

УДК 633.11:575.224.4

МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНИХ ЗАБРУДНЕНЬ УРАДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.В. Моргун, Р.А. Якимчук

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Україна, 03022, Київ,
вул. Васильківська, 31/17*

e-mail: peoplenature@rambler.ru

Вивчено мутаційну мінливість озимої пшениці за умовах хронічної дії випромінювань радіонуклідних забруднень промислової зони шахт з видобутку уранової руди та хвостосховища радіоактивних відходів уранодобувної промисловості. Частота видимих мутацій в 4,9-12,6 рази перевищує спонтанний рівень. Спектр їх типів переважно включає зміни довжини стебла й тривалості вегетаційного періоду. Вітрове рознесення пилу з території хвостосховища призводить до забруднення мутагенами прилеглої до нього території та зростання в 4,4 рази спонтанного рівня мутаційної мінливості. Поява у спектрі типів мутацій низькорослих форм свідчить про радіаційну складову факторів генетичних порушень. Високий рівень мутаційної мінливості вказує на ризик виникнення генетичних порушень в організмів, мешкаючих на забрудненій природними радіонуклідами території, та ставить 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 виступає в якості одного із факторів 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 складає 2200 мкЗв і 450-1600 мкЗв – для населення країн СНД [7]. Однак на Землі наявні райони з підвищеним у десятки й тисячі разів природним радіаційним фоном: штати Керала і Таміль Наду в Індії, штати Еспіриту-Санту і Ріо-де-Жанейро в Бразилії, м. Рамсар в Ірані [7], м. Таганрог в Росії, м. Брянськ та м. Кіровоград в Україні [12, 18], республіка Саха в Якутії [14], о. Ікарія у Греції [19], що пов'язано з високим розміщенням місцевості над рівнем моря, великою кількістю радію та торію в гірських породах, значним виділенням радону з ґрунту.

Проте на думку Глазко В.І. та Глазко Т.Т. (2004) реальну небезпеку для організмів становить не сама одержана доза іонізуючого випромінювання, а її «новизна» для популяції, виду або видових співтовариств [6]. В окремих регіонах світу, зокрема й України, де частка урану-238 у гірських породах перевищує більше ніж у 1000 разів середньостатистичні показники (0,0001%), розміщуються підприємства уранової промисловості. В процесі пошуково-розвідувальних робіт та під час видобутку з гірських штолень і шахт вилучаються на денну поверхню й складуються у відвали скельні гірські породи й радіоактивні руди, потужності доз γ -випромінювання яких у 10-400 разів перевищують фоновий рівень [14]. Це призводить до забруднення радіоактивними ізотопами значних територій та підвищення природного радіаційного фону далеко за межами промислової зони підприємств [7, 9]. Ситуація ускладнюється ще й тим, що дані території одночасно забруднені й штучними радіонуклідами, які потрапили в оточуюче середовище в результаті глобальних випадінь аварійних викидів АЕС [18].

При оцінці можливих наслідків підвищеного радіаційного фону, особливу увагу слід приділяти вивченню порушень генетичних структур [16],

що проявляються вродженими вадами розвитку, переродженням органів і тканин, підвищеною ймовірністю захворювання на рак, цитогенетичними порушеннями у статевих і соматичних клітинах, зменшенням тривалості життя [1, 4, 12, 13]. Тому дослідження впливу пошкоджуючої дії техногенного забруднення природними радіонуклідами в районах локалізації видобутку й переробки урановмісної гірської породи на спадковий апарат повинно займати центральне місце в системі еколого-генетичного моніторингу. Для його проведення найбільш зручними 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 уранодобувної промисловості, рослини (M_1) озимої пшениці (*T. aestivum L.*) сортів Альбатрос одеський, Смуглянка і Зимоярка вирощено в межах промислових зон Смолінської та Інгульської шахт ДП «Східний гірничозбагачувальний комбінат» (СхідГЗК), хвостосховища «Сухачівське, секція 1» ВО «Придніпровський хімічний завод» (ПХЗ) і санітарної зони хвостосховища балки «Щербаківська» ДП «СхідГЗК». Потужності експозиційних доз поблизу відвалів шахт, біля доріг транспортування уранової руди, на території хвостосховища та його санітарної зони, де було проведено посіви, складали 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 спектру мутантних форм проводили лише з покоління M_3 після перевірки

успадкування змінених ознак за співвідношенням їх до кількості сімей з мутантними рослинами відносно вивчених сімей в M_2 .

Результати та обговорення

Підприємства з видобутку та переробки урану знаходяться в Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях і належать Державному підприємству «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» – найбільшому в Європі [2, 5, 13]. Роботу уранових шахт, розміщених у Кіровоградській області – Смолінської та Інгульської – забезпечують 3,5 тис. працівників, силами яких видобувається в рік близько 1 млн. т руди. За даними ООН ефективні дози опромінення робітників уранових шахт з 1975 по 1989 роки в СРСР та Болгарії значно перевищували середньосвітові показники, що склали 11-12 мЗв на рік [8]. З 1990 року всі розвинені країни, зокрема й Україна, перейшли на нові стандарти безпеки, які обмежують максимальну ефективну дозу опромінення робітників уранових шахт до 20 мЗв на рік та рівень смертності $1,2 \cdot 10^{-3}$. За роки незалежності України величина ризику захворювання робітників уранових шахт раком легень зростає до $6,44 \cdot 10^{-3}$ на рік, що відповідає дозі більше 100 мЗв [8]. Найбільше опромінення створюється короткоживучими дочірніми продуктами розпаду радіоактивного газу радону: ^{222}Rn (3,8 доб.) \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 наслідки підвищеної концентрації радону в повітрі відчувають на собі й жителі Кіровоградщини, які одержують за рахунок нього 98 % дози радіаційного опромінення та підпадають під ризик найвищої онкологічної захворюваності в країні [13].

Проведення досліджень поблизу місць масового винесення природних радіоізотопів на поверхню ґрунту дозволяє 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 в

результаті транспортування уранової руди зі Смолінської шахти радіоактивним пилом з вмістом урану 0,137 %, спричинило зростанням рівня мутаційної мінливості. Частота видимих мутацій в M_2 - M_3 складає $8,45 \pm 3,30$ % для сорту Альбатрос одеський і $6,45 \pm 1,09$ % для сорту Зимоярка, що перевищує показники контролю в 12,6 і 9,6 рази, відповідно (табл. 1). Рослини озимої пшениці сорту Зимоярка, вирощені біля підніжжя відвалів Інгульської шахти, протягом вегетаційного періоду зазнавали дії радіаційного випромінювання природних радіоізотопів пилуватої фракції урановмісної породи з вмістом урану 0,06 %. Рівень мутаційної мінливості становить $3,31 \pm 1,15$ %, що в 4,9 рази вище показника контролю – $0,67 \pm 0,47$ %. Перевищення в 2 рази частоти видимих мутацій в умовах промислової зони Смолінської шахти, у порівнянні з Інгульською, може бути пов'язане з більшою в 2,2 рази концентрацією урану в радіоактивному пилі – основного фактора забруднення досліджуваних ділянок промислової зони.

Спектр типів мутацій в M_2 - M_3 рослин озимої пшениці, індукованих радіонуклідним забрудненням, наступний:

Типи мутацій

1. Ранньостигла
2. Середньорання
3. Пізньостигла
4. Інтенсивний ріст
5. Високоросла
6. Низькоросла
7. Довгий колос
8. Короткий колос
9. Компактоїд
10. Щільний колос
11. Циліндричний колос
12. Скверхедний колос
13. Спельтоїдний колос

14. Безостий колос
15. Напівостистий колос
16. Остистий колос

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

Варіант впливу	Кількість вивчених сімей, шт.	Кількість мутантних сімей, шт.	Частота мутантних сімей, %
<i>Альбатрос одеський</i>			
сmt Глеваха (контроль)	300	2	0,67±0,47
Промзона Смолінської шахти	71	6	8,45±3,30*
<i>Зимоярка</i>			
сmt Глеваха (контроль)	300	2	0,67±0,47
Промзона Смолінської шахти	512	33	6,45±1,09**
Промзона Інгульської шахти	242	8	3,31±1,15*
Хвостосховище «Сухачівське» Секція 1	122	8	6,56±2,59*
<i>Смуглянка</i>			
сmt Глеваха (контроль)	300	4	1,33±0,66
Санітарна зона хвостосховища балки «Щербаківська»	242	14	5,79±1,50*

* - різниця відносно контролю статистично вірогідна за $P \leq 0,05$

** - різниця відносно контролю статистично вірогідна за $P \leq 0,01$

За дії радіаційних забруднень промислової зони Смолінської та Інгульської шахт він переважно представлений спадковими змінами, пов'язаними з довжиною стебла рослин і тривалістю вегетаційного періоду. Серед мутацій з високою частотою зустрічаються середньоранні (1,41 % у сорту Альбатрос одеський і 0,83-0,98 % у сорту Зимоярка), пізньостиглі (1,41 % у сорту Альбатрос одеський і 0,78-0,83 % у сорту Зимоярка) й низькорослі (2,82 % у сорту Альбатрос одеський і 0,83-1,17 % у сорту Зимоярка) форми (табл. 2). Мутанти з довгим стеблом та інтенсивним ростом виявлені лише у сорту Зимоярка і зустрічаються з найвищою частотою за умов впливу радіаційних забруднень Смолінської шахти – 1,17 % та 1,95 %, відповідно. Радіаційне забруднення, спричинене діяльністю Смолінської та Інгульської шахт

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

Варіант впливу	Типи мутацій, %															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Альбатрос одеський</i>																
сmt 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 Смолінської 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
<i>Зимоярка</i>																
сmt 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 Смолінської 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 Інгульської 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 «Сухачівське» Секція 1	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
<i>Смуглянка</i>																
сmt Глеваха (контроль)	0,00	0,67	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Санзона хвостосховища балки «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 $P \leq 0,05$

викликає в сорту Зимоярка широкий спектр мутацій за морфологією колоса: довгий, короткий, щільний, циліндричний колос, частота яких складає 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 генома А, чи то трисомія за цією ж хромосомою [20]. Спектр мутацій рослин сорту Зимоярка, викликаний радіаційним забрудненням промислової зони Смолінської шахти, включає 12 типів, що вдвічі перевищує їх кількість за умов впливу радіаційного забруднення території Інгульської 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 і утворення радіоактивних відходів. За їх обсягами Дніпропетровська область займає друге місце після Чорнобильської зони. На її території розміщені хвостосховища гідрометалургійного заводу ДП «СхідГЗК» (м. Жовті Води), де накопичено 41,2 млн. т радіоактивних відходів активністю 62,1 тис. Кі, та 9 сховищ радіоактивних відходів підприємства «Придніпровський хімічний завод» (м. Дніпродзержинськ), в яких зберігається понад 36 млн. т радіоактивної пульпи загальною активністю близько 75 тис. Кі [15]. За даними НКДАР, весь ядерний паливний цикл дає колективну ефективну еквівалентну дозу опромінення близько 16,42 люд. Зв на кожен гігават-рік виробленої на АЕС електроенергії. Разом із радіоактивними захороненнями, радіоактивні відходи хвостосховищ є додатковим джерелом опромінення, яке формує для населення країни колективну ефективну еквівалентну дозу близько 4000 люд. Зв на кожен вироблений гігават-рік енергії [7].

Рослини M_1 озимої пшениці сорту Зимоярка, вирощені безпосередньо на території хвостосховища «Сухачівське, секція 1» ВО «ПХЗ», вирізняються

пригніченим ростом, зниженням кількості генеративних пагонів та дрібним колосом. Мутації, виявлені в M_2 - M_3 , зустрічаються з частотою $6,56 \pm 2,59$ %, що перевищує їх рівень у контролі ($0,67 \pm 0,47$ %) в 9,8 разів. Серед різноманітності типів мутацій озимої пшениці переважають середньоранні й низькорослі форми, які зустрічаються з частотою 1,64 % і 2,46 %, відповідно. Радіонуклідні забруднення хвостосховища індукують з однаковою частотою – 0,82 %, морфологічні аномалії колоса, які представлені остистою, скверхедною та спельтоїдною формами.

За даними досліджень ДП «Український науково-дослідний і проектно-розвідувальний інститут промислової технології» вітрове рознесення радіоактивного пилу спричиняє перевищення природного радіаційного фону в 2-2,5 разів на відстані 100-300 м від хвостосховища, а фактори радіаційного забруднення фіксуються навіть на відстані до 1500 м [9, 14]. Вивчаючи генетичні наслідки 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 рівень контролю ($1,33 \pm 0,66$ %) в 4,4 разів та становить $5,79 \pm 1,50$ %. Тривогу викликає і широкий їх спектр, що представлений 9 типами, серед яких з високою частотою (1,65 %) зустрічаються ранні й високорослі форми. Про суттєві генетичні порушення свідчить індукування мутантів зі скверхедним та безостим колосом (рис. 1), яких не виявлено в контролі. 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 також підтверджується результатами низки інших досліджень [10,11, 17]. Тому виявлені з частотою 0,83 % низькорослі мутанти за умов

вирощування рослин M_1 в санітарній зоні хвостосховища можуть бути свідченням радіаційної складової факторів генетичних порушень у рослин озимої пшениці.



Рис. 1. Мутанти за морфологією колоса сорту Смуглянка:

1 – вихідна форма; 2 – довгий колос; 3 – скверхедний колос; 4 – безостий колос

Таким чином хронічна дія випромінювань радіонуклідних забруднень промислової зони шахт з видобутку уранової руди та хвостосховища радіоактивних відходів уранодобувної промисловості призводить до зростання в 4,9-12,6 раза рівня мутаційної мінливості озимої пшениці. Частота видимих мутацій прямо залежить від концентрації урану-238 в радіоактивній пилюватій фракції – як основного джерела забруднення території промислової зони природними радіоізотопами. Спектр мутацій переважно включає спадкові зміни, пов'язані з довжиною стебла й тривалістю вегетаційного періоду.

Вітрове рознесення пилу з 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 факторів генетичних порушень.

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

Література

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 (Загальна і Особлива частина): навчальний посібник – 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. – Т. 43, № 1. – С. 78-87.
4. Боднар Л.С., Мацяк А.В., Беляєв 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., Гргорюк І.П. та ін. Гетерогенність запасних білків насіння гірко каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum L.*) за дії полютантів металургійного виробництва // Доповіді НАН України. – 2008. – № 9. – С. 181-184.
6. Глазко В.І., Глазко Т.Т. Популяційно-генетичні наслідки екологічних катастроф (на прикладі аварії на ЧАЕС) // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 7. – С. 70-76.
7. Захарченко М.П., Хавинсон В.Х., Оникиєнко 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. Лісова Т.С. Радіаційний вплив уранодобувної промисловості на довкілля // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 2. – С. 40-45.
10. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы [монография] – К.: Наукова думка, 1995. – 624 с.
11. Моргун В.В., Якимчук Р.А. Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС: [монографія] – К.: Логос, 2010. – 400 с.
12. Новости Кировограда // Концентрация радона в Кировограде в несколько раз превышает допустимую. – 2007. – 8 ноября.
13. Пароконная Е. Кировоград – дорогой вымирающий город? // Новости Кировограда. – 2008. – 18 авг.
14. Собакин П.И., Чевычелов А.П., Ушницкий В.Е. Радиоэкологическая обстановка на территории Якутии // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 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. Сыпин 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. – Т. 43, № 2. – С. 156-160.

17. Чеченева Т.Н. Изменчивость признаков в культуре *in vitro* и в процессе регенерации растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – Т. 38, № 2. – С. 163-175.

18. Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Ивахненко Н.М. Радиоэкологические проблемы прибрежных ландшафтов Азовского моря // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 5. – С. 629-636.

19. Цыцугина В.Г., Поликарпов Г.Г. Критерии оценки экологического риска для «критических» популяций гидробионтов // Доповіді НАН України. – 2007. – № 6. – С. 188-191.

20. Эйгес Н.С. Коллекция хемомутантов озимой пшеницы // Природа. – 1997. – № 1. – С. 26-35.

МУТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРАНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.В. Моргун, Р.А. Якимчук

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Изучено мутационную 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. Ветровое разнесение пыли с территории хвостохранилища приводит к загрязнению мутагенами прилегающей к нему 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.

Ключевые слова: *Triticum aestivum L.*, генетические последствия, видимые мутации, типы мутаций, радиационное загрязнение.

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

V.V. Morgun, R.A. Yakimchuk

*Institute of plant physiology and genetics of the National academy of sciences of
Ukraine, Kiev*

Mutative variability of winter wheat under constant radiation effect of radio nuclide 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 a change of a stem length and duration of a 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 nature.

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