

STUDIUL INFLUENȚEI RAZELOR X ASUPRA GENOTIPURILOR DE SOIA

Malii Aliona

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
<https://orcid.org/0000-0003-2674-000X>, e-mail: aliona.malii@sti.usm.md

Summary. The analysis of the impact of X-rays on soybean plants revealed a negative correlation between radiation dose and survival rate. The optimal mutation induction doses are up to 200 Gy for the Laduța variety and Z3M₁₀100 line, while for the Clavera variety, this dose is limited to 150 Gy. Each genotype demonstrated variability in response to X-rays, suggesting different levels of tolerance. The height of the plants significantly decreased with increasing radiation doses, highlighting adverse effects on development. Controls, with no exposure, showed 100% survival, thus emphasizing the need for caution in using radiation in breeding research.

Keywords: X-ray, impact, soybean, mutation, induction, tolerance, survival, development

Introducere

Schimbările climatice reprezintă o provocare majoră pentru agricultura globală, afectând direct productivitatea și securitatea alimentară. Creșterea temperaturilor, variațiile extreme ale precipitațiilor și frecvența sporită a fenomenelor meteorologice severe, precum seceta și inundațiile, influențează negativ randamentul culturilor [1]. Pentru a atenua aceste efecte, este esențial să dezvoltăm strategii de adaptare, inclusiv obținerea soiurilor de plante rezistente la stresuri abiotice precum seceta, salinitatea și temperaturile extreme. O metodă eficientă în ameliorarea culturilor este mutagenza indusă, care folosește agenți mutageni pentru a genera variații genetice. Această abordare este deosebit de valoroasă în crearea soiurilor de plante mai bine adaptate la condițiile climatice în continuă schimbare [2, 6].

Mutagenza indusă cu raze X este o tehnică specifică, folosită pentru a introduce mutații în genomul plantelor, generând astfel variații genetice ce pot fi selectate pentru trăsături benefice. În cazul culturii de soia, această metodă este valoroasă pentru obținerea unor soiuri rezistente la secetă, temperaturi extreme și boli. Adaptarea culturilor la noile condiții prin metode de ameliorare, precum mutagenza indusă cu raze X, este esențială. Pentru soia, în special, dezvoltarea soiurilor rezistente la stresuri abiotice și biotice poate contribui la menținerea randamentelor și la asigurarea stabilității producției agricole în fața schimbărilor climatice [3, 4].

Cercetarea are ca obiectiv principal evaluarea impactului diferitelor doze de radiații asupra plantelor de soia și de a obține informații utile pentru programele de ameliorare genetică și gestionarea culturii în condiții de stres. În acest context, se urmărește obținerea de soiuri noi valoroase de soia, adaptate la diverse condiții de mediu și cu performanțe agronomice îmbunătățite.

Materiale și metode

Ca material de cercetare au fost folosite boabele a trei genotipuri de soia: linia Z3M₁₀100, soiul Laduța și soiul Clavera. Aceste genotipuri au fost selectate în funcție de caracteristicile lor de precocitate (linia Z3M₁₀100 și soiul Laduța), productivitate (soiurile Laduța și Clavera) și conținutul de proteină și ulei (linia Z3M₁₀100). Câte 50 de boabe din fiecare genotip au fost tratate cu raze X la doze diferite: 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, 250 Gy, 300 Gy și 350 Gy. Boabele tratate au fost semănate în câmp după 24 de ore de la tratare, la o adâncime de 3 cm, cu distanță între boabe pe rând de 4 cm și cu o distanță între rânduri de 45 cm [5]. Semănatul a avut loc pe 15 aprilie, când temperatura

solului era de 16,8°C, iar temperatura aerului varia între 25-28°C [7]. S-a monitorizat răsărirea plantelor, numărând plantele răsărite și cele supraviețuitoare după 44-47 de zile. Boabele de soia au fost iradiate la radiatorul cu raze X (RS-2400, Rad Source Technologies) din cadrul IGFP. Experiențele au fost realizate pe loturile experimentale ale IGFP în anul 2024. Datele au fost prelucrate utilizând programul Excel.

Rezultate și discuții

Analizând datele obținute pentru soiul Clavera din tabelul 1, observăm că plantele tratate cu raze X au răsărit cu 10 zile mai târziu decât martorul și, pe măsură ce doza de radiație crește, rata de răsărire a plantelor scade. Evaluările efectuate după 44 de zile de la răsărire arată că, pe măsură ce doza de radiație crește, rata de supraviețuire a plantelor scade semnificativ. La dozele de 100 Gy și 150 Gy, un număr relativ mare de plante au supraviețuit, în timp ce la doze de 200 Gy și peste, supraviețuirea a fost drastic redusă. La doza de 250 Gy și mai mare, plantele nu au supraviețuit deloc. Acest lucru sugerează că radiațiile au un impact toxic asupra plantelor, cu efecte negative crescând pe măsură ce doza de radiație se intensifică.

Tabelul 1

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din soiul Clavera și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor Clavera	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsăririi plantelor	03.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24
Plante răsărite, %	100	88	84	80	62	56	56
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl supraviețuitoare, %	100	28	28	8	0	0	0

Conform datelor din figura 1, pe măsură ce doza de radiație X crește, înălțimea medie a plantelor scade semnificativ în comparație cu martorul Clavera. Efectul negativ a fost cel mai pronunțat la doza de 200 Gy, unde înălțimea a scăzut de la 82,4 cm (martor) la 21,2 cm. Acest fapt subliniază că soiul Clavera este afectat negativ de dozele mai mari de radiație. Dozele de 100 Gy și 150 Gy ar putea fi considerate acceptabile pentru evaluare, deoarece au permis supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, sugerând că aceste doze pot induce mutații fără a provoca o mortalitate semnificativă. Conform datelor prezentate, doza de 250 Gy a dus la moartea tuturor plantelor, ceea ce indică faptul că aceasta este o doză letală. De asemenea, dozele de 300 Gy și 350 Gy au dus la moartea tuturor plantelor.

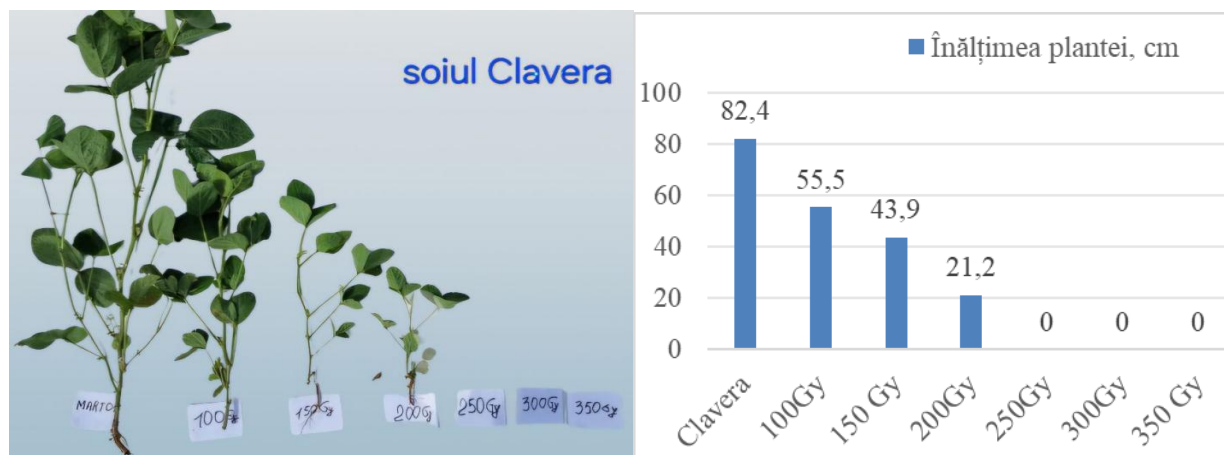


Figura 1. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a soiului Clavera

Astfel, pe baza datelor obținute, doza optimă de inducere a mutațiilor la soiul Clavera ar putea fi estimată între 100 Gy și 150 Gy, iar doza letală poate fi considerată 250 Gy sau mai mare. Martorul a demonstrat o supraviețuire de 100%, subliniind efectele dăunătoare ale radiației.

La soiul Laduța, răsărirea plantelor din variantele tratate cu raze X a înregistrat o întârziere de 12 zile comparativ cu martorul (tab. 2). Rezultatele evaluării stării plantelor după 45 de zile sunt similare cu cele obținute pentru soiul Clavera, demonstrând că doza de radiație influențează negativ supraviețuirea plantelor. În acest caz, doza de 100 Gy a permis cea mai bună supraviețuire (30%), în timp ce dozele mai mari au dus la o scădere semnificativă a numărului de plante supraviețuitoare. La 150 Gy, au supraviețuit 24% din plante, iar la 200 Gy, doar 20%. La 250 Gy, 12% din plante au supraviețuit, iar la 300 Gy, doar 8% din 48 de plantule au supraviețuit. La doza de 350 Gy, numărul plantulelor a scăzut drastic, toate pierind până la perioada de evaluare. Martorul a demonstrat o supraviețuire de 100%.

Tabelul 2

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din soiul Laduța și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor Laduța	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsării plantelor	30.04.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24
Plante răsărite, %	100	100	100	100	94	96	58
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl. supraviețuitoare, %	100	30	24	20	12	8	0

În plus, înălțimea medie a plantelor a scăzut semnificativ la doza de 200 Gy și peste, de la 76,9 cm (martor) la 17,1 cm (300 Gy). Această scădere drastică indică faptul că radiațiile X au un impact advers asupra creșterii acestui soi, în special la doze mari (fig. 2). Datele obținute sugerează că dozele mai mari de radiație devin din ce în ce mai dăunătoare, evidențiind o potențială doză letală începând de la 250 Gy. Astfel, doza optimă de inducere a mutațiilor ar putea fi estimată în intervalul 100-200 Gy, în timp ce doza letală poate fi considerată 250 Gy sau mai mare.

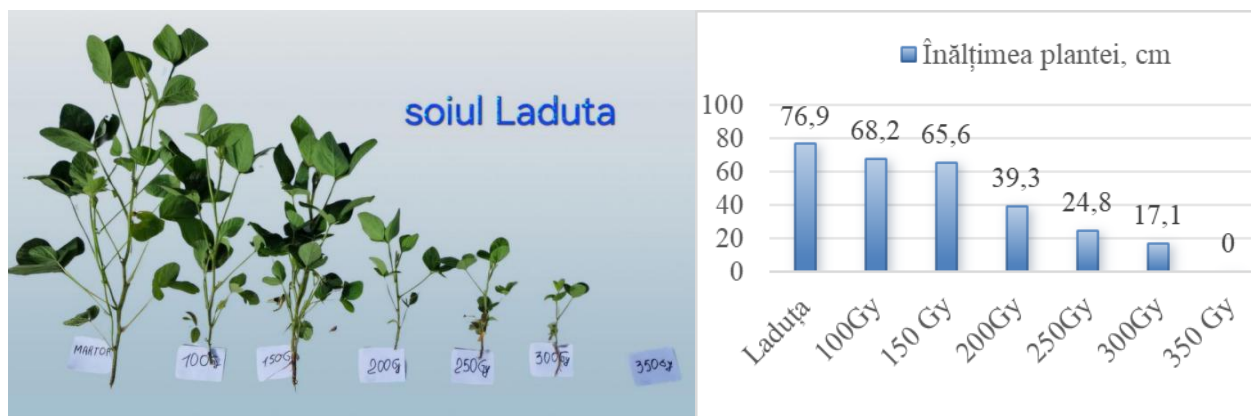


Figura 2. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a soiului Laduța

Analizând datele pentru linia Z3M₁₀100, observăm că martorul a răsărit cu 5 zile înainte de soiul Clavera și cu 2 zile înainte de soiul Laduța (tab. 3). Plantele din variantele tratate cu raze X au răsărit cu 12 zile mai târziu decât martorul și cu 3 zile, respectiv 2 zile mai devreme în comparație cu plantele din variantele tratate ale soiurilor Clavera și Laduța. Din rezultatele obținute, se observă

că, pe măsură ce doza de radiație X crește, atât rata de răsărire, cât și rata de supraviețuire a plantelor scad semnificativ. La doze de radiație de până la 150 Gy, rata de răsărire se menține la 100%, dar rata de supraviețuire scade de la 28% la 13% după 45 de zile. La doze mai mari de 200 Gy, rata de răsărire începe să scadă sub 100%, iar supraviețuirea este și mai redusă, cu doar 2% din plante supraviețuind la doza de 350 Gy.

Tabelul 3

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din linia Z3M₁₀100 și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor linia Z3M ₁₀ 100	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsăririi plantelor	28.04.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24
Plante răsărite, %	100	100	100	96	96	94	70
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl. supraviețuitoare, %	100	14	13	11	8	5	2

În ceea ce privește înălțimea medie a plantelor din fiecare variantă evaluată, aceasta a scăzut constant odată cu creșterea dozei de radiație, de la 70,5 cm (martor) la 28,4 cm (350 Gy). Aceasta sugerează o sensibilitate crescută a acestei linii la radiații, ceea ce poate afecta negativ dezvoltarea generală a plantelor (fig. 3). Astfel, dozele de 100 Gy și 200 Gy par a fi optime pentru inducerea mutațiilor, permițând supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, în timp ce dozele de 250 Gy și mai mari sunt considerate letale, ducând la o supraviețuire extrem de scăzută. Martorul, fără expunere la radiații, a demonstrat o supraviețuire de 100%, evidențiind impactul negativ al radiațiilor asupra liniei de soia Z3M10100.

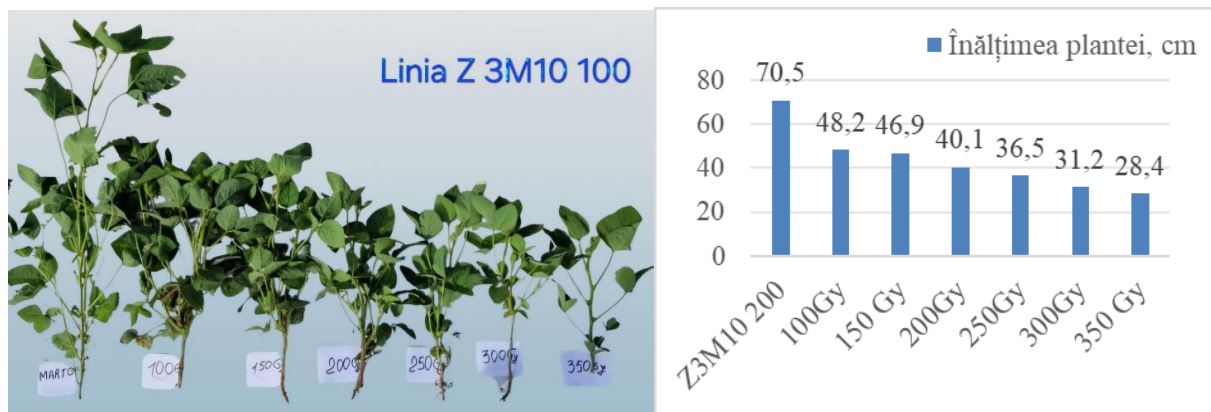


Figura 3. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a liniei Z3M₁₀ 100

Concluzii

Analiza datelor arată că, pe măsură ce doza de radiație X crește, rata de supraviețuire a plantelor scade semnificativ, sugerând un impact toxic al radiațiilor asupra acestora. Dozele de radiație de 250 Gy și mai mari sunt considerate letale, conducând la o supraviețuire extrem de scăzută sau inexistentă a plantelor.

Din datele obținute, observăm că dozele optime de inducere a mutațiilor pentru soiul Laduța și linia Z3M₁₀100 se pot extinde până la 200 Gy, în timp ce pentru soiul Clavera, această doză se

limitează la 150 Gy. Aceste doze permit supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, indicând că pot induce mutații benefice fără a provoca o mortalitate semnificativă.

Soiurile Clavera, Laduța și linia Z3M₁₀100 au demonstrat o variabilitate în răspunsul la radiația X, iar fiecare genotip are un nivel diferit de toleranță la aceste doze, ceea ce ar putea influența selecția și utilizarea lor în programele de îmbunătățire genetică.

Înălțimea medie a plantelor a scăzut semnificativ odată cu creșterea dozei de radiație, evidențiind impactul negativ asupra dezvoltării generale a plantelor și subliniind importanța stabilirii unor doze optime de radiație pentru minimizarea acestor efecte.

Rezultatele obținute subliniază importanța utilizării cu precauție a radiațiilor X în cercetarea de ameliorare a culturii de soia, evidențiind necesitatea identificării dozelor optime pentru inducerea mutațiilor, astfel încât să se maximizeze supraviețuirea plantelor și să se minimizeze efectele adverse asupra dezvoltării acestora

Notă. Cercetările au fost efectuate 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. Petcu, E. Impactul schimbărilor climatice asupra plantelor: SECETA. ed. Domino, 2008, 121 p.
2. Khan, F. A., Ghosh, S. K. Effect of X-ray Radiation on Plant Growth and Development: A Review. In: *Journal of Plant Biology*, 59(1), 2016, 1-10.
3. Kumar, S., Bhagat, S. X-ray irradiation effects on growth parameters of some selected plant species. In: *Plant Archives*, 20(1), 2020, 1840-1847.
4. Zhang, X., et al. Effects of X-ray radiation on seed germination and seedling growth of soybean (*Glycine max* L.). In: *Radiation Physics and Chemistry*, 103, 2014, 114-118.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Рябуха, С.С., Чернышенко, П.В., Безуглый, И.М. Применение индуцированного мутагенеза в селекции сои. Индуцированный мутагенез в селекции растений. În: *Сб. Научных трудов*, 2012, с. 195-20.
7. Agrodar. <https://agrodar.md>.