

УДК 633.11:575.224.4

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧАЕС ПРИ СТВОРЕННІ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННОГО МАТЕРІАЛУ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Р.А. ЯКИМЧУК, В.В. МОРГУН

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
Україна, 03022, Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail:peoplenature@rambler.ru

Досліджено частоту і спектр господарсько-корисних мутацій озимої пшениці, що зростала в умовах хронічного опромінення зони відчуження ЧАЕС. Серед виділених селекційно-цінних мутантів типовими були карлики та короткостеблові форми. Поява мутантів озимої пшениці з господарсько-корисними ознаками з частотою 1,00–1,07 % вказує на необхідність використання радіоактивно забрудненої зони як полігону для створення вихідного селекційного матеріалу, а генотипи виділених зразків чорнобильських мутантів озимої пшениці доцільно використовувати при вирішенні специфічних завдань селекції найважливішої сільськогосподарської культури.

Ключові слова: озима пшениця, хронічне опромінення, спектр мутацій, селекційно-цінні ознаки.

Вступ. Протягом останніх семидесяти років за допомогою експериментального мутагенезу створено 2800 сортів культурних рослин [1–3]. Тільки в Україні зараз районувано близько 64,4 % сортів озимої м'якої та твердої пшениці, що створені за участю спонтанних та індукованих мутацій [4]. У зв'язку з цим актуальним на сьогоднішній день є пошук нових високоактивних мутагенів, що дозволять підвищити ефективність мутаційного процесу і розширити його можливості [5]. Серед них особливу увагу генетиків привертають фактори техногенного походження, які є причиною постійного накопичення генетичних змін у природних екосистемах. Наслідки їхньої дії відображаються як на зростанні частоти мутацій, так і на розширенні спектра їх типів, окремі з яких вкрай рідко зустрічаються при спонтанній мінливості та з доволі низькою частотою – при експериментальному мутагенезі. Тому вивчення впливу техногенних факторів на мутаційні процеси в довкіллі, розробка ефективних методів дії мутагенів та методів добору мутацій [6], поєднання методів мутагенезу та гібридизації [7, 8], мутагенезу та гетерозису [9] сприятиме розширенню можливостей подальшої селекційної роботи та цілеспрямованому генетичному поліпшенню рослин.

Унікальний і неповторний характер прояву мутагенної дії іонізуючої радіації спостерігається в радіонуклідно забрудненій зоні відчуження ЧАЕС. Аналіз частоти і спектра мутацій в озимої пшениці, який проводився Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України під керівництвом академіка НАН України В.В. Моргуна впродовж 20 років з моменту аварії на ЧАЕС, свідчить про вплив радіонуклідних забруднень на мінливість не лише якісних, але й кількісних ознак, включаючи зміни ознак елементів продуктивності. Тому стає очевидним,

що мутаційні зміни, індуковані опроміненням у зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення, можуть бути унікальним генетичним матеріалом для створення нових сортів із низкою селекційно-цінних властивостей, а відтак потребують ретельного вивчення.

Матеріали і методи

З метою вивчення ефективності використання підвищеного радіаційного фону зони відчуження ЧАЕС при створенні селекційно-цінного матеріалу, рослини озимої пшениці (*T. aestivum* L.) різних сортів вирощували в рік аварії та через 7, 13 і 20 років поспіль в умовах хронічного опромінення радіонуклідно забруднених територій. Потужність випромінювання, залежно від місцевості, перевищувала контрольний рівень в 27–852 рази.

Перше покоління рослин (M_1) вирощували суцільним посівом на радіонуклідно забруднених територіях. Рослини покоління M_2 і M_3 зростали в умовах природного радіаційного фону (сmt Глеваха Васильківського р-ну Київської обл.). Облік частоти мутантних форм проводили лише з покоління M_3 після перевірки успадкування змінених ознак за співвідношенням їхньої кількості до 100 рослин M_2 , або кількості сімей з мутантними рослинами відносно вивчених сімей в M_2 .

Для повнішої характеристики виділених мутацій та добору селекційно-цінних форм, проводили структурний аналіз рослин, беручи до уваги показники загальної і продуктивної кущистості, довжини головного стебла і головного колоса, кількості колосків у колосі, кількості зерен у головному колосі, маси зерна з головного колоса і з усієї рослини та маси 1000 зерен.

Результати та обговорення

Аналізуючи частоту і спектр видимих спадкових змін озимої пшениці сортів Поліська 70, Миронівська 808, Білоцер-

ківська 47, Щедра Полісся, Киянка, що зазнала опромінення від радіонуклідного забруднення в рік аварії на ЧАЕС, виявлено з порівняно високою частотою появу мутацій за генами карликовості (карликових і низькорослих форм). Ряд форм характеризувалися й іншими господарсько-цінними ознаками – ранньостиглість, короткостебельність, продуктивний колос, підвищена кущистість. В результаті їх випробовування на продуктивність, виявлені мутанти, які за врожайністю статистично достовірно перевищували вихідні сорти. Їх вивчено за іншими морфологічними і біохімічними ознаками, включаючи елементи структури врожаю. В більшості випадків підвищення врожайності було пов'язане з високою продуктивною кущистістю й підвищенням маси зерна з колоса.

Зміну врожайності спостерігали не лише в мутантів з яскраво вираженими видимими змінами, але й у мутантів, які за морфологічними ознаками не відрізнялися від батьківської форми. Підвищення врожайності, як правило, не призводило до зниження вмісту та якості білка в зерні й сирій клейковині, а іноді вміст білка й клейковини підвищувався.

Для спектра мутацій озимої пшениці сортів Альбатрос одеський і Киянка, індукованих опроміненням радіонуклідних забруднень зони відчуження ЧАЕС через 7 років після аварії, була також характерною поява з порівняно високою частотою карликових і напівкарликових форм. Вивчення продуктивності низькорослих мутантів Альбатросу одеського показало, що під впливом радіонуклідних забруднень на фоні суттєвого зниження висоти рослин відбулося погіршення показників основних елементів структури врожаю. Про зменшення продуктивності генотипів пшениці під впливом генів короткостебельності повідомляють й інші дослідники [4, 10–12]. На відміну від Альбатросу одеського, серед низькорослих мутантів Киянки виділе-

но форми, у яких показники структури врожаю помітно кращі, ніж у вихідного сорту.

Вивчаючи частоту і спектр мутацій рослин озимої пшениці в поколіннях M_2 - M_3 , що вирощували в межах 30-кілометрової зони відчуження ЧАЕС (с. Чистогалівка і с. Копачі), через 13 років після аварії, виявлено значний відсоток ознак, які можна віднести до селекційно-цінних: довгий, крупний, щільний, циліндричний колос, коротке стебло, інтенсивний ріст і кушіння, ранньостиглість, стійкість до борошнистої роси. Проте часто вони одночасно супроводжувалися мутаціями, які суттєво зменшували продуктивність рослин. Серед селекційно-цінних мутацій сорту Одеська 161 (с. Чистогалівка) з вищою частотою виявлено ознаки щільний колос, середньостиглість, коротке стебло. Поодинокі зустрічали форми з довгим колосом та інтенсивним ростом. Мутанти з господарсько-корисними ознаками склали 1,04 % при контролі (с.мт Глеваха) 0,09 % (табл. 1). Серед мутантів сорту Донецька 48 (с. Чистогалівка) виділено середньостиглі та короткостеблові форми з довгим, крупним і циліндричним колосом. Рідше зустрічалися мутанти з щільним колосом. Кількість таких мутацій, як стійкість до борошнистої роси, інтенсивний ріст і кушіння була порівняно незначною. Загальна частота прояву господарсько-корисних спадкових змін складала 1,00 %, при контролі 0,11 %. В

Таблиця 1. Частота селекційно цінних мутацій в озимій пшениці (M_2 - M_3), індукованих опроміненням зони відчуження ЧАЕС (1998 р.)

Варіант впливу	Частота селекційно цінних мутацій, %	
	Одеська 161	Донецька 48
с.мт. Глеваха (контроль)	0,09±0,01	0,11±0,04
с. Чистогалівка	1,04±0,21*	1,00±0,20*
с. Копачі	—	1,70±0,53*

* – Різниця з контролем статистично достовірна при $P_{0,05}$.

озимої пшениці сорту Донецька 48, що зростала в с. Копачі, селекційно цінні ознаки виникали з частотою 1,70 %. Найбільшу частку серед них складали середньостиглі мутанти. Рідше зустрічалися короткостеблові, довго- і щільноколосі форми з циліндричним колосом.

Серед виділених мутантів виявлено форми, які, порівняно з контролем, мали дещо вищі окремі показники структури врожаю, що вказує на перспективність їх використання в подальшій селекційній роботі.

Особливість низьких доз хронічного опромінення зони відчуження ЧАЕС індукувати в озимій пшениці з високою частотою карликові форми, знайшла підтвердження і під час досліджень, проведених через 20 років після аварії (2006 р.) (рис. 1). Проте цей тип мутацій виявлений лише в сорту Альбатрос одеський при зростанні на території пункту захоронень радіоактивних відходів «Підлісний» (ділянка № 2) за потужності опромінення 2 мР/год. Умови радіаційного фону саме в цьому варіанті досліджу також викликали в рослин найбільшу кількість мутантних типів. У сорту Донецька 48 карликових мутантів не виявлено, проте вплив опромінення на території з найменшою щільністю радіаційного забруднення спричинив формування напівкарликів, які також мають цінність для селекційної практики.

На основі результатів структурного аналізу (табл. 2) встановлено, що більшість показників формування врожаю в мутантів за генами карликовості істотно нижчі, ніж у вихідної форми. Однак такі показники, як продуктивна кушцистість та маса 1000 зерен знаходяться на рівні контролю. Це свідчить про те, що дані мутантні форми внаслідок спадкових змін не втратили продуктивного потенціалу і зазлугують на подальше вивчення.



Рис. 1. Мутанти сорту Альбатрос одеський індуковані радіонуклідними забрудненнями в зоні відчуження ЧАЕС: 1 – вихідний сорт; 2 – високорослий; 3–4 – карлик

Таблиця 2. Структурний аналіз карликових мутантів озимої пшениці сорту Альбатрос одеський, індукованих радіонуклідними забрудненнями зони відчуження ЧАЕС (2006 р.)

Ознаки	Мутанти					НІР
	Вихідна форма	Мутант 6565	Мутант 6566	Мутант 6556	Мутант 6570	
Висота рослин, см	79,0	48,7 *	46,1 *	47,6 *	51,7 *	1,73
Загальна куцистість, шт.	5,0	6,5 *	5,5 *	5,1	6,0 *	0,45
Продуктивна куцистість, шт.	3,7	3,9	3,8	3,7	3,4 *	0,27
Довжина головного колоса, см	12,1	10,5 *	11,1 *	11,0 *	11,9	0,28
Кількість колосків у головному колосі, шт.	21,8	17,4 *	17,5 *	17,5 *	18,2 *	0,51
Кількість зерен у головному колосі, шт.	72,0	53,4 *	55,6 *	51,8 *	52,5 *	2,68
Маса зерна з головного колоса, г	3,9	3,1 *	3,2 *	3,0 *	3,0 *	0,18
Маса зерна з рослини, г	11,7	10,0 *	9,8 *	9,7 *	10,2*	0,55
Маса 1000 зерен, г	56,8	58,5 *	55,5	55,3	56,3	1,41

* – Різниця з вихідною формою статистично достовірна при $P_{0,05}$.

Висновки

На основі результатів 20-річних досліджень встановлено, що хронічна дія радіації зони відчуження ЧАЕС значно розширює мутаційну мінливість озимої пшениці та спричиняє одночасне як збільшення, так і зменшення різних кількісних показників структури врожаю. Серед виділених господарсько-корисних мутантів типовими виявились карлики та короткостеблові форми. Окремі з них протягом ряду послідовних поколінь стабільно зберігали показники елементів продуктивності на рівні вихідного сорту. Поява мутантів озимої пшениці з господарсько-корисними ознаками з частотою 1,00–1,07 % вказує на необхідність використання радіоактивно забрудненої зони як полігону для створення вихідного селекційного матеріалу, а генотипи виділених зразків чорнобильських мутантів озимої пшениці доцільно використовувати при вирішенні специфічних завдань селекції найважливішої сільськогосподарської культури.

Перелік літератури

1. Ahloowalia B.S., Maluszynski M. Global impact of mutation-derived varieties // *Euphytica*. – 2004. – Vol. 135, № 2. – P. – 187–204.
2. Maluszynski K., Nichterlein K., Van Zanten L. Officially released mutant varieties – The FAO/IAEA database // *Mutation breeding review*. – 2000. – № 12. – P. 1–84.
3. Maluszynski M. Major mutation-assisted breeding supported by FAO/IAEA // *Euphytica*. – 2001. – Vol. 119. – P. 81–92.
4. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. – К.: Наукова думка, 1995. – 624 с.
5. Моргун В.В. Экспериментальный мутагенез и его использование в селекции кукурузы. – К.: Наук. думка, 1983. – 275 с.
6. Алексеева О.С. Экспериментальный мутагенез в селекции гречки // *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. – К.: Логос, 2001. – Т. 2. – С. 197–206.
7. Дубовий В.І., Хоменко С.О., Чугункова Т.В. Мутаційна мінливість та успадкування маркерних ознак у гібридо-мутантних популяцій F_2M_2 озимої

м'якої пшениці // *Цитологія і генетика* – 2004. – № 6. – С. 13–18.

8. Литтл Д.Б. Немишенные эффекты ионизирующих излучений: выводы применительно к низкодозовым воздействиям // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2007. – Т. 47, № 3. – С. 262–272.
9. Лапицкий В.Н., Борсовская Е.А. Токсикомутагенная опасность шлаков мусоросжигательных заводов // *Экологічний вісник*. – 2007. – № 6. – С. 11–12.
10. Козлягков Р.А., Жалисаранова О.И. Генеративное усиление у пшениц и эгилопсов // *Ботанический журнал*. – 1993. – Т. 78, №4. – С. 59–66.
11. Лобачев Ю.В., Крупнов В.А. Об использовании в селекции пшеницы гена низкостебельности RHT-1 // *Селекция и семеноводство*. – 1989. – №4. – С. 17–19.
12. Лобачев Ю.В., Цапайкин А.П., Елесин В.А. Влияние гена короткостебельности на налив зерна у яровой пшеницы в Поволжье / Саратовский с.-х. ин-т. – Саратов, 1991. – С.45–49.

Представлено В.А. Кунахом
Надійшла 2.10.2011

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС ПРИ СОЗДАНИИ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Р.А. Якимчук, В.В. Моргун

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины
Украина, 03022, Киев, ул. Васильковская, 31/17
e-mail: peoplenature@rambler.ru

Исследована частота и типы хозяйственно-полезных мутаций озимой пшеницы, выращенной в условиях хронического облучения зоны отчуждения ЧАЭС. Среди выделенных селекционно-ценных мутантов типичными оказались карлики и короткостебельные формы. Появление мутантов озимой пшеницы с хозяйственно-полезными признаками с частотой 1,00–1,07 % указывает на необходимость использования радиоактивно загрязненной зоны как полигона для создания исходного селекционного материала, а генотипы выделенных образцов чернобильских мутантов озимой пшеницы целесообразно использовать при решении специфических заданий

селекции главнейшей сельскохозяйственной культуры.

Ключевые слова: озимая пшеница, хроническое облучение, спектр мутаций, селекционно-ценные признаки.

RADIATION EMISSION POTENCY OF
CHORNOBYL NUCLEAR POWER STATION
ESTRANGEMENT ZONE IN THE COURSE
OF CREATION SELECTIVELY-VALUABLE
MATERIAL

R.A. Yakymchuk, V.V. Morgun

Plant physiology and Geneticist Institute NAS of
Ukraine,
Ukraine, 03022, Kyiv, Vasyl'kivska str, 31/17
e-mail:peoplenature@rambler.ru

Frequency and spectrum of economically-useful winter wheat mutations grown up under conditions of chronic emanation of Chornobyl nuclear power station estrangement zone have been investigated. Among singled out selectively-valuable mutants typical were dwarfish and short-stem forms. Appearance of winter wheat mutants showing economically useful features with frequency 1,00–1,07 % may suggest the necessity to employ the radioactively contaminated zone as a polygon for breeding material production while the genotypes of the singled out specimens of Chornobyl winter wheat mutants it is reasonable to use in the course of specific tasks for selection of the most important crop.

Key words: winter wheat , chronic emanation, mutation spectrum, selective-valuable.