

ФОРМОТВОРЧА АКТИВНІСТЬ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА КЛІТИННОМУ РІВНІ ЗА ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ

О.О. ІЖБОЛДІН,

старший викладач кафедри рослинництва

<https://orcid.org/0000-0002-8076-7206>

М.М. НАЗАРЕНКО,

завідуючий, професор кафедри селекції і насінництва

<https://orcid.org/0000-0002-6604-0123>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: izhboldin.o.o@gmail.com

Т.Ю. ЛИХОЛАТ,

доцент кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології

<https://orcid.org/0000-0002-5076-0572>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

E-mail: lyktata89@ukr.net

Анотація. Метою проведених дослідів було показати цитогенетичну активність широкого спектру доз іонізуючого опромінення деяких генотипів пшениці м'якої на рівні хромосомного апарату клітини. У дослідженні використовували насіння сортів пшениці озимої Подільська та Смулянка, опромінені гамма-променями в дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контролем було насіння без обробки.

На основі даних цитологічного аналізу досліджені частоти і спектри хромосомних аберацій після впливу гамма-променів. Враховувалась загальна кількість мітозів (у відповідній фазі), знайдене в препаратах (20 - 25 препаратів по кожному варіанту), кількість клітин з хромосомними порушеннями та відсоток таких клітин (від кількості мітотичних), частоти типів хромосомних аберацій (від загального числа клітин з перебудовами). Вибірка становила приблизно 500 - 1000 клітин за кожним дослідженим варіантом.

Сорт Смулянка суттєво менш стабільний щодо сорту Подільська на цитогенетичному рівні, з наявністю суттєвих відмінностей у разі взаємодії в системі генотип-мутаген для гамма-променів. Кількість хромосомних перебудов лінійно зростає при дії гамма-променів до 200 - 250 Гр., де починається суттєве падіння зі стабілізацією на нижчому рівні при дозах 250 - 300 Гр. Виявлено, що доза мутагену є суттєво більш значущим чинником впливу, але й природа генотипу теж біла суттєвою. Значущими параметрами мінливості є загальна частота хромосомних аберацій, частота мікроядер та відстаючих хромосом, частота

мостів, частота комплексних перебудов. Співвідношення фрагментів до мостів стандартне для гамма-променів. Передбачено більш високий рівень мінливості в наступних покоління для сорту Смоглянка, можливість відмінностей за спектром змін в наступних поколіннях для дії гамма-променів.

Ключові слова: пшениця м'яка, іонізуюче опромінювання, цитогенетична активність, хромосомні перебудови

Актуальність.

Цитогенетична варіативність матеріалу та її показники на рівні окремих типів хромосомних перебудов є надійними параметрами ідентифікації факту мутагенної дії, природи певного чинника і також досліджується як параметр генетично зумовленої стійкості до дії екогенетичних чинників, що спричиняють структурні мінливості рослинного матеріалу [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У сучасній екологічній генетиці та генотоксикології використовуються дослідження не лише наслідків на рівні рослини загалом у разі оцінки мінливості активності окремих чинників спадкової мінливості. Як правило, більш об'єктивними показниками початку мінливості є зміни на рівні хромосомного апарату клітини. Цитогенетичні дослідження можна виділити як невід'ємну частину експериментів, пов'язаних з вивченням першого покоління рослин, уражених відповідним чином.

Основним біомаркером прояву природи впливу різноманітних агентів на живий організм на клітинному рівні вже досить давно визначені хромосомні аберації. На ріст і розвиток рослин впливають численні структурні аберації. Рівень спонтанних

хромосомних аберацій для будь-якої живої істоти зазвичай досягає 0,6%, але це сильно залежить від структури геному. Хромосомний аналіз спонтанних аберацій показує, що майже в 50% випадків загибель ембріонів відбувається через них. Багато спадкових змін безпосередньо пов'язані з ділянками хромосом, для яких характерна висока ймовірність таких змін. Сучасні дослідження показують високий рівень зв'язку між частотою спонтанних хромосомних аберацій у популяції та рівнем мутації. Ці спостереження підкреслюють важливість розуміння механізмів, залучених до виникнення хромосомних перебудов. [3].

Зміни в структурі й кількості хромосом можуть бути спричинені як зовнішніми, так і внутрішніми чинниками. Хромосомні зміни, що призводять до мутацій, уперше були описані в роду *Oenothera*. Подальші дослідження деяких видів рослин показали, що ці зміни є складним набором транслокацій. Але ще раніше дослідження інших об'єктів показали, що інші типи змін (зокрема, парацентричні інверсії) досить часто є більш вірогідними причинами спадкових змін, ніж набагато більш рідкісні транслокації, хоча для культурних рослин цей тип змін більш перспективний. Уже на ранніх етапах досліджень стало зрозуміло, що хромосомні аберації відіграють істотну роль в еволюції живих організмів.

Вивчення хромосом рослин у пахітені дало змогу встановити, що такі види перебудов, як делеції, дуплікації, інверсії та транслокації, мають складний і комплексний характер [4, 5].

Два явища безпосередньо пов'язані з індукцією хромосомних аберацій, так звана адаптивна відповідь і нестабільність геному. Адаптивну реакцію вперше було продемонстровано на мутаціях у бактерій, а пізніше таке ж явище було виявлено в інших об'єктах. Особливо це характерно для фізичних мутагенів. Хоча існують гіпотези щодо механізмів цього явища, остаточного обґрунтування цього ефекту немає [9]. Що стосується нестабільності геному, то тут є феномен, який безпосередньо пов'язаний з природою генотипу конкретної особини, очевидно, з наявністю високо-варіабельних локусів. Механізм явища не зовсім зрозумілий, оскільки він не пояснюється жодними з основних принципів радіобіології та генотоксикології, такими як залежність від дози (концентрації), природа мутагену або взаємодія мутагену та генотипу [6-7].

Рослини як об'єкт цього виду досліджень, на відміну від інших модельних об'єктів, дають змогу вивчати типи та частоти хромосомних перебудов безпосередньо під час першого після обробки мітотичного поділу [8]. Вважають, що основними чинниками, що впливають на залежність реакції від дії мутагену, є різниця в генотипі вихідної форми, розмір хромосом, активність систем репарації і тривалість мітотичного циклу [10]. Крім того, генетична активність злаків буквально кілька разів змінюється залежно від наявності відповідних систем генетичної стійкості, з яких на цей момент відомо лише кілька основних [1].

Метою досліджень завжди було встановити наслідки дії чинника на рівні рослинної клітини для порівняння зі звичайними чинниками навколишнього середовища та хімічними агентами, встановити мінливість деяких параметрів, можливості моделювання та прогнозування процесу та придатність класичних методів у вивченні мутаційної активності [3].

Мета. Виявити параметри цитогенетичної активності при ініціації перебудов на клітинному рівні залежно від дози гамма-променів та генотипу суб'єкту дії.

Матеріали і методи дослідження.

У дослідах використовувалося насіння сортів пшениці озимої місцевої селекції Поділька та Смуглянка, опромінені гамма-променями в дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контролем слугувало сухе насіння. Дози гамма-променів загальноновживані [10].

Опромінення сухого насіння здійснювали на гамма-установці центра з ядерних досліджень та тренувань відділу експериментального мутагенезу ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Сейберсдорф), гамма-променями радіоактивного ізотопу Co_{60} , потужність установки 0,048 Гр/с. Насіння отримано на кафедрі селекції і насінництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Після обробки мутагенами насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері в термостаті за температури +25 °C [9].

Потім центральні корінці довжиною 0,8-1,0 см фіксували у фіксаторі Кларка, який складається з 3 частин 96 % спирту і 1 частини оцтової кис-

лоти, протягом 24 годин. Фіксований матеріал зберігали в 70 % спирті при температурі +2 °C у холодильнику. За кожним варіантом фіксувалося 25-30 корінців. Цитологічні аналізи виконували на тимчасових давлених препаратах, пофарбованих ацетокарміном. Проводили мацерацію тканин 45 % розчином оцтової кислоти. Препарати готували згідно з методикою [5]. Решту корінців зберігали в 70 % спирті в холодильнику.

Хромосомні перебудови можна вивчати в анафазі або пізньої метафазі мітозу. З огляду на кількість фіксованих перебудов перевагу має саме перший варіант. За допомогою цього методу фіксували поодинокі й парні фрагменти, хромосомні одинарні та подвійні мости, мікроядра та відстаючі хромосоми, підраховували співвідношення мості до фрагментів та наявність клітин з комплексними перебудовами [10].

Препарати, збільшені в 600 разів, розглядали у світловий мікроскоп Micromed XS-3330 з камерою 5M. Вибірка становила приблизно 600 - 1000 клітин за кожним дослідженням варіантом.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за факторним

аналізом ANOVA (достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Фішера), дискримінантним аналізом (вага певних параметрів, їхня значущість. Використовували стандартний пакет програми Statistica 10.0 [5].

Результати дослідження та їх обговорення.

У першій частині наших досліджень був проведений аналіз генеральної (загальної) частоти хромосомних перебудов в клітинах меристеми зародкових корінців пшениці озимої (біля 20-25 препаратів залежно від дози опромінення за кожним зразку), отримані дані щодо цитогенетичної активності у проростках зародкових корінців насіння у поколінні M1 наведені в таблиці 1.

Аналіз проводився (з огляду на поступове зростання та спад активності) у порівнянні попереднього варіанту з наступним за допомогою факторного аналізу. Перевірка на нормальність показала відповідність отриманих даних для даного типу параметричного дослідження.

Для обох сортів загалом частота хромосомних аберацій зростала зі зростанням дози зі статистичною до-

1. Частота хромосомних аберацій за дії іонізуючого опромінення

Варіант	Мітозів	Всього аберацій		Мітозів	Всього аберацій	
		шт.	%		шт.	%
	Подольянка			Смуглянка		
Контроль	1002	8	0,8±0,1	1014	16	1,58 ±0,6
Гамма-промені, 100 Гр	1017	57	5,6±1,0*	1007	81	8,1 ±0,8*
Гамма-промені, 150 Гр	1008	123	12,2±1,1*	1015	148	14,6±1,0*
Гамма-промені, 200 Гр	1012	211	20,9±1,4*	1009	234	23,2±0,9*
Гамма-промені, 250 Гр	718	101	14,1±1,3*	617	198	32,1±1,9*
Гамма-промені, 300 Гр	597	97	16,3±1,0	532	116	21,8±1,6*

* - різниця статистично достовірна при $P_{0.05}$

2. Спектр хромосомних аберацій у сорту Подолянка

Варіант	фрагменти (одинарні +подвійні)		мости (хромосомні + хроматидні)		Фраг- менти / мости	інші (мікроядра, відстаючі хромосоми)		дві і більш	
	шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Контроль, вода	4	50,0	3	37,5	1,3	1	12,5	1	12,5
гамма- промені, 100 Гр.	19	33,3	31	54,4	0,6	7	12,3	7	12,3
гамма- промені, 150 Гр.	36	29,3	69	56,1	0,5	18	14,6	21	17,1
гамма- промені, 200 Гр.	65	30,8	119	56,4	0,5	27	12,8	47	22,3
гамма- промені, 250 Гр.	34	33,7	51	50,5	0,7	16	15,8	52	51,5
гамма- промені, 300 Гр.	39	40,2	44	45,4	0,9	14	14,4	54	55,7

3. Спектр хромосомних аберацій у сорту Смуглянка

Варіант	фрагменти (одинарні +подвійні)		мости (хромосомні + хроматидні)		Фраг- менти / мости	інші (мікроядра, відстаючі хромосоми)		дві і більш	
	шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Контроль, вода	8	50,0	8	50,0	1,0	0	0,0	2	12,5
гамма- промені, 100 Гр.	25	30,9	43	53,1	0,6	13	16,0	11	13,6
гамма- промені, 150 Гр.	34	23,0	76	51,4	0,4	38	25,7	29	19,6
гамма- промені, 200 Гр.	61	26,1	132	56,4	0,5	41	17,5	52	22,2
гамма- промені, 250 Гр.	75	37,9	84	42,4	0,9	39	19,7	52	26,3
гамма- промені, 300 Гр.	41	35,3	49	42,2	0,8	26	22,4	43	37,1

створістю до рівня 250 Гр для сорту Подолянка, за досягнення якого почала радикально знижуватися через

високу елімінацію клітин, у випадку сорту Смуглянка зниження відбувалося за дози 300 Гр, що може свід-

чити про більш високу генетичну-зумовлену стійкість до дії іонізуючого опромінення.

У контролі вищу мінливість демонстрував (був менш стабільним) сорт Смогльянка, що загалом відповідає раніше проведеним дослідженням, коли сорт Подольанка характеризується високим рівнем екогенетичної стабільності за дії будь-яких, навіть комплексних, чинників.

За дози 100 Гр спостерігаємо статистично значуще зростання частоти аберацій до 5,6 % у сорту Подольанка та 8,1 % у сорту Смогльянка, тобто у другого генотипа зростання дози суттєво випереджає перший. За дії 150 Гр знов відбувається лінійне зростання частоти перебудов майже вдвічі, різниця між сортами поступово зменшується.

За опромінення дозою 200 Гр частота суттєво збільшується, особливо у сорту Смогльянка, причому інтервал між генотипами зостається приблизно тим же самим. За дії ж дози 250 Гр картина суттєво змінюється – якщо у сорту Смогльянка знову суттєве зростання, то у сорту Подольанка доволі велика частина клітин елімінує та кількість хромосомних перебудов падає до рівня приблизно 150 Гр. При дозі 300 Гр частота у сорту Подольанка зростає незначно, у сорту Смогльянка відбувається дуже різке падіння частоти приблизно до рівня 200 Гр. Отримані дані свідчать про доволі складну та неоднозначну картину дії, але загалом можна сказати, що сорт Подольанка має генетично-зумовлену нижчу ступінь варіативності.

За розгляду спектру аберацій (відповідно таблиці 2 та 3 для Подольанки та Смогльянки) знаходимо в наявності такі типи як одинарні і множинні фрагменти, хроматидні і хромосомні

мости, мікроядра, що відстають хромосоми. Окремо виділені клітини з множинними перебудовами, розраховане відношення фрагментів до мостів.

Для обох сортів за дії іонізуючого опромінення характерна перевага хромосомних перебудов за типом «мост» над фрагментами (фрагменти та, особливо подвійні фрагменти є більш характерними для швидких нейтронів та хімічних речовин), хоча в сорту Подольанка картина менш чітка за високих доз радіації. Переважна кількість перебудов припадає саме на мости та фрагменти, але кількість інших типів аберацій теж поступово зростає та є доволі значущою (до 15 % у сорту Подольанка та 22 % у сорту Смогльянка від загальної кількості перебудов).

На відміну від інших типів перебудов, частка комплексних продовжує зростати при високих дозах (250 та 300 Гр.), що свідчить про більш складний характер їхньої дії, частота мікроядер та відстаючих хромосом не завжди зростає у разі зростання дози особливо для сорту Смогльянка.

В обох сортів за дії всіх доз гамма-променів співвідношення фрагментів до мостів нижче одиниці (тобто на користь мостів), однак для сорту Подольанка характерно менш значуще переважання мостів, особливо у разі досягнення доз в 250- 300 Гр. Також для цього сорту характерна наявність меншого числа мікроядер і відстаючих хромосом, значущо меншої кількості клітин із комплексними (множинними) аберацією та загалом сорт є більш стабільним.

За результатами дискримінантного аналізу (таблиця 4) встановлено значимість окремих показників аналізу хромосомних перебудов - показ-

4. Ефективність впливу окремих параметрів за дискримінантною функцією та надійність класифікації об'єктів за канонічними коренями

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,11)	p-level	Подоянка	Смуглянка
Загальна частота перебудов	0,47	11,04	0,00	80,00	100,00
Фрагменти (одинарні + подвійні)	0,17	4,03	0,06	60,00	20,00
Мости (хромосомні + хроматидні)	0,51	14,16	0,01	100,00	100,00
Мікроядра, відстаючі хромосоми	0,21	4,19	0,04	40,00	80,00
Комплексні перебудови	0,26	5,73	0,03	80,00	100,00

ники загальної частоти перебудов, наявності мостів і фрагментів завжди в моделі, для обох сортів в моделі також показник кількості клітин з множинними абераціями (тобто вони теж відносяться в динаміці до тих, що лінійно зростають з підвищенням дози гамма-променів).

Також до них додається параметр наявності мікроядер та відстаючих хромосом, що є принципово новим. Даний параметр є модельним переважно для сорт Смуглянка.

За результатами двофакторного аналізу за схемою дисперсійного (табл. 4) доведено, що спостерігався вплив чинника «доза мутагену» на параметр загальною частоти хромосомних перебудов в обох сортів. Він був основним у диференціації за ступенем цього параметру. Чинник «ге-

нотип» теж суттєво вплинув на частоту хромосомних аберацій (значення критерію Фішера перевищує критичне, але не так значно).

Отже, за загальною частотою аберацій за взаємодії за схемою генотип вихідною форми – доза мутагену (гамма-променів) виявлено значущу сортову специфіку. Отже, можна передбачати порівняно суттєву різницю за частотами мутацій в наступних поколіннях за даними суб'єктами, але також можливі часткові відмінності у спектрі мутацій.

Факторний аналіз (таблиця 6) показав що генотип суб'єкту мутагенної дії має доволі суттєве значення для показників загальна частота аберацій, частота мостів та наявності комплексних перебудов, проте більш значущим усе ж таки був чинник дози

5. Результати факторного (дисперсійного) аналізу за загальною частотою хромосомних аберацій

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	F _{критичне}
Доза опромінення	51919,67	5	10383,93	20,12	0,01	5,05
Генотип	3201,33	1	3201,33	12,20	0,02	6,61
Похибка	2580,67	5	516,133			
Всього	57701,67	11				

6. Результати факторного аналізу (varimax raw)

Параметр	Генотип сорту	Доза
Загальна частота перебудов	0.928914	-0.965641
Фрагменти (одинарні + подвійні)	0.423999	-0.216649
Мости (хромосомні + хроматидні)	0.897004	0.987001
Мікроядра, відстаючі хромосоми	-0.453330	-0.756500
Комплексні перебудови	-0.723344	0.875722
Загальна дисперсія	2.454890	2.933741
Доля загальної дисперсії	1.175640	0.435401

гамма-променів, що був істотним за впливом також для такої ознаки цитогенетичної активності як наявність мікроядер та відстаючих хромосом, що фіксується вперше.

Доведено на прикладі двох сортів пшениці м'якої озимої, що основні показники цитогенетичної активності при опроміненні гамма-променів залежать як від дози обробки, так й від генотипу суб'єкту мутагенної дії (єдине виключення параметр наявності фрагментів та подвійних фрагментів). У даному випадку відмінності реакції генотипу несуттєві, гамма-промені як і в попередніх дослідженнях [5, 6] більш індукують мости та подвійні мости, ніж фрагменти. Відмінності в генотипах проявляються переважно у співвідношенні фрагментів і мостів (менш чіткому у сорту Подолянка), наявності клітин з комплексними абераціями, іншими типами перебудов (мікроядра, відстаючі хромосоми) за високих доз.

Висновки і перспективи.

Можна зробити висновок, про нижчий рівень генетично-обумовленої стабільності сорту Смуглянка щодо сорту Подолянка залежно від параметрів цитогенетичної активності, з наявністю значущих ефек-

тів за взаємодії в системі генотип суб'єкту обробки – доза іонізуючого опромінення. Кількість хромосомних перебудов лінійно зростає за дії гамма-променів до 200 Гр. (Подолянка та 250 Гр. (Смуглянка), де починається суттєве падіння зі стабілізацією на нижчому рівні за дії високих доз (відповідно 250 та 300 Гр.). Виявлено, що й доза іонізуючого опромінення і генотип суб'єкту мутагенної дії є значущими чинниками для показників цитогенетичної мінливості для обох сортів, хоча суттєво вищу міндивістність показує сорт Смуглянка. Значущими параметрами мінливості на рівні клітинного апарату є загальна частота хромосомних аберацій, частота мостів, наявність мікроядер та відстаючих хромосом, частота комплексних перебудов. Не в моделі була лише кількість фрагментів, але навіть цей параметр дає змогу класифікувати об'єкти, що належать до генотипу Подолянки. Співвідношення фрагментів до мостів відповідає закономірностям, що властиві для дії гамма-променів, з меншою ідентифікаційною здатністю для сорту Подолянка, для якого характерна не така чітка роль переваги наявності фрагментів над мостами за високих доз. Показано, що сорт Смуглянка може бути більш перспективним з огляду

на мінливість у наступних поколіннях у порівнянні з більш стабільним сортом Полянка. Водночас, вирощування сорту Подольнка є більш обґрунтованим у зонах із підвищеним радіаційним фоном та цей генотип показує свою високу стабільність.

References

1. Fathin, T., Hartati, S., & Yunus, A. (2021). Diversity induction with gamma ray irradiation on *Dendrobium odoardi* orchid. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 637. 012035. doi: 10.1088/1755-1315/637/1/012035
2. Holme, I., Gregersen, P., & Brinch-Pedersen, H. (2019). Induced genetic variation in crop plants by random or targeted mutagenesis: convergence and differences. *Frontiers in Plant Science*, 10. 1468. doi: 10.3389/fpls.2019.01468
3. Nazarenko M. (2016) Characteristics of action of nitrosoalkylureas on cell level in winter wheat. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 24(2), 258–263. doi:10.15421/011632
4. Nazarenko M.M. & O. O. Izboldin (2017) Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells. *Biosystems Diversity*. 25(1). 25–28. doi: 10.15421/011704
5. Nurmansyah, S., Alghamdi, S., Hussein, M., & Farooq, M. (2018). Morphological and chromosomal abnormalities in gamma radiation-induced mutagenized faba bean genotypes. *International Journal Radiation Biology*, 94(2). 174-185. doi: <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1409913>
6. Nikolova, I., Georgieva, M., Kruppa, K., Molnor-Long, M., Liu, L., Manova, V., & Stoilov, L. (2015). Cytogenetic effects in barley root apical meristem after exposure of dry seeds to lithium ion beams. *Genetics and Plant Physiology*, 5, 3–9. http://www.bio21.bas.bg/ippg/bg/wp-content/uploads/2015/04/GPP_5_1_2015_03-09.pdf
7. Oney-Birol, S. & Balkan, A. (2019). Detection of Cytogenetic and Genotoxic Effects Of Gamma Radiation on M1 Generation of Three Varieties of *Triticum aestivum* L., *Pakistan Journal of Botany*, 51(3), 887–894. doi: 10.30848/PJB2019-3(48)
8. Shu, Q.Y., Forster, B.P. & Nakagawa, H., (2013). *Plant mutation breeding and biotechnology*. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.
9. Spencer-Lopes, M.M., Forster, B.P. Jankuloski L. (2018). *Manual on mutation breeding*. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
10. Yali, W., & Mitiku, T. (2022). Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10(2), 64–70. doi: 10.11648/j.jps.20221002.13

Izboldin O.O., Nazarenko M.M., Lykholat T.Y. (2022).

FORMATIVE ACTIVITY UNDER THE ACTION OF IONIZING RADIATION FOR WINTER WHEAT AT THE CELL LEVEL.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 24-33.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/16699>

[https://doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2022.002](https://doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2022.002)

Abstract. The purpose of the conducted experiments was to show the cytogenetic activity of a wide range of doses of ionizing radiation in individual genotypes of common wheat at the level of

the chromosomal apparatus of the cell. In the study, seeds of winter wheat varieties Podolyanka and Smuglyanka were used, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy. The control was seeds without treatment.

Based on the data of cytological analysis, the frequencies and spectra of chromosomal aberrations after exposure to gamma rays were studied. The total number of mitoses (in the corresponding phase) found in the preparations (20-25 preparations for each variant), the number of cells with chromosomal abnormalities and the percentage of such cells (from the number of mitotic), the frequency of chromosomal aberrations (from the total number of cells with rearrangements). The sample was approximately 500 - 1000 cells for each study variant.

Variety Smuglyanka is significantly less stable compared to the variety Podolyanka at the cytogenetic level, with the presence of significant differences in the interaction of the genotype-mutagen system for gamma rays. The number of chromosomal rearrangements increases linearly under the influence of gamma rays up to 200-250 Gy, where a significant drop begins with stabilization at a lower level at doses of 250-300 Gy. It was found that the dose of the mutagen is a significantly more significant factor of influence, but the nature of the genotype is also important. Significant variability parameters are the total frequency of chromosomal aberrations, the frequency of micronuclei and lagging chromosomes, the frequency of bridges, and the frequency of complex rearrangements. The ratio of fragments to bridges is standard for gamma rays. A higher level of variability in subsequent generations is foreseen for the variety Smuglyanka, the possibility of differences in the spectrum of changes in subsequent generations due to the action of gamma rays.

Key words: *bread wheat, ionizing radiation, cytogenetic activity, chromosomal rearrangements.*
