

УДК 575.224.46

Дія гамма-опромінення на генетичну мінливість пшениці

О.В. Панкова, А.М. Фесенко, В.В. Безпалько, М.В. Яковлева

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенка (г. Харьков, Украина)*

У статті наведені результати вивчення генетичної мінливості різних сортів ярої твердої пшениці залежно від дії різних доз гамма-променів на насіння. Досліджувались показники загальної частоти індукованих змін рослин пшениці в першому пострадіаційному поколінні та частки з них морфо-фізіологічних сприятливих змін. У проведених дослідах спектр індукованих змін був представлений змінами фертильності колоса, висоти рослин та будови колоса. Виникнення мутаційних змін підтвердилось визначенням хромосомних порушень в меристемах корінців. Найбільший їх процент зафіксовано у варіантах опромінення 100-150Гр. Переважна кількість морфологічних змін колосу спостерігалась в колосі першого порядку. Також спостерігалась поява рослини з низьким або карликовим ростом, стійких до полягання. Негативним фактом було те, що чим низькоросліші були мутанти, тим дрібніше було в них зерно, а отже, і вага зерна з колоса, та вага 1000 зерен знижувалась. Відмічено, що оптимальною дозою, при якій отримана найбільша кількість морфо-фізіологічних сприятливих змін є доза 150 Гр. Стимуляція під впливом таких доз мутагенів захисно-відновлювальних систем рослин приводить до підвищення стійкості їх до стресових умов навколишнього середовища, що суттєво підвищує ефективність позитивного добору. Даний метод дозволяє отримати різноманітні генетично-змінні форми, які можуть використовуватись в якості вихідного матеріалу для селекції нових сортів. Аналіз отриманих результатів показав, що за загальною частотою індукованих змін, та часткою сприятливих з них найбільш мінливим є сорт твердої пшениці Харківська 27. Проблема. Одним із найсучасніших методів селекції є індукований мутагенез, значення методів якого полягає в тому, що вони, змінюючи структуру організмів, сприяють виникненню нових мутацій, чим збагачують природні ресурси генетичної мінливості, даючи селекціонерам великий матеріал для проведення добору і створення нових сортів (Кулиев Р.А., 1996, Моргун В.В., Логвиненко В.Ф., 1995; Ahloowalia B.S., Maluszynski M., 2004). Накопичено великий фактичний матеріал, який свідчить про різноманітні реакції рослинного організму на дію іонізуючої радіації.

Ключові слова: гама-опромінювання, доза, насіння, пшениця, мутагенез, генетична структура, індуковані зміни, мінливість, селекція, сорт.

Актуальність. Дослідження М1 рослин є актуальною проблемою, оскільки саме депресія в М1 визначає кількість отриманого матеріалу для вивчення змін у наступних поколіннях, індикує дію мутагену, пов'язану з частотою і спектром мутацій у наступних поколіннях, уможливорює добір домінантних мутацій (Куимова Е.В., Дудик Г.П., 2000).

Назаренко М.М. (2007) відмічає, що мутагенна дія в М1 виявляється насамперед у зниженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних і фізіологічних ушкодженнях. Як правило, фізіологічні ушкодження викликають загибель рослин і фактично визначають практичні обмеження застосування доз мутагенів.

Мутанти, як правило, мають кілька змінених ознак, що визначаються численними неплейотропними мутаціями. Рецесивні мутації в М1 не виявляються, а в наступних поколіннях їх проявлення залежить від плоідності гена (Єйгес Н.С., та інші, 2004).

Виходячи з вищесказаного метою нашої роботи було дослідити вплив різних доз опромінення на генетичну мінливість пшениці в першому пострадіаційному поколінні.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліди проводили у 2008 - 2010 рр. на дослідному полі ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. В якості вихідного матеріалу були взяті представники родини Poaceae; Tg. durum Desf (2n = 28). Насіння різних сортів пшениці перед посівом обробляли гамма-променями, джерелом яких був ⁶⁰Co, на установці «Theratron Elit-80» (інтенсивність випромінювача 7442 Ku). Насіння обробляли опроміненням у дозах: 100 Гр, 150 Гр, 200 Гр, 250 Гр. Як контроль використовували насіння без обробки. Вплив гамма-променів на рослини нами визначалось на основі вивчення загальної частоти індукованих змін (морфозів) та частки з них морфо-фізіологічних сприятливих. У таблиці представлені середні арифметичні та стандартні відхилення.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені дослідження показали, що ріст і розвиток рослин вирощених з насіння опроміненого гамма-променями залежить від дози опромінення.

Дія мутагенів суттєво пригнічуючи ріст і розвиток рослин, сприяє індукції домінантних мутацій в М1. (Артемчик І.П., Логвиненко В.Ф., 2003). Ми проводили досліди лише в першому пострадіаційному поколінні, тому можливо судити лише про появу морфозів тобто рослин з морфологічними або іншими змінами. У результати обліку мутацій в М2 Бутенко Р.А. (2007) зазначає, що переважна більшість рослин зі зміненими ознаками не успадкувала виявлених змінених ознак. Ці морфологічні зміни рослин М1 були не мутаційними, а зумовленими фізіологічними причинами.

У наших дослідах спектр індукованих змін був представлений змінами фертильності колоса, висоти рослин та будови колоса. Морфологічні зміни представлені в основному змінами в колосі: рихлий, короткий, циліндричний, скверхеда, що свідчить про виникнення мутаційних змін, яке підтвердилось визначенням хромосомних порушень в меристемах корінців. Найбільший їх процент зафіксовано у варіантах опромінення 100 -150Гр. Переважна кількість морфологічних змін колосу спостерігалась в колосі першого порядку. Отримані нами результати підтверджуються і результатами дослідів інших авторів (Gaul H., Mittelstensheid L., 1960; Артемчик І.П., Логвиненко В.Ф., 2004). Як відомо, в зародку пшениці знаходиться 4 - 6 ініціальних клітин, які утворюють центральний і бічні колосоносні пагони. Під дією мутагенних чинників на ці клітини відбувається їх ураження, ступінь якого залежить від дози опромінення. Можливо, що найбільш підвернена мінливості центральна ініціальна клітина, яка дає початок головному колосу (колос першого порядку).

Частину спектру індукованої мінливості складала стерильність колосу. Також спостерігалась поява рослини з низьким або карликовим ростом, стійких до полягання. Негативним фактом було те, що чим низькоросліші були мутанти, тим дрібніше було в них зерно, а отже, і вага зерна з колоса, та вага 1000 зерен знижувалась, що узгоджується з даними інших авторів (Кальченко В.В., 1976).

Істотним при вивчені частоти і спектру індукованих змін є виявлення серед них частки морфо-фізіологічних сприятливих змін. Серед зазначених змін до групи морфо-фізіологічних сприятливих ми віднесли: пізньостиглі форми, низькорослі форми, стійкі до полягання, довгий і

циліндричний колос. За результатами Артемчик І.П. та Логвиненко В.Ф. (2003) зі збільшенням експозиції частка селекційно-цінних мутацій в М1 у загальній частоті мутацій зменшувалась.

На основі одержаних нами даних виявлено, що оптимальною дозою, при якій отримана найбільша кількість морфо-фізіологічних сприятливих змін є доза 150 Гр. Результати отримані нами підтверджують дані отримані Моргуном В.В. (2001), який стверджує, що невисокі дози мутагенних чинників індують специфічні спектри мутацій, не порушуючи генетичної структури вихідного сорту.

Стимуляція під впливом таких доз мутагенів захисно-відновлювальних систем рослин приводить до підвищення стійкості їх до стресових умов навколишнього середовища, що суттєво підвищує ефективність позитивного добору. Максимальна загальна кількість індукованих змін отримана при опроміненні дозами 150 Гр та 200 Гр. Зниження загальної кількості морфо-фізіологічних змін під впливом гамма-опромінення дозою 250 Гр на нашу думку можливо пояснити загибеллю рослин, а зниження частки морфо-фізіологічних сприятливих змін – значним ураженням генетичного апарату рослини.

Так, кількість спонтанних змін у ярої твердої пшениці Чадо (табл. 1) за роки проведення дослідів становила 0,3% від кількості проаналізованих рослин. Відсоток індукованих змін в варіанті 100 Гр становило 7,3%, з яких 4,7% сприятливих. Підвищення дози опромінення призводило до збільшення загальної кількості індукованих змін до 14,5%, тобто в 2 рази, в яких сприятливих – 10,9%. Подальше збільшення дози зменшувало загальну кількість змін в тому числі сприятливих. Така закономірність спостерігалась нами незалежно від вибору сорту твердої пшениці.

Аналіз отриманих результатів показав, що за загальною частотою індукованих змін, та часткою сприятливих з них найбільш мінливим є сорт твердої пшениці Харківська 27, тобто цей показник знаходиться під впливом генотипу і має сортову специфічність.

Отримані результати, на нашу думку свідчать про більшу радіочутливість м'якої пшениці в порівнянні з твердою, або більш інтенсивні відновлювальні процеси твердої пшениці. Диференціацію сортів за радіорезистентністю їх насіння пов'язують також з різницею в тонкій структурі організації геному і різницею активності пострадіаційного відновлювання. Опромінення може бути пусковим моментом для ланцюга подій у пострадіаційний період (Моргун, Логвиненко, 1995).

Таблиця 1. Мутації ярої твердої пшениці залежно від дії гамма-променів
(середнє за роки дослідів 2008-2010 рр.)

Варіант	Кількість вивчених рослин, шт.	Сорт	Всього мутацій		Селекційно-цінних мутацій	
			шт	%	шт.	%
Контроль	400	Чадо	1,3±0,3	0,3	0±0	0
	400	Харківська 23	1,0±0,5	0,3	0±0	0
	400	Харківська 27	2,7±0,7	0,7	0±0	0
100 Гр	400	Чадо	29,3±2,7	7,3	18,7±4,3	4,7
	400	Харківська 23	28,3±3,8	7,1	13,7±3,2	3,4
	400	Харківська 27	34,3±2,8	8,6	18,0±2,0	4,5
150 Гр	400	Чадо	58,0±8,5	14,5	43,7±10,3	10,9
	400	Харківська 23	57,0±12,0	14,3	50,0±12,5	12,5
	400	Харківська 27	68,3±8,7	17,1	59,7±7,3	14,9
200 Гр	400	Чадо	48,3±1,3	12,1	31,0±3,0	7,8
	400	Харківська 23	55,7±9,2	13,9	32,7±8,7	8,2
	400	Харківська 27	55,7±7,8	13,9	25,3±4,2	6,3
250 Гр	400	Чадо	31,3±3,8	7,8	14,3±1,8	3,6
	400	Харківська 23	33,0±1,5	8,3	14,0±0,5	3,5
	400	Харківська 27	35,7±3,8	8,9	16,7±1,7	4,2

Висновки

1. Результати проведених досліджень свідчать, що дія гама-опромінення за певних доз на насіння підвищує частоту індукованих змін, у тому числі і морфо-фізіологічних сприятливих змін.

2. Опромінення дозою 150 Гр забезпечує отримання максимальної кількості різноманітних генетично-змінених форм, які можуть використовуватись в якості вихідного матеріалу для селекції нових сортів.

Література

1. Артемчик І.П. Вплив експозиції дії мутагенів на частоту мутацій озимої пшениці / Артемчик І.П., Логвиненко В.Ф. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 35, №3. – С. 222 – 228.

2. Бутенко Р.О. Вплив різних доз і концентрацій мутагенів на частоту мутацій озимих пшениці / Бутенко Р.О. // Физиология и биохимия растений. – 2007. – Т. 39, №4. – С. 326 - 333.

3. Кальченко В.В. Экспериментальный мутагенез озимой пшеницы. Действие химических мутагенов на M1 и частота мутацій в M2 / Кальченко В.В., Гуляев Г.В., Хотяновская Е.Б. // Генетика. – 1976. – Т. 12, №2. – С. 29 - 35.

4. Куимова Е.В. Изменчивость ярового ячменя, индуцированная лазерным красным светом, гамма-лучами и этрелом / Куимова Е.В.,

Дудик Г.П. // Вестник Вятского педагогического университета. – 2000. – № 3-4. – С. 19 - 22.

5. Кулиев Р.А. Новые методы повышения эффективности экспериментального мутагенеза в селекции хлопчатника / Р.А. Кулиев // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, №6. – С. 39 - 43.

6. Моргун В.В. Спонтанна і індукована мутаційна мінливість і її використання в селекції рослин / Моргун В.В. // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К.: Колос, 2001. – Т.1. – С. 144 - 174.

7. Моргун В.В. Мутационная селекция пшеницы / Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. – К.: Наукова думка, 1995. – 626 с.

8. Назаренко М.М. Вживаність і структура врожайності як показники мутагенної депресії у першому поколінні мутагенів сортів озимої м'якої пшениці / Назаренко М.М. // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, №5. – С. 438 - 446.

9. Эйгес Н.С. Адаптивные свойства мутантов озимой пшеницы, полученных методом химического мутагенеза / Эйгес Н.С., Вайсфельд Л.И., Волченко Г.А. // Цитология. – 2004. – 46, №10 – С. 61 - 62.

10. Ahloowalia B.S. Global impact of mutation-derived varieties / Ahloowalia B.S., Maluszynski M. // Euphytica. – 2004. – 135. – P. 187-204

11. Gaul H. Hinweise zur Herstellung von Mutationen durch ionisierende strahlen in der Pflanzenzucht / Gaul H., Mittelstensheid L. // Z. Pflanzenrucht. – 1960. – 43, N 4. – P. 404 - 422.

Аннотация

Воздействие гамма-облучения на генетическую изменчивость пшеницы

О.В. Панкова, А.М. Фесенко, В.В. Безпалько, М.В. Яковлева

В статье приведены результаты изучения генетической изменчивости пшеницы разных сортов в зависимости от действия различных доз гамма-лучей на семена. Исследовались показатели общей частоты индуцированных изменений растений пшеницы в первом пострадиационном поколении и доли из них физиолого-биохимически полезных изменений. В проведенных опытах спектр индуцированных изменений был представлен изменениями фертильности колоса, высоты растений и строения колоса. Возникновение мутационных изменений подтвердилось при определении хромосомных нарушений в меристемах корешков. Наибольший их процент зафиксирован в вариантах облучения 100-150 Гр. Преимущественно количество морфологических изменений наблюдалось в колосе первого порядка. Также наблюдалось появление растений низкого или карликового роста, устойчивых к полеганию. Отрицательным фактором было формирование низкорослых мутантов с мелким зерном, а значит, и с низким весом зерна колоса. Также снижался и вес 1000 зерен.

Отмечено, что оптимальной дозой, при которой полученная наибольшее количество физиолого-биохимически полезных изменений является доза 150 Гр. Стимуляция под воздействием таких доз мутагенов защитно-восстановительных систем растений приводит к повышению их устойчивости к стрессовым условиям внешней среды, что существенно повышает эффективность положительного отбора. Этот метод позволяет получить разнообразные генетически-измененные формы, которые могут быть использованы в качестве исходного материала для селекции новых сортов. Анализ полученных результатов показал, что исходя из общей частоты индуцированных изменений и долей благоприятных среди них, наиболее изменчивым является сорт твердой пшеницы Харьковская 27.

Ключевые слова: *гамма-излучение, доза, семена, пшеница, мутагенез, генетическая структура, индуцированные изменения, изменчивость, селекция, сорт.*

Abstract

Effects of gamma-irradiation on wheat genetic variation

O.V. Pankova, A.M. Fesenko, V.V. Bezpalko, M.V. Yakovleva

This article describes results for study of wheat genetic changeability depending on different doses of gamma-rays on seed. The indexes of general frequencies of the induced changes of wheat in first generation and stake from them physiology-biochemical plant-useful changes were investigated. Spectrum of induced changes was submitted by change the ear fertility, plant height and ear structure in these experiments. The emergence of mutational changes was confirmed during determination of chromosomal abnormalities in root meristems. The greatest percentage of these processes was fixed in version 100-150 Gr irradiation. Advantageously, the number of morphological changes was observed in the ear of the first order. Also, there was the emergence of low height, or dwarf plants resistant to lodging. Negative factor is the formation of dwarf mutants with fine grain, and hence low-weight corn ear. The weight of 1000 grains has reduced also. It is marked that an optimal dose at that got the most of plant-breeding-valuable mutations is dose 150 Gr. Stimulation exposed to such mutagen doses of protective and regenerative systems of plants leads to increasing of their resistance to stressful environmental conditions, which significantly increases positive selection efficiency. This method allows obtaining the variety of genetically-modified forms, which can be used as a starting material for breeding new cultivars. Analysis of the results has showed that due total frequency of the induced changes and the share of favorable modifications among them, the most changeable cultivar is the variety of durum wheat, Kharkivska 27.

Keywords: *gamma radiation dose, seeds, wheat, mutagenesis, genetic structure, induced change, variability, selection, variety.*

Представлено від редакції: В.І. Пастухов / Presented on editorial: V.I. Pastukhov

Рецензент: С.І. Корнієнко / Reviewer: S.I. Kornienko

Подано до редакції / Received: 17.10.2015