

УДК 633.11:575.224.4

МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНИХ ЗАБРУДНЕНЬ УРАНОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Р.А. ЯКИМЧУК

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail: peoplenature@rambler.ru*

Вивчено мутаційну мінливість озимої пшениці за умов хронічної дії випромінювань радіонуклідних забруднень промислової зони шахт із видобутку уранової руди та хвостосховища радіоактивних відходів уранодобувної промисловості. Частота видимих мутацій в 4,9—12,6 разів перевищує спонтанний рівень. Спектр їх типів переважно включає зміни довжини стебла й тривалості вегетаційного періоду. Рознесення пилу вітром з території хвостосховища призводить до забруднення радіонуклідами прилеглої території та зростання в 4,4 рази спонтанного рівня мутаційної мінливості. Поява у спектрі типів мутацій низькорослих форм свідчить про радіаційну складову чинників генетичних порушень. Високий рівень мутаційної мінливості вказує на ризик виникнення генетичних порушень в організмів, які мешкають на забрудненій природними радіонуклідами території, та порушує питання про необхідність проведення генетичного моніторингу довкілля з метою встановлення науково обґрунтованих нормативів радіаційних чинників природного й техногенного походження.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., генетичні наслідки, видимі мутації, типи мутацій, радіаційне забруднення.

Протягом усієї історії життя на Землі іонізуюча радіація в низьких дозах є одним із чинників середовища існування живих організмів. Принциповою особливістю природного радіаційного фону є його відносна стабільність протягом тривалих періодів еволюції екосистем. Сформована ним річна ефективна еквівалентна доза для населення світу в середньому становить 2,20 мЗв, для населення країн СНД — 0,45—1,60 мЗв [7]. Однак на Землі є райони з природним радіаційним фоном, підвищеним у десятки й тисячі разів: штати Керала і Таміль Наду в Індії, Еспіриту-Санту і Ріо-де-Жанейро в Бразилії, м. Рамсар в Ірані [7], Республіка Саха (Якутія), Брянськ, Таганрог у Росії [14], Кіровоград в Україні [12, 17], о. Ікарія у Греції [18], що пов'язано з розміщенням місцевості високо над рівнем моря, великим вмістом радію й торію в гірських породах, значним виділенням радону з ґрунту.

Проте, на думку Глазко [6], реальну небезпеку для організмів становить не сама отримана доза іонізуючого випромінювання, а її «новизна» для популяції, виду або видових співтовариств. В окремих регіонах світу, зокрема й України, де частка урану-238 у гірських породах більш як у 1000 разів перевищує середньостатистичні показники (0,0001 %), розміщуються підприємства уранової промисловості. В про-

песі пошуково-розвідувальних робіт та під час видобутку з гірських штолень і шахт на денну поверхню вилучаються й складаються у відвали скельні гірські породи, радіоактивні руди, потужності доз γ -випромінювання яких у 10—400 разів вищі за фоновий рівень [14]. Це призводить до забруднення радіонуклідами значних територій, збільшення природного радіаційного фону далеко за межами промислової зони підприємств [7, 9]. Ситуація ускладнюється ще й тим, що ці території одночасно забруднені й штучними радіонуклідами, які потрапили в навколишнє середовище в результаті глобальних випадів аварійних викидів АЕС [17].

При оцінюванні можливих наслідків підвищеного радіаційного фону особливу увагу слід приділяти вивченню порушень генетичних структур [16], що виявляються вродженими вадами розвитку, переродженням органів і тканин, підвищеною ймовірністю захворювання на рак, цитогенетичними порушеннями у статевих і соматичних клітинах, скороченням тривалості життя [1, 4, 12, 13]. Тому дослідження впливу ушкоджувальної дії техногенного забруднення природними радіонуклідами в районах локалізації видобутку й переробки урановмісної гірської породи на спадковий апарат має посідати чільне місце в системі еколого-генетичного моніторингу. Для його проведення найзручнішими є рослинні тест-системи, до переліку яких включено і м'яку пшеницю (*T. aestivum* L.) [3, 10].

Метою роботи було вивчення мутаційної мінливості озимої пшениці в умовах хронічного впливу радіаційних забруднень підприємств із видобутку й переробки уранової руди.

Методика

Для вивчення генетичних наслідків радіаційних забруднень уранодобувальної промисловості рослини (M_1) озимої пшениці (*T. aestivum* L.) сортів Альбатрос одеський, Смуглянка і Зимоярка виростили в межах промислових зон Смолінської та Інгульської шахт ДП «Східний гірничозбагачувальний комбінат» (СхідГЗК), хвостосховища «Суначівське, секція 1» ВО «Придніпровський хімічний завод» (ПХЗ) і санітарної зони хвостосховища балки «Щербаківська» ДП СхідГЗК. Потужності експозиційних доз поблизу відвалів шахт, біля шляхів транспортування уранової руди, на території хвостосховища та його санітарної зони, де було висіяно пшеницю, становили відповідно 100—500 мкР/год $((7,17...35,85) \cdot 10^{-12}$ А/кг), 70—100 мкР/год $((5,02...7,17) \cdot 10^{-12}$ А/кг), 140—180 мкР/год $((10,04...12,91) \cdot 10^{-12}$ А/кг) та 50 мкР/год $(3,59 \cdot 10^{-12}$ А/кг).

Рослини поколінь M_2 і M_3 зростали в умовах природного радіаційного фону (сmt Глеваха Васильківського р-ну Київської обл.). Облік частоти і спектра мутантних форм проводили лише у поколінні M_3 після перевірки успадкування змінених ознак за співвідношенням їх до кількості родин із мутантними рослинами відносно вивчених родин у M_2 .

Результати та обговорення

Підприємства з видобутку й переробки урану знаходяться в Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях і належать найбільшому в Європі Державному підприємству «Східний гірничозбагачувальний комбінат» [2, 5, 13]. На уранових шахтах, розмічених у Кіровоградській області — Смолінській та Інгульській — працює 3,5 тис.

робітників, які видобувають близько 1 млн т руди за рік. За даними ООН, ефективні дози опромінення робітників уранових шахт із 1975 по 1989 рр. в колишньому СРСР і Болгарії значно перевищували середньо-світові показники, що становили 11—12 мЗв/рік [8]. Із 1990 р. всі розвинені країни, зокрема й Україна, перейшли на нові стандарти безпеки, які обмежують максимальну ефективну дозу опромінення робітників уранових шахт до 20 мЗв/рік та рівень смертності $1,2 \cdot 10^{-3}$. За роки незалежності України ризик захворювання робітників уранових шахт на рак легень зріс до $6,44 \cdot 10^{-3}$ на рік, що відповідає дозі понад 100 мЗв [8]. Найбільше опромінення створюють короткоіснуючі дочірні продукти розпаду радіоактивного газу радону: ^{222}Rn (3,8 доби) \rightarrow ^{218}Po (3,05 хв) \rightarrow ^{214}Pb (26,8 хв) \rightarrow ^{214}Bi (19,9 хв) \rightarrow ^{214}Po (164 мкс). Шкідливі для здоров'я підвищені концентрації радону в повітрі відчувають на собі й мешканці Кіровоградщини, які отримують за рахунок нього 98 % дози радіаційного опромінення та підпадають під ризик найвищої онкологічної захворюваності в країні [13].

Проведення досліджень поблизу місць масового винесення природних радіонуклідів на поверхню ґрунту дає змогу вивчити генетичні наслідки техногенного радіаційного забруднення для популяцій живих організмів і передбачити можливі подальші зміни в мікроеволюційних процесах. Вирощування рослин M_1 озимої пшениці на узбіччі дороги, забрудненої радіоактивним пилом із вмістом урану 0,137 % в результаті транспортування уранової руди зі Смолінської шахти, спричинило зростання рівня мутаційної мінливості. Частота видимих мутацій в M_2 — M_3 становить $8,45 \pm 3,30$ % для сорту Альбатрос одеський і $6,45 \pm 1,09$ % для сорту Зимоярка, що перевищує показники контролю відповідно в 12,6 і 9,6 раза (табл. 1). Рослини озимої пшениці сорту Зимоярка, вирощені біля підніжжя відвалів Інгільської шахти, протягом вегетаційного періоду зазнавали дії радіаційного випромінювання природних

ТАБЛИЦЯ 1. Частота видимих мутацій (M_2 — M_3) озимої пшениці за умов хронічної дії радіаційних забруднень уранодобувної промисловості (2011 р.)

Варіант впливу	Вивчених родин, шт.	Мутантних родин, шт.	Частота мутантних родин, %
Альбатрос одеський			
сmt Глеваха (контроль)	300	2	$0,67 \pm 0,47$
Промзона Смолінської шахти	71	6	$8,45 \pm 3,30^*$
Зимоярка			
сmt Глеваха (контроль)	300	2	$0,67 \pm 0,47$
Промзона Смолінської шахти	512	33	$6,45 \pm 1,09^{**}$
Промзона Інгільської шахти	242	8	$3,31 \pm 1,15^*$
Хвостосховище «Сухачівське, секція 1»	122	8	$6,56 \pm 2,59^*$
Смуглянка			
сmt Глеваха (контроль)	300	4	$1,33 \pm 0,66$
Санітарна зона хвостосховища балки «Щербаківська»	232	14	$5,79 \pm 1,50^*$

*Різниця відносно контролю статистично вірогідна за $p \leq 0,05$. **Різниця відносно контролю статистично вірогідна за $p \leq 0,01$.

радіонуклідів пилюватої фракції урановмісної породи з вмістом урану 0,06 %. Рівень мутаційної мінливості становив $3,31 \pm 1,15$ %, що в 4,9 рази вище від контрольного показника — $0,67 \pm 0,47$ %. Перевищення частоти видимих мутацій в умовах промислової зони Смолінської шахти вдвічі порівняно з Інгільською може бути пов'язане з більшою в 2,2 рази концентрацією урану в радіоактивному пилу — основного чинника забруднення досліджуваних ділянок промислової зони.

Спектр типів мутацій в M_2 — M_3 рослин озимої пшениці, індукованих радіонуклідним забрудненням, такий:

Тип мутації	
1. Ранньостигла	9. Компактоїд
2. Середньорання	10. Щільний колос
3. Пізньостигла	11. Циліндричний колос
4. Інтенсивний ріст	12. Скверхедний колос
5. Високоросла	13. Спельтоїдний колос
6. Низькоросла	14. Безостий колос
7. Довгий колос	15. Напівостистий колос
8. Короткий колос	16. Остистий колос

За дії радіаційних забруднень промислових зон Смолінської та Інгільської шахт він переважно представлений спадковими змінами, пов'язаними з довжиною стебла рослин і тривалістю вегетаційного періоду. Серед мутацій із високою частотою трапляються середньоранні (1,41 % у сорту Альбатрос одеський, 0,83—0,98 % у сорту Зимоярка), пізньостиглі (1,41 % у сорту Альбатрос одеський, 0,78—0,83 % у сорту Зимоярка) й низькорослі (2,82 % у сорту Альбатрос одеський, 0,83—1,17 % у сорту Зимоярка) форми (табл. 2). Мутанти з довгим стеблом та інтенсивним ростом виявлено лише в сорту Зимоярка, найчастіше вони спостерігаються за впливу радіаційних забруднень Смолінської шахти — відповідно 1,17 та 1,95 %. Радіаційне забруднення, спричинене діяльністю Смолінської та Інгільської шахт, зумовлює в сорту Зимоярка широкий спектр мутацій за морфологією колоса: довгий, короткий, щільний, циліндричний, частота яких становить 0,39—0,83 %. Характерними генетичними наслідками радіонуклідного забруднення території Смолінської шахти є поява різких мутацій — компактоїдів (0,41 %) у сорту Альбатрос одеський та спельтоїдного і скверхедного колосів (0,20 %) у сорту Зимоярка. Причинами їх виникнення є делеції, дуплікації, транслокації, мікроаберації в локусі Q п'ятої хромосоми геному А чи трисомія за цією ж хромосомою [20]. Спектр мутацій рослин сорту Зимоярка, зумовлений радіаційним забрудненням промислової зони Смолінської шахти, включає 12 типів, що вдвічі більше за їх кількість за впливу радіаційного забруднення території Інгільської шахти. Серед видимих спадкових змін, які розширюють спектр мутантних типів, виділено напівостисті й остисті форми у сорту Зимоярка та безості — у сорту Альбатрос одеський.

З діяльністю підприємств із видобутку й переробки уранових руд пов'язано також утворення радіоактивних відходів. За їх обсягами Дніпропетровська область посідає друге місце після Чорнобильської зони. На її території розміщені хвостосховища гідрометалургійного заводу

ТАБЛИЦЯ 2. Спектр видимих мутацій (M_2-M_3) озьмої пшениці за умов хронічної дії радіаційних забруднень уранодобувної промисловості (2011 р.)

Варіант вильву	Тип мутації, %															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
с/т Глеваха (контроль)	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Промзона Смілянської шахти	0,00	1,41	1,41	0,00	0,00	2,82	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00
с/т Глеваха (контроль)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
Промзона Смілянської шахти	0,00	0,98*	0,78*	1,17*	1,95*	1,17	0,39	0,39	0,00	0,39	0,00	0,20	0,20	0,00	0,39	0,39
Промзона Інульської шахти	0,00	0,83	0,83	0,83	1,24*	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Хвостосховище «Суходівське, секція І»	0,00	1,64	0,82	0,00	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,82	0,00	0,00	0,82
с/т Глеваха (контроль)	0,00	0,67	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сазона хвостосховища білки «Щербаківська»	1,65*	0,83	0,41	1,24	1,65	0,83	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,83	0,00	0,00

*Різниця відносно контролю статистично вірогідна за $p \leq 0,05$.

ДП «СхідГЗК» (м. Жовті Води), де накопичено 41,2 млн т радіоактивних відходів активністю 62,1 кКі, та 9 сховищ радіоактивних відходів підприємства «Придніпровський хімічний завод» (м. Дніпродзержинськ), в яких зберігається понад 36 млн т радіоактивної пульпи загальною активністю близько 75 кКі [15]. За даними Наукового комітету ООН з дії атомної радіації (НКДАР), весь ядерний паливний цикл дає колективну ефективну еквівалентну дозу опромінення близько 16,42 люд-Зв на кожен гігават-рік виробленої на АЕС електроенергії. Радіоактивні відходи хвостосховищ разом із радіоактивними захороненнями є додатковим джерелом опромінення, яке формує для населення країни колективну ефективну еквівалентну дозу близько 4000 люд-Зв на кожен гігават-рік виробленої енергії [7].

Рослини M_1 озимої пшениці сорту Зимоярка, вирощені безпосередньо на території хвостосховища «Сухачівське, секція 1» ВО «ПХЗ», вирізняються пригніченим ростом, зниженою кількістю генеративних пагонів і дрібним колосом. Мутації в M_2 — M_3 трапляються з частотою $6,56 \pm 2,59$ %, що перевищує їх рівень у контролі ($0,67 \pm 0,47$ %) в 9,8 разів. Серед різноманітних типів мутацій озимої пшениці переважають середньоранні й низькорослі форми, які виявляються з частотою відповідно 1,64 і 2,46 %. Радіонуклідні забруднення хвостосховища індують з однаковою частотою (0,82 %) морфологічні аномалії колоса, які представлені остистою, скверхедною та спельтоїдною формами.

За даними досліджень ДП «Український науково-дослідний і проєктно-розвідувальний інститут промислової технології», рознесення радіоактивного пилу вітром спричинює перевищення природного радіаційного фону в 2—2,5 разів на відстані 100—300 м від хвостосховища, а чинники радіаційного забруднення фіксуються на відстані навіть до 1500 м [9, 14]. У результаті вивчення генетичних наслідків радіаційного забруднення території в межах санітарної зони хвостосховища балки «Щербаківська» ДП «СхідГЗК» встановлено, що рослини, які зростають на відстані 50 м від місця складування радіоактивних відходів, зазнають мутагенного впливу радіаційних забруднень. Частота мутацій озимої пшениці сорту Смуглянка, рослини M_1 якої вирощені в зазначених умовах, перевищує контрольний рівень ($1,33 \pm 0,66$ %) в 4,4 разів і становить $5,79 \pm 1,50$ %. Тривогу викликає і широкий їх спектр, що представлений 9 типами, серед яких з високою частотою (1,65 %) трапляються ранні й високорослі форми. Істотні генетичні порушення підтверджує індуквання мутантів зі скверхедним та безостим колосом (рисунок), яких у контролі не виявлено. Спектр типів спонтанних мутацій включає лише форми з інтенсивним ростом, середньоранні та високорослі.

Типовою видимою реакцією геному озимої пшениці на хронічну дію іонізуючого випромінювання радіонуклідних забруднень промислових зон уранових шахт і хвостосховищ радіоактивних відходів є поява низькорослих мутантів, що підтверджено також результатами низькорослих досліджень [10, 11, 19]. У зв'язку з цим виявлені з частотою 0,83 % низькорослі мутанти за умов вирощування рослин M_1 у санітарній зоні хвостосховища можуть бути свідченням радіаційної складової чинників генетичних порушень у рослин озимої пшениці.

Отже, хронічна дія випромінювань радіонуклідних забруднень промислової зони шахт з видобутку уранової руди та хвостосховищ радіоактивних відходів уранодобувної промисловості призводить до зростання в 4,9—12,6 разів рівня мутаційної мінливості озимої пшениці. Частота ви-



Мутанти за морфологією колоса пшениці сорту Смуглянка:
 1 — вихідна форма; 2 — довгий колос; 3 — скверхедний колос; 4 — безостий колос

димих мутацій прямо залежить від концентрації урану-238 в радіоактивній пилюватій фракції — основного джерела забруднення території промислової зони природними радіонуклідами. Спектр мутацій переважно включає спадкові зміни, пов'язані з довжиною стебла і тривалістю вегетаційного періоду.

Рознесення пилу вітром із території хвостосховища радіоактивних відходів призводить до забруднення мутагенами прилеглої до нього території та зростання в 4,4 раза спонтанного рівня мутаційної мінливості. Поява у спектрі типів мутацій низькорослих форм свідчить про радіаційну складову чинників генетичних порушень.

Високий рівень мутаційної мінливості, індукований забрудненням уранодобувної промисловості, вказує на ризик виникнення генетичних порушень в організмів, які мешкають на забрудненій природними радіонуклідами території, й порушує питання про необхідність проведення генетичного моніторингу довкілля з метою встановлення науково обґрунтованих нормативів радіаційних чинників природного й техногенного походження.

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. — М.: Наука, 1986. — 172 с.
2. Балюк Г.І. Екологічне право України. Конспект лекцій у схемах. — К.: Хроніком Інтер, 2006. — 192 с.
3. Биттуева М.М., Абилев С.К., Тарасов В.А. Эффективность прогноза канцерогенной активности химических соединений при учете соматических мутаций у сои *Glycine max* (L.) Merrill // Генетика. — 2007. — 43, № 1. — С. 78–87.
4. Боднар Л.С., Мацяк А.В., Беляев В.В. Моніторинг генотоксикологічного забруднення деяких чинників навколишнього середовища // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — С. 219–225.
5. Вінниченко О.М., Колесніченко О.В., Григорюк І.П. та ін. Гетерогенність запасних білків насіння гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) за дії поллютантів металургійного виробництва // Доп. НАН України. — 2008. — № 9. — С. 181–184.
6. Глазко В.І., Глазко Т.Т. Популяційно-генетичні наслідки екологічних катастроф (на прикладі аварії на ЧАЕС) // Вісн. аграр. науки. — 2004. — № 7. — С. 70–76.
7. Захарченко М.П., Хавинсон В.Х., Оникиенко С.Б. и др. Радиация, экология, здоровье. — СПб.: Гуманистика, 2003. — 336 с.
8. Ковалевский Л.И., Оперчук А.П., Лось И.П. Состояние радиационной безопасности на урановых шахтах Украины // Довкілля та здоров'я. — 2008. — № 2. — С. 4–8.

9. Лисова Т.С. Радіаційний вплив уранодобувної промисловості на довкілля // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2008. — № 2. — С. 40—45.
10. Моргу́н В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. — Киев: Наук. думка, 1995. — 624 с.
11. Моргу́н В.В., Якимчук Р.А. Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. — К.: Логос, 2010. — 400 с.
12. Концентрация радона в Кировограде в несколько раз превышает допустимую // Новости Кировограда. — 2007, 8 ноября.
13. Пароконная Е. Кировоград — дорогой вымирающий город? // Новости Кировограда. — 2008, 18 августа.
14. Собакин П.И., Чевычелов А.П., Ушницкий В.Е. Радиоэкологическая обстановка на территории Якутии // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2004. — **44**, № 3. — С. 283—288.
15. Суматохіна І.М., Дук Н.М., Шевченко О.А. Промислові відходи як чинник стану екологічної безпеки регіону: оцінка, картографування, управління // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2008. — № 1. — С. 69—75.
16. Ситин В.Д., Осипов А.Н., Елаков А.Л. и др. Оценка генетических эффектов хронического воздействия низкоинтенсивного γ -излучения цитогенетическими методами и методом ДНК-комет // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2003. — **43**, № 2. — С. 156—160.
17. Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Ивахненко Н.М. Радиоэкологические проблемы прибрежных ландшафтов Азовского моря // Там же. — 2005. — **45**, № 5. — С. 629—636.
18. Цыцугина В.Г., Поликарпов Г.Г. Критерии оценки экологического риска для «критических» популяций гидробионтов // Доп. НАН України. — 2007. № 6. — С. 188—191.
19. Чеченева Т.Н. Изменчивость злаков в культуре in vitro и в процессе регенерации растений // Физиология и биохимия культ. растений. — 2006. — **38**, № 2. — С. 163—175.
20. Эйгес Н.С. Коллекция хемомутантов озимой пшеницы // Природа. — 1997. — № 1. — С. 26—35.

Отримано 11.04.2014

МУТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ
ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРАНОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р.А. Якимчук

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Изучена мутационная изменчивость озимой пшеницы в условиях хронического действия излучений радионуклидных загрязнений промышленной зоны шахт по добыче урановой руды и хвостохранилища радиоактивных отходов уранодобывающей промышленности. Частота видимых мутаций в 4,9—12,6 раза превышает спонтанный уровень. Спектр их типов преимущественно включает изменения длины стебля и длительности вегетационного периода. Разнесение пыли ветром с территории хвостохранилища приводит к загрязнению радионуклидами прилегающей территории и возрастанию в 4,4 раза спонтанного уровня мутационной изменчивости. Появление в спектре типов мутаций низкорослых форм свидетельствует о радиационной составляющей факторов генетических нарушений. Высокий уровень мутационной изменчивости указывает на риск возникновения генетических нарушений в организмах, обитающих на загрязненной естественными радионуклидами территории, и ставит вопрос о необходимости проведения генетического мониторинга окружающей среды с целью установления научно обоснованных нормативов радиационных факторов естественного и техногенного происхождения.

MUTATIVE VARIABILITY OF WINTER WHEAT AFFECTED BY RADIATION
POLLUTION CAUSED BY URANIUM-MINING INDUSTRY

R.A. Yakimchuk

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

Mutative variability of winter wheat under constant radiation effect of radionuclide pollution of the industrial zone of uranium mines and a tailing pond of radioactive wastes of uranium-mining industry was studied. Frequency of visible mutations exceeds a spontaneous level by 4.9–12.6 times. Spectrum of their types includes changes of a stem length and duration of vegetative period. Wind blowing of dust from the territory of a tailing pond results in the mutagen pollution of the adjacent area and the increase of a spontaneous level of mutation variability by 4.4 times. The fact that small forms of mutation types appear in spectrum proves radiation component of genetic disorders. High level of mutation variability points to the risk of genetic disorder occurrence in organisms which inhabit the territory polluted with natural radio nuclides, it also raises a question of the necessity to carry out the environment monitoring aimed at determining scientifically grounded rates of radiation factors of natural and industrial origin.

Key words: *Triticum aestivum* L., radiation pollution, genetic consequences, visible mutations, mutation types.