

crops. In M_2 , variability of their breeding characteristics will be studied; frequency and spectrum of chlorophyll and morphological mutations will be determined. Plants with altered breeding-valuable and morphological traits will be selected for further study in M_3 and M_4 ; constancy of mutations will be tested. The most valuable mutants will be used in crosses; the best of them will be transferred to preliminary variety trials.

The field experiments, phenological observations and measurements were conducted by the method of the state crop variety trials.

The study of the influence of mutagenic agents showed that:

- Chemical mutagen DMS, in comparison with physical mutagen Co^{60} , exerted a softer effect on plants and stimulated positive alterations of all valuable economic features. Physical mutagen, in many cases, caused of depression of plants in terms of the height, calathidium diameter and number of leaves;

- There were no significant differences in the impact of various doses of physical mutagen and various concentrations of chemical mutagen on sunflower lines;

- Sunflower lines varied greatly by valuable economic characteristics (height and calathidium diameter), depending on the type of mutagen, which was attributed to the specific effect on plants;

- Variability was observed, in a greater or lesser degree, in all the 12 self-pollinated sunflower lines.

Key words: breeding, sunflower, experimental mutagenesis, chemical mutagen, physical mutagen, chlorophyll and morphological mutation

УДК [633.39:581.4]:631.531.027.34

О.В. Гудим, аспірантка

Т. І. Гопцій, доктор с.-г. наук, професор

Харківський національний аграрний університет ім. В. В Докучаєва
(м. Харків, Україна)

ІНДУКОВАНА МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК У РОСЛИН АМАРАНТА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ

Наведені результати вивчення індукованої мінливості різних сортів амаранта виду *A. hypochondriacus* залежно від дії різних доз гама-опромінення на насіння. Досліджувалися показники загальної частоти індукованих змін рослин амаранта та встановлена оптимальна доза, за якої отримана найбільша кількість морфологічних змін – 150 Гр.

Ключові слова: гамма-опромінення, мінливість, амарант, мутагенез, індуковані зміни, *A. hypochondriacus*.

Постановка проблеми. В історії мутаційної селекції відомі неодинокі приклади революційних проривів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур. Світова практика свідчить, що більшість мутантних сортів створено при застосуванні фізичних мутагенів (в основному гамма-променів). Поряд з цим значна увага приділяється

також пошуку нових ефективних хімічних і фізичних мутагенних чинників. Індукований мутагенез є одним із сучасних методів селекції, який дає змогу збагачувати ресурси за генетичною мінливістю, даючи селекціонерам новий вихідний матеріал для проведення добору в подальшому створенні сортів [6]. Цей метод спрямований на штучне одержання життєздатних рослин з мутаціями. Мутагенні чинники в селекції рослин найчастіше використовують під час створення нових форм, які відрізняються від вихідних сортів за окремими ознаками: крупністю насіння, висотою рослин, формою листка, забарвленням насіння, стійкістю до збудників захворювань, тривалістю вегетаційного періоду, вмістом і якістю білка та жиру в насінні.

Генетичну дію іонізуючих випромінювань найбільш глибоко було вивчено на рослинах і мікроорганізмах. Ще в 1928 р. Л. М. Делоне, а в 1934 р. А. А. Сапегін застосували рентгенівське випромінювання для отримання мутацій під час селекції.

Об'єктом обробки мутагенами переважно є насіння, іноді пилки, бульби, живці з бруньками і т.д. Оптимальні дози мутагенів визначаються в попередніх, а потім у більш широких наступних дослідах. Насіння обов'язково обробляється без попереднього замочування, суше. Всі ці види впливу викликають появу нових ознак і властивостей. Уже в першому поколінні вдається отримати до 10-15% рослин з гомозиготним (однорідним) за мутаціями насінням, що становить важливе фундаментальне досягнення хімічного мутагенезу в генетиці. Причина появи гомозигот в першому поколінні викликана оригінальним механізмом мутагенної атаки.

Вперше ефект радіаційної стимуляції було отримано на рослинах і описано М. Мальдінеєм і К. Тувінею в 1989 р., тобто всього лише через три роки після відкриття рентгенівських променів. Прискорення проростання насіння, опромінених рентгенівськими променями, привернуло увагу багатьох дослідників, що працювали з іонізуючим випромінюванням. У наступні роки з'явилася велика кількість робіт, присвячених радіаційній стимуляції рослин. Зокрема, про передпосівне гамма-опромінення насіння сільськогосподарських рослин, овочевих культур, кормових трав з метою підвищення врожаю й поліпшення якості продукції. Так, насіння салату мають схожість 25 ... 35%. При гамма-опроміненні їх схожість збільшується до 65%. Насіння лаванди при опроміненні дозою 10 Гр на 30-й день підвищує схожість із 7 до 28%. Упровадження гамма-опромінення насіння в Молдові дозволило отримати за три роки випробувань (1972 – 1974 рр.) 8,763 т додаткової продукції зерна кукурудзи, 3,703 т соняшнику, 5,354 т цукрового буряку [1, 3].

У своїй роботі І.О. Полякова [7] аналізувала вплив гамма-опромінення на спадкову мінливість у льону олійного й отримала

широкий спектр мутацій у разі опромінення насіння дозами 400 Гр, 700 Гр. Науковець М.О. Войтович зі співавторами вивчали спектр мінливості індукованої гамма-опроміненням дозою 150 Гр на листки рицини у поколінні M_1 та виявили цілий спектр морфологічних змін листової пластинки.

Матеріали та методи досліджень. Метою роботи, яка проводилася на кафедрі генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, було визначення впливу гамма-опромінення на посилення формотворчих процесів у сортів амаранта.

Дослідження проводились на дослідному полі ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, яке знаходиться в зоні середнього і нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України. Клімат помірно континентальний. У зоні можливі істотні коливання температури повітря і кількості опадів.

У дослід було залучено три сорти амаранта виду *A. hypochondriacus*: Сем, Харківський-1, Студентський. З метою одержання господарсько цінних форм амаранта проводили обробку насіння фізичними мутагенами (гамма-випромінювання). Джерело випромінювання – Co^{60} . Дози випромінювання: 15 Гр, 30 Гр, 40 Гр, 150 Гр, 400 Гр та 700 Гр. Місце проведення обробки – ННЦ «Інститут метрології». Установка – ДЕТУ 12-05-02. Як контроль використовували насіння амаранта без обробки.

Індуковану гамма-опроміненням мінливість ознак у поколінні M_1 спостерігали у польових умовах. Прогнозувати появу певних змін у першому пострадіаційному поколінні майже неможливо. Будь-яка з цих змін може становити інтерес як нове джерело певної ознаки за умови її успадкування. Тому врахування цих змін у морфології чи фізіологічному стані рослин, що відбуваються внаслідок такого впливу, є обов'язковим етапом подібних досліджень. Нами було досліджено все різноманіття морфологічних змін рослин амаранта, отриманих унаслідок гамма-опромінення насіння.

Оцінка рослин проводилася візуально та із застосуванням вимірювальних приладів і фототехніки. Кількісному обліку та якісній характеристиці підлягали всі виділені морфози листя, стебла, суцвіття (рис.1,2) [2, 5].

Результати досліджень. Проводилося дослідження впливу опромінення лише в першому пострадіаційному поколінні. Отримані результати дозволяють констатувати лише появу морфозів, тобто рослин з морфологічними або іншими змінами. Відомо, що переважна більшість змінених ознак, виявлених в M_1 , не успадковується в M_2 [3]. Морфологічні зміни рослин поколінні M_1 можуть бути не мутаційними, а зумовленими фізіологічними причинами (таблиця).

У результаті опромінення у поколінні M_1 було отримано ряд морфозів, пов'язаних зі зміною рослин амаранта. Найчастіше траплялися наступні аномалії: розгалуження основного стебла у нижній частині; розгалуження стебла у верхній частині; потрійне стебло; колосоподібна і булавоподібна волоть, перевірка яких в M_2 підтвердила наявність мутації, вивчення їх буде продовжено в M_3 . Відібрані рослини в поколінні M_2 зі змінами таких морфологічних ознак: ранньостиглість, чорний колір насіння у білонасінних сортів, зелена або червона волоть, перевірка яких теж буде здійснюватися в M_3 .



Рис. 1. Розгалуження основного стебла у нижній та верхній частині



Рис. 2. Булавоподібна та колосоподібна волоть

**Частота індукованих гамма-опроміненням змін у сортів
амаранта М₁**

Доза	Сорт	Кількість вивчених рослин, шт.	Рослини зі змінами		
			штук	%	Частка ознаки(р).
контроль	Студентський	300	1	0,3	0,003
15 Гр.		300	6	2	0,020
30 Гр.		300	13	4,3	0,043
40 Гр.		300	21	7	0,070
150 Гр.		300	53	17,6	0,176
400 Гр.		300	загинули		
700 Гр.		300	загинули		
НІР _{0,5}					0,017
контроль	Харківський-1	300	1	0,3	0,003
15 Гр.		300	7	2,3	0,023
30 Гр.		300	16	5,3	0,053
40 Гр.		300	23	7,6	0,076
150 Гр.		300	57	19	0,190
400 Гр.		300	загинули		
700 Гр.		300	загинули		
НІР _{0,5}					0,018
контроль	Сем	300	2	0,6	0,006
15 Гр.		300	9	3	0,030
30 Гр.		300	17	5,6	0,056
40 Гр.		300	25	8,3	0,083
150 Гр.		300	60	20,1	0,201
400 Гр.		300	загинули		
700 Гр.		300	загинули		
НІР _{0,5}					0,018

Результати дослідження на сортах амаранта: Студентський, Сем, Харківський-1 показали, що пригнічення росту і розвитку рослин відбувається під впливом гамма-опромінення внаслідок підвищення дози опромінення. Обробка насіння амаранта низькими дозами фізичних мутагенів 15 Гр, 30 Гр, та 40 Гр. не мала істотного впливу на морфологічні зміни у сортів Студентський, Харківський -1 та Сем. Кількість рослин зі змінами була в межах 6-25 шт.(2-8 %). Найбільшу кількість рослин зі змінами отримали при обробці дозою 150 Гр, яка становила 53,5 шт.(17,8%) для сорту Студентський; 56,9 шт. (19%) – для Харківський-1; 60,4 шт. (20,1%) – для Сем. Найменше змінених рослин ідентифіковано у контролі. Наприклад, у сорту Студентський – 1,4 шт.(0,5%). При

обробці насіння амаранта фізичними мутагенами в дозах 400Гр та 700Гр сходи були нормальними, але вже через тиждень картина різко змінювалася, сім'ядолі жовкли і засихали. Опромінення призводило до загибелі зовнішньо нормальних рослин. Це пояснюється тим, що під впливом мутагенних чинників часто відбувається ріст клітин шляхом розтягнення, унаслідок чого насіння проростає, а потім гине [4].

Відомо, що одну з найбільших груп змін, набутих унаслідок мутагенного впливу, складають хлорофільні мутації. Вони викликають до повне або часткове порушення синтезу хлорофілу в рослині. Такі аномалії можуть призводити до зниження життєздатності організму внаслідок пригнічення асиміляційних процесів і навіть викликати загибель рослин. Такий ефект у нашому досліді спостерігався при обробці насіння гамма-променями в дозі 700 Гр [8, 9].

На основі одержаних нами даних виявлено, що оптимальною дозою, за якої отримана найбільша кількість морфофізіологічних змін, є доза 150 Гр. Відомо, що невисокі дози мутагенних чинників індукують специфічні спектри мутацій, не порушуючи генетичної структури вихідного сорту. Стимуляція під впливом таких доз мутагенів захисно-відновлювальних систем рослин спричиняє підвищення їх стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища, що істотно підвищує ефективність позитивного добору. Максимальна загальна кількість індукованих змін отримана при опроміненні дозою 150 Гр. Відсутність морфофізіологічних змін під впливом гамма-опромінення дозою 400 Гр пояснюється загибеллю рослин.

Висновки. Отримані результати свідчать про наявність різних морфологічних аномалій рослин амаранта внаслідок опромінення. Остаточне виявлення причин та механізмів цих явищ потребує подальшого вивчення.

Дослідженнями встановлено, що: обробка насіння амаранта низькими дозами фізичних мутагенів 15 Гр, 30 Гр, та 40 Гр. не мала істотного впливу на морфологічні зміни у сортів Студентський, Харківський - 1 та Сем. Кількість рослин зі змінами була в межах 6-25 шт.(2-8 %). Гамма-опромінення насіння амаранта сортів Студентський, Харківський - 1 та Сем дозами 400 Гр, 700 Гр призвело до загибелі рослин у поколінні M_1 . Висока частота морфозів, виявлених у поколінні M_1 при дозі опромінення 150 Гр, дає змогу передбачити виявлення генетично змінених форм у наступних поколіннях.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що дія певних доз гама-опромінення на насіння підвищує частоту індукованих змін. Опромінення дозою 150 Гр забезпечує отримання максимальної кількості різноманітних змінених форм [4, 7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеева Е. С. Экспериментальный мутагенез в селекции гречихи [Текст] / Е. С. Алексеева [и др.] ; общ. ред. Е. С. Алексеева; Академия наук высшей школы Украины, Подольский гос. аграрно-технический ун-т, НИИ крупяных культур. - Каменец-Подольский : Аксиома, 2006. - 220 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 209-217. – ISBN 966-8642-59-7.
2. Амарант. Научные основы интродукции [Текст] / А. В. Железнов [и др.] ; науч. ред. акад. В. К. Шумный ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики. - Новосибирск : Гео, 2009. - 235 с. : ил. - Библиогр.: с. 233-235. - 300 экз. - ISBN 978-5-9747-0149-8.
3. Морфологические показатели скороспелости видов р. *Amaranthus L.* / А.А. Буренина, С.И. Михайлова, Н.В. Сотникова, Т.П. Астафурова // Вестн. Томск. гос. ун-та. – 2007. - № 298. – С. 211-212.
4. Гопцій Т. І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція [Текст] / Т. І. Гопцій ; Харк. держ. аграр. ун-т ім. В.В.Докучаєва. - Х. : [б.в.], 1999. - 272 с. – ISBN 966-7392-17-1.
5. Доспехов Б.А.Методика полевого опыта[Электронный ресурс]: учебник для студ. высш. с.-х. учеб. заведений / Б. А.Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с. - (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
6. Козаченко М.Р. Экспериментальный мутагенез в селекции ячменю [Текст]: [монографія] / М. Р. Козаченко ; НААН України, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. - Х.: [б. в.], 2010. - 296 с. - Библиогр.: с. 206-292. –ISBN978-966-8691-33-1.
7. Полякова И. А. Индуцированные гамма-лучами мутации белой окраски цветка и их наследование у льна масличного / И. А. Полякова, Л. Ю. Мищенко, В. А. Лях // Наук. пр. Полтав. держ. аграр. акад. Сільськогосп. науки. - 2002. - 1. - С. 37-39. - Библиогр.: 5 назв. - рус.
8. Hauptli H., Jain S.B. Genetic structure of landrace populations of the New World grain amaranths // *Euphytica*. – 1984. – V. 33, № 3. – P. 875-884.
9. Hauptli H., Jain S. K.. Genetic polymorphisms and yield components in a population of amaranth // *Journal of Heredity*. – 1980. – V. 71, № 4. – P. 290-292.

*Стаття надійшла до редакції
03.11.2015*

Гопций Т. И., д-р с.-х наук, профессор

Гудим Е.В., аспирант

Харьковский национальный аграрный

университет им. В. В. Докучаева

г. Харьков, Украина

ИНДУЦИРОВАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У РАСТЕНИЙ АМАРАНТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

Приведены результаты изучения индуцированной изменчивости различных сортов амаранта вида *A. hypochondriacus* в зависимости от действия различных доз гамма-облучения на семена. Исследовались показатели общей частоты индуцированных изменений растений амаранта и установлена оптимальная доза, при которой получено наибольшее количество морфо-физиологических изменений - 150 гр.

Ключевые слова: гамма-облучения, изменчивость, амарант, мутагенез, индуцированные изменения, *A. hypochondriacus*.

T. I. Hoptsi, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

O. V. Hudym, post-graduate student,

Kharkiv National Agrarian University

named after V. V. Dokuchayev,

Kharkov, Ukraine

INDUCED CHANGEABILITY OF MORPHOLOGICAL SIGNS OF AMARANTH PLANTS BY USING GAMMA-RADIATION

The aim of the work which was carried out in 2013 – 2014 at the chair of Genetics, Selection and Seed-breeding of KhNAU named after V.V. Dokuchayev was to determine the influence of gamma-radiation on intensification of formbuilding processes of amaranth species.

The research was held on the experimental field of KhNAU named after V.V. Dokuchayev which is situated in the zone of average and unsteady moistening of the eastern part of the forest-steppe of Ukraine. The climate is temperate and continental. The essential variations of air temperature and precipitations are possible in the zone.

The object of the investigation: the influence of physical mutagens on morphological signs of amaranth species.

The materials and methods of the research: three species of amaranth of *A. hypochondriacus* kind, Sem, Kharkivskiyi – 1, Studentskiyi were included to the research.

Seed treatment with physical mutagens (gamma-radiation) was held with the aim to get valuable, in agricultural relation, forms of amaranth. The source of radiation is Co^{60} . The doses of radiation are 10 Gy, 15 Gy, 30 Gy. The place of seed treatment is Kharkiv Regional Clinical Oncology Center, the Radiotherapy department, the laboratory for gamma radiation. The distant gamma plant is Theratton Elit-80. Also the seeds were treated with high doses of radiation of 400 Gy and 700 Gy to determine the lethal dose for amaranth plants. The place of treatment is NSC Institute of Metrology. The plant is DETU 12-05-02.

Morphological anomalies which crops M_2 had during the vegetation period were taken into account from the moment of young growth to flowering of all variants including control, and isolated.

Subsequently, they will be sown with the aim to learn the changeability of the selective signs, to determine the frequency and the spectrum of chlorophyll and morphologic mutations.

The field researches were held according to the methods of the field research. The phenological observations and calculations were carried out according to the methods of state species examination of agricultural crops. The evaluation of the plants was conducted visually and with the use of the measuring instruments and phototechnique. All singled out leaf morphosis, stem and inflorescences were the subject to qualitative calculations and quantitative characteristic.

The achieved results witness about various morphological anomalies of amaranth plants as a result of radiation. The final identification of the causes and mechanisms of these phenomena require further study.

According to the results of the research the following conclusions can be drawn:

Amaranth seed treatment with low doses of physical mutagens 15 Gy, 30 Gy and 40 Gy had no significant effect on the morphological changes of such varieties as Studentskyi, Kharkivskyi – 1 and Sem. The number of plants with changes was within 6-25 pcs. (2-8%).

Gamma radiation of the seeds of such amaranth varieties as Studentskyi, Kharkivskyi – 1 and Sem with doses of 400 Gy, 700 Gy led to the death of the plants in M1 generation.

High frequency of morphosis found in M1 generation at a dose of radiation of 150 Gy, can provide detection of genetically modified forms in the following generations.

Thus, the results of the studies indicate that the effect of certain doses of gamma radiation on seed increases the frequency of induced changes. Radiation dose of 150 Gy gives a maximum number of different modified forms.

Keywords: gamma – radiation, genetic variability, amaranth, physical mutagenesis, *A. hypochondriacus*.