	15,01***	8,84***
Cultura *in vitro*	0,48	0,15	2,31*
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	6,94***	10,35***	1,12
Masa a 1000 boabe			
Genotipul	21,79***	8,22***	6,38***
RAD	14,87***	5,18***	1,13*
Interacțiunea Genotip - RAD	4,20***	28,17***	36,00***
Genotipul	14,51***	34,63***	23,90***
Cultura *in vitro*	0,01	1,62*	5,77***
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	4,79**	10,99***	11,68***

Notă: *, **, *** - diferențe semnificative pentru $P \leq 0,05; 0,01; 0,001$.

Acțiunea maximală a manifestat-o genotipul pentru indicii: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor, masa a 1000 de boabe* și a atins valori de la 3,94 – 34,63% în dependență de caracter și generație analizată. Cele mai înalte valori ale acestui indice au fost înregistrate pentru caracterul *masa a 1000 de boabe*, constituind 23,90 – 34,63% (SC_3 –SC_2).

Influența radiației a fost semnificativă în toate generațiile studiate și a atins valori de la 1,13 – 21,87%. Puterea de influență maximală fiind la somaclonele SC_1 pentru caracterul *numărul de boabe per spic* (21,87%) și *greutatea boabelor* (20,52%).

Interacțiunea genotipului cu radiația în dependență de caracter a înregistrat valori de la 3,64 – 36,00%. Puterea de influență maximală s-a atestat pentru caracterele: *masa a 1000 de boabe* (36,00%), *numărul de boabe per spic* (31,93%), fiind la generațiile SC_2 – SC_3. Interacțiunea genotipului cu cultura *in vitro*, a atins valori de la 4,79 – 15,87%, valorile cele mai mari s-au remarcat la *masa a 1000 de boabe* (11,68%) la somaclonele SC_3 și *numărul de boabe per spic* (15,87%) la somaclonele SC_1.

Rezultatele obținute evidențiază posibilitatea utilizării factorilor cercetați în extinderea diversității și variabilității genetice la triticale, date ce argumentează necesitatea utilizării somaclonelor în următoarele generații în vederea selectării genotipurilor cu caractere performante.

Concluzii

În rezultatul cercetării influenței culturii *in vitro* și a radiației gama asupra manifestării caracterelor ce țin de productivitatea plantei: numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe, s-a constatat variația semnificativă a valorilor coeficienților de variație la somaclonele a trei generații de triticale.

Cultura *in vitro* cât și radiația au cauzat modificarea coeficientului de variație a caracterelor cantitative la genotipurile luate în studiu, în comparație cu martorul. Puterea maximală este indusă de către radiația gama în prima generație (SC_1) pentru toate caracterele și o diminuare substanțială în generația a treia (SC_3).

Factorii luați în studiu reprezintă o sursă semnificativă de variație pentru triticale, puterea de influență a căruia este determinată de particularitățile genotipului. Acest fapt evidențiază posibilitatea utilizării culturii *in vitro* cât și a radiației gama în calitate de inductor al variabilității genotipice la plante.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului *011102* „Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Andronic, L. *Bazele citogenetice ale variabilității genetice la plantele de cultura în condiții de patogeneză virală*. Chișinău: Print - Caro, 2020, 236 p., ISBN 978-9975-56- 762-6.
2. Ciobanu, R. Variability of biomorphological and quantitative caracteristics of SC_1 somaclones of triticale induced by gamma rays and *in vitro* culture**.** In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective:* simpozion șt. intern., 3-4 oct. 2022. Ed. a 6-a. Chișinău, 2022, pp. 47-49. ISBN 978-9975-159-81-4. DOI:10.53040/abap6.2022.15.
3. Ciobanu, R. Evaluarea variației somaclonale la plantele de triticale regenerate din embrioni maturi prin cultura *in vitro* și iradiere cu raze gama. In: *Studia Universitatis Moldaviae*, nr. 1, pp. 11-20, 2023 ISSN 1814-3237
4. Góral, H., Tyrka, M., Spiss, L. Assesing genetic variation to predict the breeding value of winter triticale cultivars and lines. In: Journal of Applied Genetics, 2005, vol. 46(2), pp. 125- 131. ISSN 2190-3883.
5. Hernández, M., Pedraza, S., Antonio, L., Gómez, S., Morales, G. Mutagenesis in the improvement of ornamental plants. In: Revista Chapingo. Serie Horticultura. 2019, vol. 25, pp. 151-167. ISSN 2007-4034.
6. Kenzhebayeva, S., Doktyrbay, G., Sarsu, F., Omirbekova, N., Abekova, A., Tashenev, D. Mutant resources of spring wheat to improve grain quality and morphology. In: Global Wheat Production. 2018, p. 250.

7. Krasimira, T., Bozhanova, V., Petrova, I. Variability, heritability and genetic advance of some grain quality traits and grain yield in durum wheat genotypes. In: Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019, vol. 25(2), pp. 288-295. ISSN 2534-983X (online).
8. María De La Luz, R., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L. Use of gamma radiation for the genetic improvement of underutilized plant varieties. In: Plants (Basel). 2022, vol. 11(9), p. 1161. ISSN 2223-7747.
9. Mergoum, M., Sapkota, S., Naraghi, S., Pirseyedi, S., Alamri, M., Abuhamma, W. Triticale (x Triticosecale Wittmack) Breeding. USA: Springer International Publishing, 2019, 451 p. DOI: 10.1007/978-3-03023108-8_11.
10. Rastogi, J., Siddhant, Bubber P., Sharma, B. Somaclonal variation: a new dimension for sugarcane improvement. In: GERF Bulletin of Biosciences. 2015, vol. 6(1), pp. 5-10. ISSN 2229-6433.
11. Sao, R., Sahu, P., Patel, R., Das, B., Jankuloski, L., Sharma, D. Genetic improvement in plant architecture, maturity duration and agronomic traits of three traditional rice landraces through gamma ray - based induced mutagenesis. In: Plants. 2022, vol. 11, p. 3448. ISSN 2223-7747.
12. Zimny, J. And Bednarek, P. Tissue culture - induced genetic and epigenetic variation in triticale (*Triticosecale* spp. Wittmack ex A. Camus 1927) regenerants. In: *Plant Molecular Biology*. 2015, vol. 89(3), pp. 279-292. ISSN15735028.
13. Zulfiqar, S., Ishfaq, S., Ikram, M., Nawaz, M., Rahman, M. Characterization of gamma – rays – induced spring wheat mutants for morphological and quality traits through multivariate and GT Bi - Plot analysis. In: *Agronomy*. 2021, vol. 11(11), p. 2288. ISSN 2073-4395.