

УДК 575.224.4:633.111

ЦИТОГЕНЕТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СПОНТАННОГО РІВНЯ МУТАЦІЙ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В РІЗНИХ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Р.А. ЯКИМЧУК, В.В. МОРГУН

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

Проведено цитогенетичний аналіз меристематичних клітин зразків озимої пшениці, вирощеної в різних еколого-географічних регіонах України. Виявлено окремі території, на яких частота хромосомних аберацій перевищує контрольні показники в 2,5—4,2 рази. Підвищення рівня хромосомних порушень здебільшого супроводжується зростанням кількості одиничних і парних ацентричних фрагментів та, меншою мірою, дицентричних мостів. За умов підвищеного мутаційного фону спектр типів аномалій мітозу й аберацій хромосом розширювався і включав хромосоми, що відставали, мікроядра, ацентричні кільця. Регіони зі стабільно високим рівнем спонтанних цитогенетичних порушень потребують розробки системи подальших моніторингів локального характеру, які б уможливили визначення мережі районів найвищої генетичної небезпеки забруднень мутагенними чинниками.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., цитогенетичні порушення, хромосомні аберації, аномалії мітозу, мутагенна активність.

У зв'язку зі зростанням техногенного навантаження на природу у вигляді мутагенів хімічної, фізичної та біологічної природи виникла потреба оцінювання мутагенності навколишнього середовища. Це передбачає розробку і впровадження системи моніторингу, здатної адекватно оцінити генетичний ризик для організмів, які населяють окремі регіони країни з різним рівнем забруднення довкілля [3]. Адже спонтанна мутаційна мінливість, як показано ще в ранніх роботах лабораторії мутагенезу Інституту медичної генетики АМН СРСР, а згодом — відділу експериментального мутагенезу Інституту фізіології рослин і генетики НАН України [15], має тенденцію до поступового зростання. Виявлено різницю за спонтанним рівнем мутацій і між групами мешканців різних регіонів Росії та країн СНД [7]. Це дає підставу припустити існування регіональної специфіки фонового рівня мутаційної мінливості, спричиненого загальним забрудненням навколишнього середовища. Зважаючи на те що в Україні як одній із найбільш забруднених європейських держав спостерігається різко нерівномірний територіальний розподіл викидів шкідливих речовин у довкілля [10, 22] та, як наслідок, значне перевищення середньстатистичних показників по країні спонтанного рівня хромосомних аберацій населення в деяких регіонах, проблема вивчення мутаційної мінливості за дії природних і антропогенних мутагенних чинників в різних її еколого-географічних регіонах залишається актуальною й надалі [4].

© Р.А. ЯКИМЧУК, В.В. МОРГУН, 2015

Генетичну небезпеку мутагенних чинників навколишнього середовища для людини за останні 40 років оцінювали з використанням понад 200 тест-систем [2]. При їх створенні та доборі основними критеріями були економічність і філогенетична близькість до людини, що давало можливість у лабораторних умовах встановлювати сам факт мутагенної активності забруднювальних чинників. Однак у реальних умовах існування організмів, спираючись лише на результати лабораторних досліджень, передбачити рівень і напрям генетичної відповіді на комплекс природних і техногенних чинників практично неможливо. У зв'язку з цим доцільно проводити моніторинг генетичних наслідків забруднення навколишнього середовища потенційно небезпечними мутагенними чинниками з врахуванням впливу низки абіотичних, біотичних та антропогенних умов. Як засіб оцінювання мутагенезу зазвичай використовують частоту спонтанних мутацій у рослинних тест-системах [4], а їх кількісною характеристикою може слугувати показник частоти хромосомних аберацій [2, 7, 11, 12, 14, 18]. Тому метою нашої роботи було визначення спонтанного рівня цитогенетичних порушень у меристематичних клітинах первинних коренів озимої пшениці за дії чинників навколишнього середовища різних еколого-географічних регіонів України.

Методика

Для визначення мутагенної активності чинників довкілля в різних еколого-географічних регіонах України проведено цитогенетичний аналіз меристематичних клітин первинних коренів проростків насіння озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сортів Смуглянка, Подолянка, Бунчук і Єдність, отриманого в 2012 р. із Прилуцької (Чернігівська обл.), Маньківської (Черкаська обл.), Тернопільської (Тернопільська обл.), Вільшанської (Запорізька обл.), Донецької (Донецька обл.), Городенківської (Івано-Франківська обл.), Андрушівської (Житомирська обл.), Нікопольської (Дніпропетровська обл.), Слов'яносербської (Луганська обл.), Волинської (Волинська обл.) і Рівненської (Рівненська обл.) державних сортодослідних станцій.

Зважаючи на те що ґрунти Полтавщини не зазнали істотного радіонуклідного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС і вміст важких металів у кілька разів нижчий за гранично допустимі концентрації [21], за контроль було взято зразки, отримані з Миргородської сортодослідної станції Полтавської обл.

Насіння пророщували за температури 24–26 °С в чашках Петрі на фільтрувальному папері, зволоженому дистильованою водою. Первинні корені завдовжки 0,8–1,0 см фіксували протягом 1,5 год в «оцтовому алкоголі» та в подальшому піддавали мацерації дією 1 н розчину соляної кислоти. З апікальної меристеми коренів, забарвлених ацетоорсеїном, виготовляли тимчасові давлені препарати [17]. Частоту хромосомних порушень визначали за співвідношенням кількості аберантних клітин до загальної кількості клітин на стадіях анафази та ранньої телофази. Вибірка становила не менш як 1000 клітин для кожного варіанта.

Експериментальні дані оброблено статистично загальноприйнятими методами, вірогідність різниці оцінено за критерієм Стьюдента.

Результати та обговорення

За допомогою цитогенетичного аналізу меристематичних клітин первинних коренів озимої пшениці виявлено регіони України, в яких комплекс чинників навколишнього середовища створює найвищий мутагенний ефект. Саме за умов вирощування рослин на Нікопольській (Дніпропетровська обл.), Слов'яносербській (Луганська обл.), Тернопільській (Тернопільська обл.) сортодослідних станціях частота хромосомних аберацій максимально відрізнялася від контрольного рівня і перевищувала його показники в 2,5–4,2 раза (таблиця). Істотне зростання кількості аберантних клітин рослин озимої пшениці зафіксовано також за умов вирощування її на Прилуцькій (Чернігівська обл.), Вільшанській (Запорізька обл.), Городенківській (Івано-Франківська обл.), Андрушівській (Житомирська обл.) та Рівненській (Рівненська обл.) сортодослідних станціях. Рівень цитогенетичних порушень перевищував контрольні показники в 2,1–2,9 раза. Загалом частка клітин із хромосомними абераціями, індукованими забрудненням територій зазначених областей, становила для сортів Смуглянка — 1,53–1,63 %, Подолянка — 1,56–2,67, Бунчук — 2,70–3,85, Єдність — 1,95–3,95 %, що статистично вірогідно перевищувало частоту їх виявлення в зразках рослин, вирощених на прийнятій за контроль Миргородській (Полтавська обл.) сортодослідній станції — відповідно 0,65; 0,61; 1,13, 0,94 %. Чинники середовища, впливу яких зазнавали рослини озимої пшениці за час вирощування на територіях Маньківської (Черкаська обл.), Донецької (Донецька обл.) та Волинської (Волинська обл.) сортодослідних станцій, проявили найменший мутагенний ефект, свідченням чому є близький до контрольного рівень аберантних клітин.

У результаті порівняння спонтанного рівня хромосомних перебутов у клітинах кореневої меристеми проростків озимої пшениці, виявлених під час дослідження, з даними цитогенетичної оцінки мутагенної активності чинників навколишнього середовища, отриманими відділом генетичного поліпшення рослин Інституту фізіології рослин і генетики НАН України у 1993–1995 рр. [16], встановлено, що забруднення територій Житомирської, Чернігівської, Дніпропетровської, Луганської, Запорізької, Рівненської, Івано-Франківської і Тернопільської областей тривалий час зберігає високу мутагенну активність. Причиною може бути, зокрема, наявність у сумарному комплексі забруднювальних чинників підвищеного радіаційного фону, який сформувався внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС [8, 9, 20].

Під час оцінювання мутагенної активності чинників довкілля в досліджуваних еколого-географічних регіонах України слід враховувати неоднорідність реакції різних генотипів на однакові мутагенні чинники чи їх комплексну дію [5]. Забруднення територій, яке спричинює високий рівень цитогенетичних порушень у рослин із різним генотипом, може свідчити про широкий спектр уражувальної дії мутагенного чинника та його загрозу для геному організмів інших таксономічних груп. Забруднення території Рівненської обл. спричинювало значне зростання частоти мітозів із хромосомними абераціями в рослин відразу трьох сортів озимої пшениці: Подолянка, Бунчук, Єдність, що сягали рівнів відповідно 1,56; 3,29; 2,56 %. Умови, в яких вирощували озиму пшеницю в Чернігівській, Тернопільській, Житомирській та Луганській областях, стали причиною істотного зростання цитогенетичних порушень у

Частота і спектр порушень мітозу та хромосомних аберацій в озимій тютюні, вирощеній в різних еколого-географічних регіонах України (2012 р.)

Місце відбирання зразків (сортодослідна станція)	Сорт	Кількість вивчених анателофаз мітозів, шт.	Мітози з порушеннями та хромосомними абераціями		Спектр порушень мітозу та хромосомних аберацій, %						Відношення фрагменти/мости	
			шт.	%	Фрагменти	Мости	Мости+фрагменти	Мікроядра	Хромосоми, що відстають	Інші перебудови		
Миргородська (контроль)	Смулянка	1232	8	0,65±0,23	0,49	0,16	0	0	0	0	0	3,0
	Подільянка	1148	7	0,61±0,23	0,35	0,17	0	0	0,09	0	0	2,0
	Бунчук	1417	16	1,13±0,28	0,85	0,14	0,07	0	0,07	0	0	6,0
	Єдність	1173	11	0,94±0,28	0,60	0,17	0	0	0,17	0	0	3,5
	Смулянка	1299	14	1,08±0,29	0,85	0,23	0	0	0	0	0	1,8
	Подільянка	1108	4	0,36±0,18	0,27	0,09	0	0	0	0	0	3,0
	Бунчук	1047	32	3,06±0,53**	2,48**	0,48	0	0,10	0	0	0	5,2
	Єдність	1280	25	1,95±0,39*	0,94	0,78*	0	0	0,23	0	0	1,2
	Смулянка	1180	7	0,59±0,22	0,59	0	0	0	0	0	0	—
	Подільянка	1441	5	0,35±0,16	0,35	0	0	0	0	0	0	—
	Маньківська	Бунчук	1158	18	1,55±0,36	1,30	0,09	0	0	0,17	0	0
Єдність		1153	15	1,30±0,33	0,78	0,52	0	0	0	0	0	1,5
Смулянка		1576	17	1,08±0,26	0,95	0,00	0,06	0	0	0	0	16,0
Подільянка		1199	14	1,17±0,31	0,75	0,25	0	0	0,17	0	0	3,0
Бунчук		1064	41	3,85±0,59**	2,82**	0,56	0	0	0,38	0,09	0	5,0
Єдність		1014	40	3,95±0,61**	2,86**	0,69	0	0	0,40	0	0	4,1
Смулянка		1299	14	1,08±0,29	0,85	0,23	0	0	0	0	0	1,8
Подільянка		1108	4	0,36±0,18	0,27	0,09	0	0	0	0	0	3,0
Бунчук		1047	32	3,06±0,53**	2,48**	0,48	0	0,10	0	0	0	5,2
Єдність		1280	25	1,95±0,39*	0,94	0,78*	0	0	0,23	0	0	1,2
Смулянка		1180	7	0,59±0,22	0,59	0	0	0	0	0	0	—
Подільянка	1441	5	0,35±0,16	0,35	0	0	0	0	0	0	—	
Тернопільська	Бунчук	1158	18	1,55±0,36	1,30	0,09	0	0	0,17	0	0	15,0
	Єдність	1153	15	1,30±0,33	0,78	0,52	0	0	0	0	0	1,5
	Смулянка	1576	17	1,08±0,26	0,95	0,00	0,06	0	0	0	0	16,0
	Подільянка	1199	14	1,17±0,31	0,75	0,25	0	0	0,17	0	0	3,0
	Бунчук	1064	41	3,85±0,59**	2,82**	0,56	0	0	0,38	0,09	0	5,0
	Єдність	1014	40	3,95±0,61**	2,86**	0,69	0	0	0,40	0	0	4,1
	Смулянка	1299	14	1,08±0,29	0,85	0,23	0	0	0	0	0	1,8
	Подільянка	1108	4	0,36±0,18	0,27	0,09	0	0	0	0	0	3,0
	Бунчук	1047	32	3,06±0,53**	2,48**	0,48	0	0,10	0	0	0	5,2
	Єдність	1280	25	1,95±0,39*	0,94	0,78*	0	0	0,23	0	0	1,2
	Смулянка	1180	7	0,59±0,22	0,59	0	0	0	0	0	0	—
Подільянка	1441	5	0,35±0,16	0,35	0	0	0	0	0	0	—	

Полтавська обл.

Чернівецька обл.

Черкаська обл.

Тернопільська обл.

Продовження таблиці

Місце відбирання зразків (сортодослідна станція)	Сорт	Кількість вивчених анателеофаз мітозів, шт.	Мітози з порушеннями та хромосомними абераціями		Спектр порушень мітозу та хромосомних аберацій, %						Відношення фрагменти/мости					
			шт.	%	Фрагменти	Мости	Мости+фрагменти	Мікроядра	Хромосоми, що відстають	Інші перебудови						
Вільшанська	Смулянка	1242	7	0,56±0,21	Запорізька обл.						0	0	0	0	0	—
	Подільянка	1163	14	1,20±0,32	1,03*	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,0
	Бунчук	1225	35	2,86±0,48**	2,37**	0,08	0	0,08	0	0,33	0	0	0	0	0	29,0
	Єдність	1448	9	0,62±0,21	0,55	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,0
Донецька	Смулянка	1223	12	0,98±0,28	Донецька обл.						0	0	0	0	0	—
	Подільянка	1225	11	0,90±0,27	0,82	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	—
	Бунчук	1254	14	1,12±0,30	0,72	0,24	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	3,0
	Єдність	1149	16	1,39±0,35	1,04	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,0
Городенківська	Смулянка	1513	16	1,06±0,26	Івано-Франківська обл.						0,40	0	0	0,13	0	1,3
	Подільянка	1099	10	0,91±0,29	0,46	0,27	0	0	0	0,18	0	0	0	0	0	1,7
	Бунчук	1407	41	2,91±0,45**	2,27**	0,50	0,07	0,07	0	0,07	0	0	0	0	0	4,6
	Єдність	1476	26	1,76±0,34	1,15	0,41	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0	2,8
Андрушівська	Смулянка	1371	21	1,53±0,33*	Житомирська обл.						0,44	0	0	0	0	2,5
	Подільянка	1258	17	1,35±0,33	0,80	0,40	0	0	0	0,08	0	0,08	0,08	0	0	2,0
	Бунчук	1077	15	1,39±0,36	1,02	0,28	0	0	0	0,09	0	0,09	0	0	0	3,7
	Єдність	1077	25	2,32±0,46*	1,21	0,19	0,09	0,09	0,74*	0	0	0	0	0	0	6,5

Область	Район	n	Дніпропетровська обл.		n	n	n	n	n	n	
			Mean ± SE	SE							
Нікопольська	Смулянка	1041	1,63±0,39*	1,54*	0,00	0	0	0,10	0	—	
	Подільянка	1212	0,83±0,26	0,66	0,08	0	0	0,08	0	8,0	
	Бунчук	1290	1,63±0,35	1,32	0,23	0	0	0,08	0	5,7	
Слов'янськська	Луганська обл.										
	Смулянка	1399	0,50±0,19	0,36	0,14	0	0	0	0	0	2,5
	Подільянка	1439	1,67±0,34*	1,11*	0,14	0	0,14	0,21	0,07	0	8,0
	Бунчук	1038	2,70±0,50*	2,02*	0,29	0,10	0	0,29	0	0	7,0
	Єдність	1170	1,20±0,32	0,68	0,43	0	0	0,09	0	0	1,6
Волинська	Волинська обл.										
	Подільянка	1052	0,86±0,29	0,67	0,19	0	0	0	0	0	3,5
	Бунчук	1126	1,07±0,31	0,62	0,44	0	0	0	0	0	1,4
	Єдність	1382	1,01±0,27	0,72	0,22	0	0	0,07	0	0	3,3
Рівненська	Рівненська обл.										
	Подільянка	1024	1,56±0,39*	0,68	0,39	0	0	0,49	0	0	1,8
	Бунчук	1309	3,29±0,49**	2,83**	0,23	0	0,08	0,15	0	0	12,3
	Єдність	1486	2,56±0,41**	2,09**	0,40	0	0	0,14	0	0	5,2

*Різниця з контролем статистично вірогідна за $p < 0,05$.

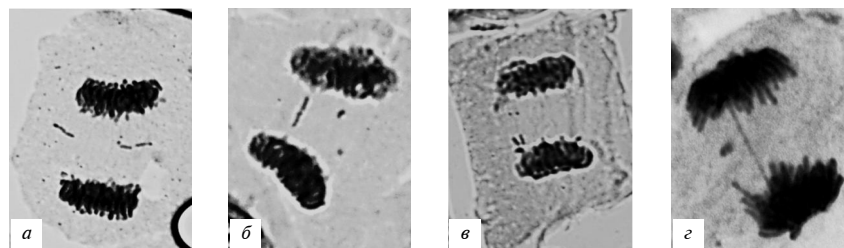
**Різниця з контролем статистично вірогідна за $p < 0,01$.

зразках двох сортів пшениці. Подібною реакцією на дію мутагенів довкілля Чернігівської і Тернопільської областей характеризувались сорти Бунчук і Єдність. Відсоток клітин з абераціями становив відповідно 3,06–3,85 і 1,95–3,95 %. Чинники середовища на території Житомирської обл. з однаково високою інтенсивністю порушували цілісність хромосом у клітинах рослин сортів Смуглянка і Єдність (відповідно 1,53 і 2,32 %), у Луганській обл. — у клітинах рослин сортів Подолянка і Бунчук (відповідно 1,67 і 2,70 %).

Оцінивши рівень інтенсивності впливу чинників довкілля на мітотичний апарат клітин озимої пшениці, вирощеної в різних регіонах України, ми визначили не лише частоту, а й типи цитогенетичних порушень. За спектром хромосомних аберацій між досліджуваними сортами принципових відмінностей не виявлено. Умови середовища вирощування рослин пшениці, які сформувалися на дослідних полях Миргородської сортодослідної станції Полтавської обл. і обрані за контрольний варіант, індукували одиничні й парні ацентричні фрагменти, дицентричні мости хроматидного типу та хромосоми, що відстають. Переважним типом аберацій виявились ацентричні фрагменти, що спостерігались залежно від сорту з частотою 0,35–0,85 %. Найменшу частку (0,07–0,17 %) серед цитогенетичних порушень контрольного варіанта становили хромосоми, що відстають, які виявлено в клітинах проростків сортів озимої пшениці Подолянка, Бунчук і Єдність.

У результаті аналізу спектра хромосомних порушень досліджуваного матеріалу рослин у клітинах окремих зразків озимої пшениці виявлено як істотне збільшення частки певних типів перебудов, так і загалом розширення спектра аберацій. Частота аберацій переважно зростала внаслідок збільшення кількості ацентричних фрагментів. Одиничні ацентричні фрагменти утворюються внаслідок розриву однієї хромосоми або ізолокусного розриву двох хроматид і злиття дистальних (ацентричних) фрагментів чи хроматидної транслокації, злиття дистальних і незлиття проксимальних фрагментів. Одиничні ацентричні фрагменти можуть утворюватись також у результаті розриву однієї хромосомної нитки (до редуплікації) та злиття дистальних і незлиття проксимальних фрагментів, що з'являються після авторепродукції вихідних фрагментів [1, 13].

Істотне перевищення частоти одиничних і парних ацентричних фрагментів порівняно з контрольним рівнем виявлено в рослин сорту Бунчук, вирощених на Прилуцькій (Чернігівська обл.) (2,48 %), Тернопільській (Тернопільська обл.) (2,82 %), Вільшанській (Запорізька обл.) (2,37 %), Городенківській (Івано-Франківська обл.) (2,27 %), Слово-сербській (Луганська обл.) (2,02 %), Рівненській (Рівненська обл.) (2,83 %) сортодослідних станціях. Відношення фрагментів до мостів становило відповідно 5,2; 5,0; 29,0; 4,6; 7,0; 12,3. При цьому переважним типом аберацій у клітинах проростків насіння, отриманого з рослин, вирощених на території Івано-Франківської обл., були саме парні ацентричні фрагменти. Значне перевищення контрольних показників за частотою одиничних і парних ацентричних фрагментів виявлено також у меристематичних клітинах первинних коренів проростків рослин пшениці сортів Єдність і Подолянка, які зазнали впливу умов середовища території відповідно Тернопільської (2,86 %) і Рівненської (2,09 %) та Запорізької (2,37 %) і Луганської (1,11 %) областей. Водночас у контрольному варіанті в клітинах проростків сорту Подолянка знайдено виключно одиничні ацентричні фрагменти.



Множинні хромосомні аберації в клітинах кореневої меристеми озимої пшениці:

a — три ацентричних фрагменти; *б, в* — чотири ацентричних фрагменти; *г* — дицентричний міст та ацентричний фрагмент

Винятковою особливістю цитогенетичних порушень у меристематичних клітинах первинних коренів рослин пшениці сорту Єдність в умовах дії забруднень територій Чернігівської та Житомирської областей було істотне підвищення їх рівня внаслідок збільшення частоти дицентричних мостів і хромосом, що відстають. Одиначні дицентричні хромосоми вважають наслідком хроматидних транслокацій на стадіях S і G₂ інтерфази, тоді як подвійні мости виникають при міжхромосомних обмінах на стадії G₁ [1, 13].

Разом з тим дія чинників окремих досліджуваних регіонів призвела до розширення спектра хромосомних перебудов. Так, за вирощування рослин сорту Смуглянка в умовах Івано-Франківської та Дніпропетровської областей спектр цитогенетичних порушень розширився за рахунок хромосом, що відстають, які фіксувалися з частотою 0,10—0,13 %. Основою анеуплоїдії можуть бути епігенетичні пошкодження внутрішньоклітинних механізмів контролю ходу мітозу, що супроводжуються змінами кількості копій хромосом [6]. Вирощування озимої пшениці сорту Бунчук на територіях Чернігівської, Запорізької, Рівненської областей і сорту Єдність на території Житомирської області стало причиною появи мікроядер, частота яких становила відповідно 0,08—0,10 і 0,90 %. Частоту виникнення мікроядер можна використати для біоіндикації саме антропогенного забруднення середовища, бо такі порушення не успадковуються й не накопичуються в популяції [19]. Особливістю спектра типів хромосомних аберацій у меристематичних клітинах проростків пшениці сортів Подолянка і Бунчук, вирощених відповідно на Слов'яносербській (Луганська обл.) та Тернопільській (Тернопільська обл.) сортодослідних станціях, була поява як мікроядер, так і ацентричних кілець, а в обстежених клітинах рослин сорту Подолянка, вирощених на Андрушівській (Житомирська обл.) сортодослідній станції — триполюсного мітозу.

Серед досліджених зразків виявлено випадки індукування клітин із множинними абераціями — зокрема це ацентричний фрагмент і дицентричний хромосомний чи хроматидний міст, парні ацентричні фрагменти і хромосома, що відстає, дицентричний хроматидний міст і хромосома, що відстає, дицентричний хроматидний міст і мікроядро, клітини з трьома й чотирма ацентричними фрагментами (див. рисунок). Цим показником переважно характеризувались абераційні клітини рослин сортів Смуглянка, Бунчук і Єдність, вирощених на Тернопільській (Тернопільська обл.), Городенківській (Івано-Франківська обл.), Андрушівській (Житомирська обл.) та Слов'яносербській (Луганська обл.) сортодослідних станціях.

Отже, за результатами цитогенетичного аналізу меристематичних клітин первинних коренів проростків озимої пшениці встановлено, що рівень хромосомних аберацій, індукований чинниками навколишнього середовища різних еколого-географічних регіонів України, перевищує контрольні показники в 2,5—4,2 рази. Мутагенне забруднення територій Житомирської, Чернігівської, Дніпропетровської, Луганської, Запорізької, Рівненської, Івано-Франківської і Тернопільської областей навіть через 19 років після початку досліджень щодо регіонального визначення спонтанного рівня хромосомних мутацій в озимої пшениці залишається визначальним чинником високої частоти цитогенетичних порушень. Підвищення частоти хромосомних аберацій здебільшого супроводжується зростанням кількості одиничних і парних ацентричних фрагментів та меншою мірою — дицентричних мостів. За умов посиленого мутаційного фону спектр типів аномалій мітозу і хромосомних аберацій розширюється та включає хромосоми, що відстають, мікроядра й ацентричні кільця. Регіони зі стабільно високим рівнем спонтанних цитогенетичних порушень потребують розробки системи подальших моніторингів локального характеру, які дадуть змогу визначити мережу районів найвищої генетичної небезпеки забруднень мутагенними чинниками.

1. Бариляк І.Р., Дьоміна Е.А. Біологічна індикація та дозиметрія за частотою нестабільних аберацій хромосом у лімфоцитах людини // Цитология и генетика. — 2004. — 38, № 1. — С. 72—85.
2. Биттуева М.М., Абилов 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.
3. Боднар Л.С., Мацяк А.В., Беляева В.В. Моніторинг генотоксикологічного забруднення деяких чинників навколишнього середовища / В.В. Моргун // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — С. 219—225.
4. Болтина И.В. Использование показателя «частота абераций хромосомных» при формировании групп риска относительно онкологических заболеваний // Цитология и генетика. — 2007. — 41, № 1. — С. 66—74.
5. Вавилов Н.И. Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии: Избр. тр. В 5 т. — М.; Л.: Наука, 1968. — С. 51—57.
6. Глазко Т.Т. Дестабілізація хромосомного апарату в різних таксонах тварин як показник екологічних змін: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. — Київ, 2001. — 32 с.
7. Дружинин В.Г. Количественные характеристики частоты хромосомных абераций в группе жителей крупного промышленного региона западной Сибири // Генетика. — 2003. — 39, № 10. — С. 1373—1380.
8. Кашипаров В.А., Лазарев Н.М., Полищук С.В. Проблемы сельскохозяйственной радиологии в Украине на современном этапе // Агроекол. журн. — 2005. — № 3. — С. 31—41.
9. Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
10. Корсун С.Г., Давидюк Г.В., Козерецька І.А. та ін. Вплив важких металів на продуктивність, якість та генетичну активність сої // Агроекол. журн. — 2005. — № 4. — С. 37—40.
11. Кравец А.П., Гатилова Г.Д., Гродзинский Д.М. Динамика образования цитогенетических аномалий в меристеме проростков при хроническом облучении семян // Радиационная биология. Радиозкология. — 2008. — 48, № 3. — С. 313—317.
12. Любимова Н.Е., Воробцова И.Е. Влияние возраста и низкодозового облучения на частоту хромосомных абераций в лимфоцитах человека // Там же. — 2007. — 47, № 1. — С. 80—85.
13. Мазник Н.А. Роль факторов нерадиационной природы в формировании цитологических эффектов у эвакуантов из 30-км зоны Чернобыльской АЭС // Цитология и генетика. — 2004. — 38, № 6. — С. 33—44.
14. Манина В.И., Дружинин В.Г. Геномные дозы активных генов рРНК у рабочих коксохимического производства // Генетика. — 2004. — 40, № 12. — С. 1702—1708.
15. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутаційна селекція пшениці. — Київ: Наук. думка, 1995. — 624 с.

16. Моргу́н В.В., Якимчук Р.А. Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. — К.: Логос, 2010. — 400 с.
17. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.
18. Пілінська М.А., Дибський С.С. Спонтанний рівень аберацій хромосом, встановлений в лімфоцитах периферичної крові осіб різного віку за допомогою методу FISH // Цитология и генетика. — 2004. — 38, № 4. — С. 62—66.
19. Померанцева М.Д., Рамая Л.К., Рубанович А.В. и др. Генетические последствия повышенного радиационного фона у мышевидных грызунов // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2006. — 46, № 3. — С. 279—286.
20. Прістер Б.С. Проблеми радіаційного захисту населення на територіях, забруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС // Вісн. НАН України. — 2011. — № 4. — С. 3—11.
21. Програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної політики з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на період до 2010 року в новій редакції. — Полтава: Полтавський літератор, 2007. — 162 с.
22. Ревега О.М., Фітель Н.М., Бондар Л.С., Козуб Ю.Б. Доцільність використання природних сорбентів для зняття мутагенності рідких фторорганічних відходів виробництва мономера ФС-141 // Цитология и генетика. — 2005. — 39, № 1. — С. 34—40.

Отримано 17.02.2015

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОНТАННОГО УРОВНЯ МУТАЦИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ УКРАИНЫ

Р.А. Якимчук, В.В. Моргу́н

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Проведен цитогенетический анализ меристематических клеток образцов озимой пшеницы, выращенной в разных эколого-географических регионах Украины. Выявлены отдельные территории, на которых частота хромосомных aberrаций превышает контрольные показатели в 2,5—4,2 раза. Повышение уровня хромосомных нарушений преимущественно сопровождается возрастанием количества одиночных и парных ацентрических фрагментов и, в меньшей степени, дицентрических мостов. В условиях повышенного мутационного фона спектр типов аномалий митоза и aberrаций хромосом расширился и включал отстающие хромосомы, микроядра, ацентрические кольца. Регионы со стабильно высоким уровнем спонтанных цитогенетических нарушений требуют разработки системы дальнейших мониторингов локального характера, которые бы дали возможность определить сеть районов самой высокой генетической опасности загрязнений мутагенными факторами.

CYTOGENETIC EVALUATION OF SPONTANEOUS MUTATION LEVEL OF WINTER WHEAT IN DIFFERENT ECOLOGIC-GEOGRAPHIC REGIONS OF UKRAINE

R.A. Yakymchuk, V.V. Morgun

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

A cytogenetic analysis of meristem cells of winter wheat samples grown in different ecologic-geographic regions of Ukraine was made. Some territories where the frequency of chromosome aberrations exceeded control indices by 2.5—4.2 times were identified. The increase of chromosome disorders was mostly followed up by an enhanced number of single and pair acentric fragments and to a lesser extent by dicentric bridges. In case of increased mutative level, the spectrum of the types of mitosis anomalies and chromosome aberrations expands, and it includes lagging chromosomes, micronuclei and acentric rings. The areas with consistently high level of spontaneous cytogenetic disorders require the development of a system of further local monitoring which will help to determine the range of the territories with the highest genetic hazard of mutagenic factor contamination.

Key words: *Triticum aestivum* L., cytogenetic disorders, chromosome aberrations, mitosis anomaly, mutagenic activity.