STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE
Revista științifica a Universtității de Stat din Moldova, 2023, nr. 1(171)

CZU:581.15:633.521 **https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_16**

VARIABILITATEA CARACTERELOR CANTITATIVE ALE PLANTELOR DE IN OBȚINUTE PRIN MUTAGENEZA INDUSĂ

Doina CUȚITARU

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Universității de Stat din Moldova

Mutageneza indusă s-a dovedit a fi o metodă flexibilă, funcțională și gata de utilizat pentru orice cultură, în plus, este o tehnologie care necesită costuri reduse. Permite a obține și a cultiva soiuri noi mutante cu un potențial productiv foarte ridicat. Pentru a investiga efectul mutagen al iradierii gamma (γ) semințele de in ale celor trei soiuri selectate (*Kaufmann*, *Dichl 8* și *Belinka*) au fost tratate cu dozele de 400, 500, 600 și 700 Gy, folosind ca sursă de iradiere izotopul *Cobalt 60*. Pe parcurs s-au monitorizat fazele fenologice de dezvoltare și s-au evaluat parametrii morfologici. Din analiza a mai multor parametri s-a observat că doza de iradiere 400 Gy a fost cea mai eficientă și a manifestat cea mai amplă variabilitate fenotipică, iar cea de 700 Gy s-a dovedit a fi mai puțin eficientă.

Cuvinte-cheie: *Linum usitatissimum L., in de cultură, mutageneză, raze gamma, fibre tehnice, productivitate.*

THE VARIABILITY OF THE QUANTITATIVE TRAITS OF FLAX PLANTS OBTAINED BY INDUCED MUTAGENESIS

Induced mutagenesis has proven to be a flexible method, functional and ready to use for any culture, moreover, it is a low-cost technology. With the ability to grow new mutant varieties with very high productive potential. To investigate the mutagenic effect of gamma (γ) irradiation, flax seeds of the three selected varieties (*Kaufmann*, *Dichl 8*, *Belinka*) were treated with four doses 400, 500, 600 and 700 Gy, using the ^{60}Co-γ isotope as an irradiation source. Along the way, the phenological phases of development and evaluation of morphological parameters were miniaturized. From the analysis of multiple parameters, it was observed that the 400 Gy irradiation dose was the most effective and showed the widest phenotypic variability, and the 700 Gy less effective.

Keywords: *Linum usitatissimum L., flax, mutagenesis, gamma rays, technical fibre, productivity.*

Introducere

Familia *Linaceae* DC. ex Perleb cuprinde 22 de genuri, dintre care genul *Linum* L. este cel mai răspândit și mai cunoscut. Din cele peste 200 de specii din cadrul genului, cea mai întrebuințată în cultură este specia *Linum usitatissimum* L. (2n=30), fiind urmată de formele decorative *Linum grandiflorum* Desf. (2n=16) și *Linum perenne* L. (2n=18) [1, p. 9, 2, 27].

Inul de cultură (*L. usitatissimum* L.) este o specie anuală, autogamă, se face remarcată prin dubla sa întrebuințare atât ca plantă tehnică, cât și oleaginoasă, rareori fiind folosită în scopuri decorative. Produsele și subprodusele derivate din ea, în rezultatul procesării materiei prime vegetale, prezintă interes deosebit pentru sectorul agro-alimentar, în medicină, farmaceutică, industria ușoară etc. Datorită acestui fapt, s-a demonstrat în timp statornicia, valoarea sa economică, ecologică și socială majoră la nivel mondial [3, p. 3, 4, p.44].

În prezent în țară este omologat și inclus în *Catalogul soiurilor de plante al Republicii Moldova* (2023) doar un singur soi de in (s. *In albastru*, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”) [5, p. 41]. Dar pe lângă aceasta, Laboratorul Resurse Genetice Vegetale (*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor USM*) deține o colecţie *ex situ* de germoplasmă vegetală de in de diferită origine eco-geografică. Analizând țările învecinate Republicii Moldova (România, Ucraina și Rusia), putem observa că cultura inului ocupă un loc important în cercetare, agricultură, economie atât la nivel de țară, cât și internațional. În aceste țări sunt conservate în colecții active și de bază mii de forme de in (între 1 000 și 6 243 probe, conservate în Bănci de Resurse Genetice Vegetale) [6, p. 196, 7, p. 78, 8, p. 58].

Prin cercetări ameliorative în diferite centre de cercetare au fost obţinute rezultate remarcabile în crearea de soiuri și forme noi înalt productive, cu adaptabilitate sporită la condițiile de mediu locale, iar una din metodele utilizate în obţinerea noilor descendenți de plante este *mutageneza artificială*. Factorii mutageni

folosiți la inducerea mutaţiilor artificiale se grupează în *agenți fizici* și *chimici*. Cercetările noastre sunt axate pe factorii mutageni fizici, cu aplicarea radiațiilor ionizante (*razele gamma*) [9, p.113, 10, p. 234; 11, p. 184].

Posibilitatea inducerii mutaţiilor artificiale a fost demonstrată oficial pentru prima dată în anul 1925 în cercetările științifice ale lui Nadson G. A. și Filippov G. S. (în fosta URSS), în urma expunerii drojdiilor la acțiunea razelor radio. Însă, în anii 1927-1929, Stadler L. J. obţine mutații artificiale prin iradiere cu raze X și raze gamma la orz, porumb și tutun [9, p. 112].

Cu ajutorul mutagenezei induse au fost create și introduse în cultură peste 2 250 soiuri mutante de diferite culturi: cerealiere, oleaginoase, leguminoase, legumicole, fructifere și decorative**,** inclusiv și 13 soiuri de in. Studiile privind utilizarea diferiților factori mutageni la in (*Linum* L.) au fost efectuate pentru prima dată la *Staţiunea experimentală Svalef* (Suedia) în anul 1887 [12, p. 427, 13, p.73].

Din cele expuse anterior, ne-am propus ca scop studierea efectului radiației gamma asupra materialului semincer de in și acțiunea ei asupra plantelor din prima generație, cât și din cele ulterioare, evaluarea descendenților, efectuarea selectărilor individuale în scopul obținerii unui material nou de ameliorare.

Material și metode

Cercetările experimentale de câmp și de laborator s-au realizat în cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Laboratorul *Resurse Genetice Vegetale*.

În investigațiile noastre am selectat trei soiuri distinctive de in (in de cultură) din colecția *ex situ* a LRGV: *Belinka* – in pentru fibre, *Kaufmann* și *Dichl 8* – in pentru ulei. Materialul semincer a fost supus iradierii gamma la instalația radio-chimică RHM-γ-20, folosind ca sursă de iradiere izotopul ^{60}Co, cu aplicarea a patru doze: 400, 500, 600 și 700 Gy. Individual pentru fiecare formă iradiată (3) a existat proba martor (semințe de in netratate) [14, p. 10, 15, p. 834].

Materialul biologic inclus în lucrarea actuală este format din 15 forme de in obținute prin mutageneză indusă – 7 descendenți din generația M_5 (*Dichl 8* (3), *Kaufmann* (4)) și 8 din M_4 (*Dichl 8* (4), *Belinka* (4)).

Evaluarea întregului set de parametri fenologici, morfologici și agrotehnici s-a executat în corespundere cu Descriptorul Internațional pentru cultura inului (*Descriptors List for Flax (Linum usitatissimum L.), Nitra, 2016*) [16], normele tehnice şi îndrumările metodice aprobate în ameliorare [17, p. 136; 18, p. 28; 19, p. 85].

Experiențele de câmp au fost montate în teren deschis, pe soluri bine drenate și afânate. Schema de semănat s-a executat în conformitate cu tehnologia și normele ameliorative de cultivare a culturii inului. S-a ținut cont de respectarea asolamentului de rigoare și a densității optimal-admisibile a plantelor pe parcelă (800-1 600 plante la m^2, in pentru ulei și 2 500-3 000, in pentru fibre). Din grupul plantelor de cultură inul se remarcă prin cea mai mare densitate de semințe germinabile pe m^2.

Încorporarea semințelor în sol s-a efectuat manual, în ultima decadă a lunii martie, prima decadă a lunii aprilie, când temperatura solului atinge 3-5^o (in pentru fibre) și 5-6^o (in pentru ulei), timp de 4-5 zile consecutiv, cu tendințe de creștere. Din experiențele noastre am constatat că adâncimea optimă de semănare pentru zona de centru a Republicii Moldova constituie 7-10 cm, din considerentele texturii și umidității solului în momentul semănării, cu distanța între rânduri de 15-20 cm [3, p.12, 4, p.99].

Datele experimentale obținute au fost prelucrate statistic utilizând pachetul software *Statistica 64* și *Microsoft Excel.*

Rezultate și discuții

În primul an de cercetări (M_0) a fost evaluată componența numerică a plantulelor din momentul răsăririi lor până la finisarea perioadei de vegetație comparativ cu martorul. Monitorizarea plantelor iradiate s-a efectuat la un interval de 2-3 zile, s-a respectat acest interval până când plantele au ajuns la *faza de înflorire* și *formare a fructelor*, gradul de pieire a plantelor treptat a diminuat semnificativ. Acest fapt a fost influențat și de interacțiunea factorilor mutageni fizici cu factorii de mediu externi mai puțin favorabili pentru plantele de in din M_0, astfel au sensibilizat și mai mult rezistența plantulelor. Procesul de eliminare a plantulelor iradiate s-a produs masiv în faza cotiledonală și cea de a treia pereche de frunze adevărate, cu tendință descrescătoare începând cu faza de brădișor, faza de creștere rapidă și s-a finisat odată cu începutul fazei de înflorire și formare a fructelor, maturitate.

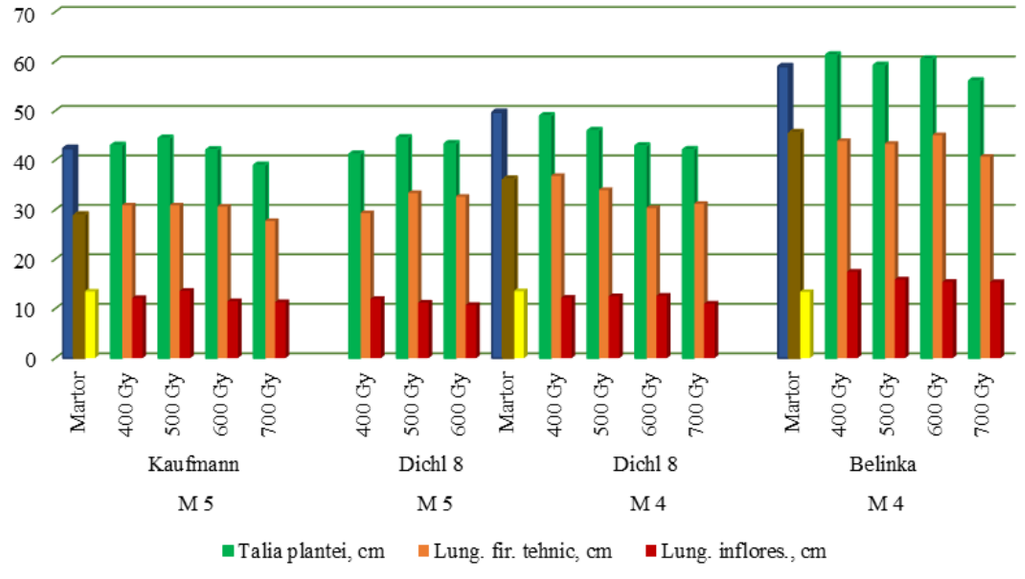
Concomitent s-au efectuat evaluări fenologice și morfologice. Pentru elucidarea parametrilor liniari și cantitativi au fost selectate direct din câmpul experimental câte 20 plante, pentru fiecare probă, iar pentru

obținerea unei precizii mai înalte a indicelui *numărul de semințe viabile per capsulă* s-a luat în studiu 50 capsule (fructe).

Formele din generația M_5, care au fost obținute prin iradiere cu razele gamma, au depășit soiul martor *Kaufmann* după următorii parametri: *talia plantei*, *lungimea firului tehnic*, *numărul de ramificații, flori și capsule per plantă*, *masa seminceră per plantă*, *lungimea inflorescenței* (doar pentru 500 Gy) – doza 400-500 Gy (I-II); lungimea firului tehnic, numărul de flori – 600 Gy (III); numărul de flori, masa seminceră per plantă, masa a 1000 semințe – 700 Gy (IV). Masa a 1000 de semințe la formele irradiate în doză de 400-500 Gy era la nivelul martorului.

La mostrele din M_5 pentru o serie de caractere s-au înregistrat valori mai înalte sau egale cu martorul *Dichl 8* (*m*asa a 1000 de semințe). S-au poziționat pe același nivel cu martorul indicii – numărul de ramificații, flori, capsule și masa seminceră per plantă (I); numărul de ramificații (II); numărul de ramificații, masa a 1000 semințe (III). În generația M_4 de la iradierea soiului *Dichl 8*: lungimea firului tehnic, numărul de ramificații și capsule (I); numărul de ramificații, flori și capsule, masa a 1000 semințe (II); numărul de ramificații și capsule, masa a 1000 semințe (III); numărul de ramificații, flori și capsule (IV). Pentru descendenții din M_4 ai soiului *Belinka* s-au evidențiat următoarele caractere: *talia plantei*, *lungimea inflorescenței*, *numărul de flori și capsule*, *masa seminceră per plantă*, *masa a 1000 semințe* (I); *talia plantei*, *lungimea inflorescenței*, *numărul de capsule*, *masa a 1000 semințe* a atins aceleași valori precum martorul (II); *talia plantei, lungimea inflorescenței*, *numărul de ramificații și capsule* (III); *lungimea inflorescenței*, *numărul de flori* și *capsule*, *masa a 1000 semințe* (IV).

Figura 1. Elucidarea parametrilor liniari ai plantelor comparativ cu martorul corespunzător (cm).



În Figura 1 sunt prezentate rezultatele obținute în urma măsurărilor parametrilor liniari comparativ cu soiul martor. După parametrii *talia plantei*, *dimensiunea inflorescenței* și *lungimea firului tehnic* martorul *Dichl 8* a înregistrat valori de 49,7±0,84, 13,5±0,77 și 36,2±0,95 cm. Aceste rezultate ale caracterelor elucidate nu au putut fi depășite de descendenții din generațiile M_4 și M_5 care au cuprins valori maximale de 49,0±0,83 cm și minimale de 41,3±0,75 cm (max. M_4 – min. M_5, 400 Gy), respectiv 12,6-10,8 cm (M_4 – M_5, 600 Gy). Putem remarca că *lungimea firului tehnic* al plantelor obținute în urma iradierii gamma doar pentru doza de 400 Gy din M_4 era de 36,8±0,80 cm, adică la nivelul martorului. Celelalte forme nu au depășit martorul după acest criteriu, fapt ce se ilustrează bine în Figura 1. De menționat că soiul *Dichl 8* este pentru ulei și pentru el parametrul menționat nu este unul din cei mai principali din punct de vedere tehnic, însă din punct de vedere al utilității de cultură oleaginoasă rezultă că cu cât mai mici sunt dimensiunile firului tehnic, cu atât mai mare este probabilitatea de a forma un număr mai mare de ramificații, respectiv - mai multe fructe per plantă și, în final, de a avea o productivitate mai ridicată. Soiul *Dichl 8* precum și soiul *Kaufmann*

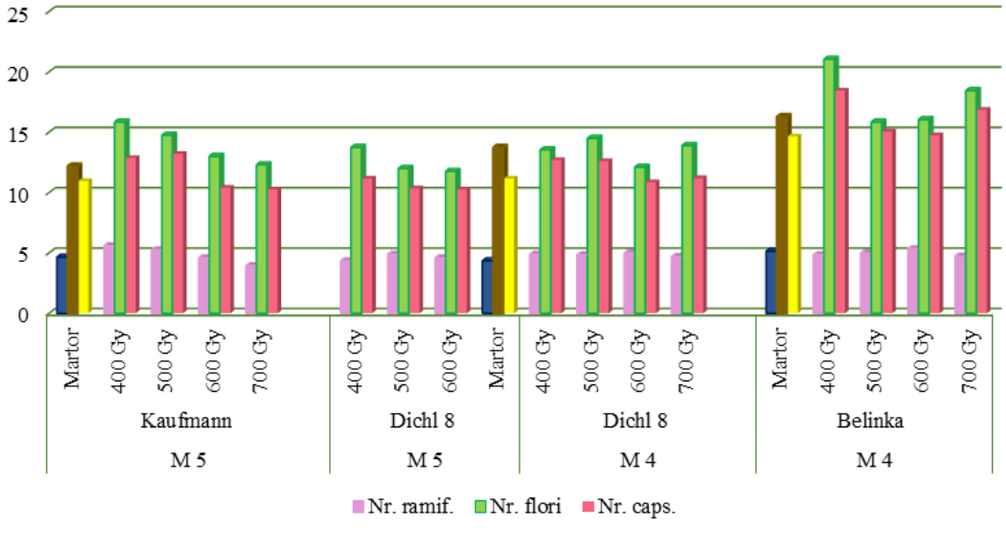
sunt soiuri de plante oleaginoase, cu înălțime mică, corolă de culoare albastră, fructul în formă de capsulă, cu cinci loje (caracteristic și pentru s. *Belinka*), indehiscente, cu semințe de culoare maro.

Martorul soiul *Kaufmann* a atins în înălțime 42,4±0,74 cm. El a fost depășit de doua forme din M_5 (400-500 Gy) cu 43,0±0,74 – 44,5±0,70 cm, după lungimea firului tehnic (29,0±0,84 cm) - de trei: 30,9±0,94 cm (400-500Gy) și 30,6±0,73 cm (600 Gy). La o formă iradiată (500 Gy) dimensiunile ramificațiilor (13,6 cm) erau la nivelul martorului (13,45 cm).

Soiul *Belinka* se face remarcat prin faptul că este soi de plantă tehnică, de dimensiune medie, cu corola de culoare albă, capsulă semi-dehiscentă, culoarea semințelor la fel este maro, indicii biometrici ai fructelor și a semințelor sunt mai mici comparativ cu ale soiurilor *Dichl 8* și *Kaufmann*.

Pentru formele de utilizare tehnică aportul unor astfel de caractere, cum ar fi înălțimea plantei *și lungimea fibrei tehnice* ș.a. în determinarea valorii genortipului respectiv, este destul de semnificativ. Analizând formele irradiate, putem observa că factorul mutagen a avut efect stimulativ asupra creșterii *taliei plantelor* iradiate (400, 500, 600 Gy) și a *lungimii inflorescențelor* (pentru toate cele patru doze aplicate) în raport cu martorul *Belinka* (Fig. 1). Înălțimea totală a formei martor era de 58,9±1,08 cm, ea fiind depășită nesemnificativ: 59,2±0,74 – 61,3±0,80 cm. *Dimensiunile inflorescenței* la formele iradiate au cuprins valori minimale de 15,4 și maximale de 17,5 cm, devansând semnificativ martorul 13,4 cm. După parametrul *lungimea fibrei tehnice* nici o formă iradiată nu a depășit standardul (45,6±0,89 cm), cea mai apropiată valoare a fost de 45,1±1,23 cm (600 Gy), iar minimală - de 40,7±1,13 cm (700 Gy).

Figura 2. Valoarea parametrilor cantitativi ai tulpinilor și inflorescențelor plantelor – numărul de ramificații, flori și capsule dezvoltate în raport cu martorii selectați (unități).



Pentru soiurile tehnice de in nu este specific numărul excesiv de ramificații, flori și capsule, însă din Figura 2 se observă că formele de in obținute prin mutageneza indusă artificial, inclusiv și martorul *Belinka*, depășesc esențial formele iradiate din M_{5-4}, cât și soiurile martor *Kaufmann* și *Dichl 8*. Este evident că factorul mutagenic a influențat pozitiv asupra formării și dezvoltării organelor generative. În primele generații la formele iradiate s-a semnalat un număr mare de flori per plantă în raport cu un număr mai redus de fructe dezvoltate și o cantitate mai mică de semințe viabile.

După indicii parametrului *numărul de ramificații per plantă* formele iradiate au înregistrat valori mai înalte comparativ cu martorul: s. *Kaufmann* (4,65±0,23) de 5,6±0,19-5,25±0,20 (400-500 Gy); *Belinka* (5,15±0,26) – 5,35±0,39 (600 Gy). Martorul *Dichl 8* (4,35±0,48) a fost depășit substanțial de toate formele iradiate, cu valori cuprinse între 4,35±0,13 și 5,0±0,19 (400-600 Gy).

Numărul de flori per plantă pentru toate formele iradiate din M_5 (*Kaufmann*) variază între 12,3±1,02 – 15,9±0,75, astfel depășind în totalitate martorul – 12,2±0,85. Descendenții *Dichl 8* din M_5 au fost mai puțin productivi după acest parametru, doar într-un caz plantele tratate cu doza de 400 Gy, au înregistrat

același număr precum martorul (13,8±0,58), celelalte două nu au acumulat cantitativ mai multe flori. În același timp, plantele iradiate cu dozele de 500, 700 Gy din M_4 au prezentat valori mai înalte (14,5±0,87, 13,9±1,15). Mostrele *Belinka* din M_4 au depășit forma martor (16,3±0,89), plantele au fost tratate cu dozele de 400, 700 Gy (21,5±1,83, 18,5±1,35).

Numărul de capsule per plantă. După acest parametru toți descendenții *Belinka* din generația M_4 au depășit proba martor (14,7±0,80) cu valori minime înregistrate de 14,8±0,68 și maxime de 18,5±1,83. A fost depășit în totalitate de plantele iradiate din M_4 și martorul *Dichl 8* (11,2±0,58), cu excepția celor tratate cu doza de 600 Gy (10,9±0,66) din M_4 și a probelor din M_5, unde doar în primul caz (400 Gy) valoarea plantelor iradiate era similară cu valoarea martorului.

Figura 3. Masa seminceră per plantă (g).

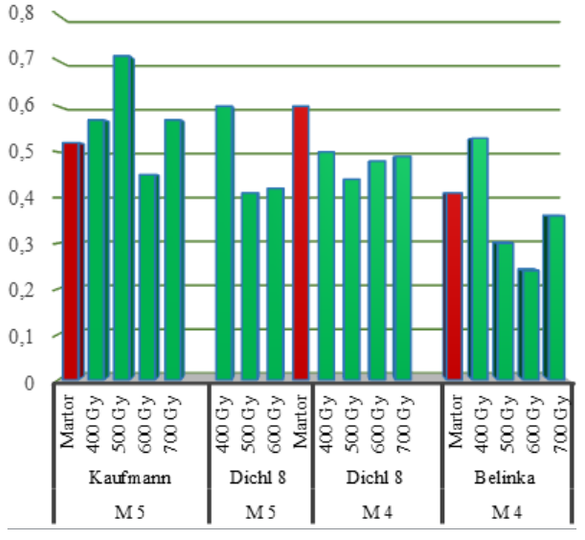
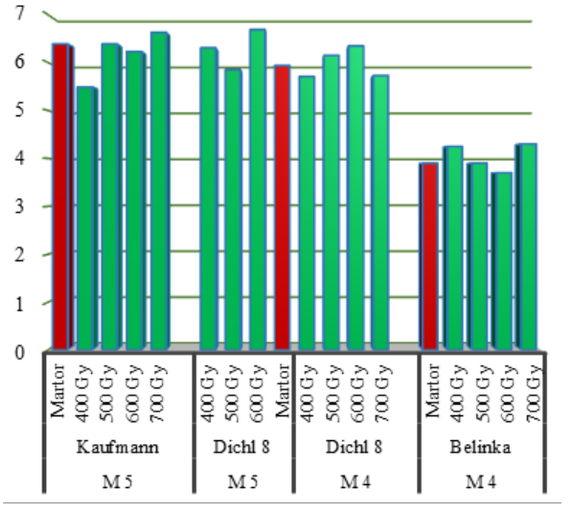


Figura 4. Masa a 1000 semințe (g).



Masa seminceră per plantă este criteriul cantitativ cel mai important pentru determinarea și aprecierea productivității unui genotip. În unele cazuri ne poate reda chiar și adaptabilitatea și dezvoltarea lui în anumite condiții pedoclimatice mai puțin specifice pentru cultura inului.

După acest parametru putem observa (Fig. 3) că *masa seminceră per plantă* la martori variază în limitele 0,41±0,03 g (*Belinka*), 0,52±0,04 g (*Kaufmann*) și 0,60±0,05 g (*Dichl 8*). Astfel, pentru primul martor, observăm că după acest caracter doar o singură probă (400 Gy) a acumulat o cantitate mai însemnată de semințe (0,53±0,11 g). Al doilea martor este depășit de trei forme iradiate, cu excepția plantelor iradiate cu 600 Gy (0,45±0,03 g), care s-au încadrat în intervalul de 0,57±0,05 g (400, 700 Gy) – 0,71±0,04 g (500 Gy). Pentru al treilea martor este caracteristică aceiași valoare cu o probă iradiată cu 400 Gy din M_5 – 0,6±0,05 g. Efectiv nici o altă probă iradiată din generația $M_{4\text{-}5}$ nu a depășit forma martor după cum se poate de observat în Figura 3.

Pentru orice cultură, cât și pentru cultura inului *masa a 1000 semințe* (MMS) este influențată de dimensiunile semințelor/boabelor și de conținutul de umiditate. După analiza dimensională semințele soiului *Kaufmann* sunt mai măsăcate, iar ale soiului *Belinka* sunt cele mai mărunte.

Martorii au prezentat valori ale MMS de 6,39 g (*Kaufmann*), 5,94 g (*Dichl 8*) și 3,9 g (*Belinka*). Valori similare cu martorul s-au semnalizat la probele iradiate cu 500 Gy: M_5 – *Kaufmann,* M_4 - *Belinka*. *Masa a 1000 semințe* înregistrată la plantele iradiate cu dozele de 400 Gy – 6,31 g (M_5, Dichl 8), 4,25 g (M_4, Belinka); 500 Gy – 6,15 g (M_4, Dichl 8); 600 Gy – 6,69-6,35 g (M_5, M_4 - Dichl 8); 700 Gy – 4,3 g (M_4, Belinka) și 6,63 g **(**M_5, *Kaufmann***)** în raport cu martorii s-a dovedit a fi mai mare.

Durata perioadei de vegetație a fost de 96 de zile (mediu precoce) pentru majoritatea formelor iradiate și a martorilor *Kaufmann* și *Dichl* 8, cu excepția formei iradiate din M_5 cu doza de 400 Gy, care a acumulat cel mai mic număr de zile pentru toate fazele de dezvoltare, până la atingerea maturității depline de 89 zile din momentul răsăririi. În cazul formelor ce aparțin soiului *Belinka* această perioadă a fost de 117 zile, ceea ce se califică ca având o perioada lungă de vegetație.

Concluzii

Prin cercetări s-a constatat că la forma *Dichl 8* din generația M_5 iradiată cu raze gamma (400 Gy), fazele fenologice de dezvoltare s-au derulat într-un ritm mai rapid în comparație cu martorul, celelalte forme din generația M_{4-5}, cât și față de toate genotipurile de colecție. Cele mai relevante au fost: *începutul* și *înflorirea în masă a plantelor, formarea în masă a fructelor, începutul fazei de îngălbenire*, *îngălbenirea în masă a tulpinilor la plante* și *durata perioadei de vegetație*.

Formele *Belinka* obținute prin mutageneza indusă se deosebesc semnificativ după *talia plantei, dimensiunile inflorescențelor*, *densitatea florilor* și a *fructelor per plantă*. Indicii sporiți ce au fost înregistrați la ultimii trei parametri sunt caracteristici soiurilor de in pentru ulei, mai puțin – inului pentru fibre.

Descendenții soiului *Kaufmann* au manifestat o amplă variabilitate fenotipică comparativ cu celelalte soiuri selectate și au depășit martorul după un număr mare de parametri cantitativi investigați.

Ca rezultat al analizei parametrilor evaluați în prezentul studiu, s-a observat că doza de iradiere 400 Gy a condiționat cele mai multe modificări morfo-biologice la plante, iar cea de 700 Gy a avut o influență mult mai redusă.

Referințe:

1. VROMANS JAAP. *Molecular genetic studies in flax (Linum usitatissimum L.)*. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands, 2006. Printed: PrintPartners Ipskamp, 144 p. ISBN 90-8504-374-3.
2. BOLSHEVA, N., MELNIKOVA, N., KIROV, I., SPERANSKAYA, A., KRINITSINA, A., et al. Evolution of blue-flowered species of genus *Linum* based on high-throughput sequencing of ribosomal RNA genes. In: *BMC Evolutionary Biology,* 2017, Vol. 17 (Suppl. 2):253, p. 23-36. DOI 10.1186/s12862-017-1105-x.
3. DOUCET, M., DOUCET, I. *Cultura inului de ulei*. Bucureşti: Editura Agro-Silvică, 1964, 50 p.
4. MUNTEAN, L. *Mic tratat de fitotehnie – plante oleaginoase, textile, tuberculifere şi rădăcinoase*. Vol. II. București: Editura Ceres, 1997, 290 p. ISBN 973-40-0338-0.
5. *Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova pentru anul 2023*. Chişinău: ÎS Editura didactică de stat „Lumina”, 2023, 132 p.
6. DOUCET, I., DOUCET, M. Rezultatele cercetărilor de ameliorare la inul de ulei şi inul de fibre, în România. În: *Analele I.N.C.D.A. Fundulea*, Vol. LXXV, 2007, Volum Jubiliar, p. 195-202.
7. ПОРОХОВИНОВА, Е., КУТУЗОВА, С., ПАВЛОВ, А., СЛОБОДКИНА, А., ЯКУШЕВА, Т., БРАЧ, Н. Коллекция генетических ресурсов льна Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. В: Письма в Вавиловский Журнал Генетики и Селекции, 2021, Том 7, № 2, с. 75-90. DOI 10.18699/LettersVJ2021-7-09.
8. MAGGIONI, L., PAVELEK, M., SOEST, L.J.M. van., LIPMAN, E. *Flax Genetic Resources in Europe:* Ad hoc meeting. Prague, 2001, 85 p. ISBN 92-9043-535-6.
9. PALII, A. *Ameliorarea plantelor*. Chișinău: S. n., 2014 (Tipografia „Foxtrot”), 216 p. ISBN 978-9975-120-46-3.
10. PALII, A. *Genetica*. Chișinău: Editura Museum, 1998, 352 p. ISBN 9975-905-19-6.
11. ГУЛЯЕВ, Г. *Генетика.* Москва: Издательство «Колос», 1971, 344 с.
12. ТИГОВА, А., СОРОКА, А. Направленность наследственных изменений льна (*Linum humile* Mill.) под действием новых производных диметилсульфата. В: Научный журнал «Физиология Растений и Генетика», 2018, Том. 50, № 5., с. 427-438. ISSN 2308-7099.
13. КОРОЛЕВ, К., БОГДАН, В., БОГДАН Т. Индуцированный мутагенез льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) как метод создания нового исходного материала для приоритетных направлений в селекции. В: Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии», 2016, № 4, с. 73-75.
14. SPENCER-LOPES, M., FORSTER, B., JANKULOSKI, L. *Manual on Mutation Breeding (Third Edition).* Vienna: FAO/IAEA, 2018, 301 p. ISBN 978-92-5-130526-3.
15. ZHAO, Li., WANG, Bin. Mutagenic effect on seed of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) induced by ^{60}Co-γ irradiation. In: *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2021, No. 43(5), p. 834-842. DOI:10.19802/j.issn.1007-9084.2020312

16. NÔŽKOVÁ, JA., PAVELEK, M., BJELKOVÁ, M., BRUTCH, N., TEJKLOVÁ, E., POROKHOVINOVA, E., BRINDZA, J. *Descriptor list for flax (Linum usitatissimum L.).* Nitra: 2016, 102 p. DOI 10.15414/2016.9788055214849.
17. CEAPOIU, N. *Metode statistice aplicate în experienţele agricole şi biologice*, Bucureşti: Editura Agro-Silvică, 1968, 551 p.
18. ДОСПЕХОВ, Б. *Методика полевого опыта*. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
19. ФЕДИНА, М. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. Москва, 1983, 184 с.

Date despre autor:
Doina CUȚITARU, cercetător științific, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecţie a Plantelor al Universității de Stat din Moldova, Laboratorul Resurse Genetice Vegetale.
E-mail: doina.cutitaru@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9956-8189

Notă: *Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat 20.80009.5107.11 ,,Conservarea ex situ de lungă durată a resurselor genetice vegetale în Banca de gene cu utilizarea metodelor biologiei moleculare în testarea stării de sănătate a germoplasmei vegetale", finanţat de Agenţia Naţională pentru Cercetare şi Dezvoltare.*

Prezentat la 03.04.2023