

МУТАГЕННА ДЕПРЕСІЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ПРИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ**М. М. НАЗАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, доцент*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

E-mail: nik_nazarenko@ukr.net

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара***В. М. САВОСЬКО**, кандидат біологічних наук, доцент*Криворізький державний педагогічний університет*<https://doi.org/>

Анотація. Метою наших досліджень було виявити особливості депресивних наслідків післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої французької селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності. Досліджено показники схожості та виживання, проходження основних фаз онтогенезу у рослин пшениці озимої сортів французької селекції (*Courtiot* та *Gallixe*) у першому поколінні. Встановлено вплив мутагенної депресії на показники структури врожайності (морфометрію стиглих рослин) та встановити рівень їх мінливості. У 2019 - 2020 рр. досліді проводились на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У досліді використовувалося насіння сортів *Courtiot* та *Gallixe*, опромінене гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухе насіння. Сорт *Gallixe* можна віднести до стійких до дії гамма-променів, сорт *Courtiot* до високосенситивних. Показники схожості та виживання прямо корелювали з зростанням дози, причому доза 200 Гр вже була напівлетальною, доза 250 Гр. для сорту *Courtiot* сублетальною, доза 300 Гр. цілком летальною, для сорту *Gallixe* сублетальною була доза 300 Гр. при котрій майже не отримано рослинного матеріалу. Надійно відтворюють картину мутагенної депресії такі показники як висота рослин, вага зерна з головного колосу та маса тисячі зерен, частково (крім доз 100-150 Гр) вага зерна з рослини. На депресію сорту доза мутагену впливає більше, ніж генотип сорту, показник висота рослини чітко демонструє мутагенну депресію. За результатами факторного та дискримінантного аналізу як показники на котрі впливає генотип-мутагенна взаємодія варто використовувати схожість та виживання, стерильність пилку, висоту рослин, вагу зерна з колосу, масу тисячі зерен. Оптимальними, з огляду на подальше використання для отримання мутацій, є дози 100 – 200 Гр., можливе використання дози 250 Гр. для сорту *Gallixe*.

Ключові слова: озима пшениця, гамма-промені, депресія, мутагенез

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Актуальність. Вплив фізичних мутагенів на ріст та розвиток рослинних організмів зазвичай не є позитивним та виражається у порушенні нормальних процесів онтогенезу, сповільненні проходження фаз розвитку, більш пізньому їх настанні порівняно з контролем, зниженні схожості, виживання рослин, фертильності, прояву різних морфозів [10, 11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Назву мутагенної депресії отримало явище різкого зниження життєздатності у першому поколінні [3]. Існує значна кількість параметрів, за котрими можна моніторити її ступінь, але найбільш широко вживаними є схожість та виживання (останнє особливо важливе для озимих культур), стерильність – фертильність пилкових зерен, морфометрія 10-денних проростків, показники структури врожайності, загальна біологічна та господарська продуктивність рослинних організмів. Ці показники частково дублюються, а окремі параметри залежно від об'єкта мутагенної активності та особливостей онтогенезу, мінливості ознаки не є надійними для повноцінної оцінки [1, 2].

Рівень мутагенної депресії повністю залежить, по-перше, від суб'єкта мутагенної дії та його фізіологічного стану. При використанні як суб'єкта сухого

насіння мутагенна депресія найнижча, для замоченого, проростків, пилку – висока. На це треба зважати, обираючи дозу мутагену. По-друге, від природи мутагену – гамма-промені, як і їх більшість, за своїми властивостями належить до групи з високими ступенем депресії [4, 5].

Мутагенна активність в першому поколінні проявляється переважно у зниженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних та фізіологічних пошкодженнях [6, 7].

При дії на насіння пшениці мутагенні чинники впливають насамперед на ті параметри, котрі починають формуватися в момент дії. Переважно мутагенні чинники виявляють депресивний вплив на ці показники, особливо при високих дозах [8]. Дослідження першого покоління генотипів є актуальними, оскільки саме депресія в першому поколінні визначає кількість отриманого матеріалу для вивчення мутаційної мінливості у подальшому, ідентифікує природу мутагенного чинника, пов'язана з частотою та спектром мутацій у подальших поколіннях та дає можливість добору домінантних мутацій [9, 10].

Мета. Виявити особливості депресії післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої французької селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності.

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Методи. В 2019 - 2020 рр. досліді проводились на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У дослідях використовувалося насіння французьких сортів Courtiot та Gallixe, опромінені гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - 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 від лабораторії екофізіології та біорізноманіття злаків (Клермон-Ферран, Франція) ІНРА (Інститут національних досліджень в агрономії, Франція).

Перше покоління M_1 сортів, що отримали мутагенну дію, висіяли вручну на 10-рядкових ділянках 1,5 м довжиною, у кожному варіанті 1000 зерен на ділянку. Контролем було насіння сортів, висіяне через кожні 10 рядків.

Протягом періоду вегетації 2019-2020 років були проведені обліки з виживання рослин і облік змінених

рослин, також у M_1 вивчався вплив мутагенів на висоту рослин та елементи структури урожаю (дібрано 50 рослин на структурний аналіз [1]). У варіантах з високими дозами та концентраціями мутагенів добирали матеріал за наявністю. У M_1 здійснювали облік польової схожості та виживання рослин. Польову схожість визначали через три тижні після посіву, коли виключалась ймовірність появи додаткових сходів із насіння із сильним гальмуванням проростання, методом суцільного підрахунку рослин у варіанті. Виживання рослин у M_1 визначали у відсотках кількості зібраних рослин від кількості рослин, що були посіяні. Такими, що вижили, вважали рослини, що дали хоча б один колос.

Стерильність пилку визначали фарбуванням ацетокарміном та спостереженням його інтенсивності у світловий мікроскоп. Усього проглядали не менше 25 препаратів.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом дисперсійного аналізу, достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Стьюдента. Використовували стандартний пакет програми Statistic 6.0 [14].

Результати. Параметри росту та розвитку рослин у M_1 наведені в таблиці 1.

1. Схожість та виживання M₁ рослин

Варіант	Схожість		При відновленні вегетації	
	шт.	%	шт.	%
Courtiot, контроль	984±12	98,4±1,2	978±12	97,8±1,2
Courtiot, 100 Гр	780±15*	78,0±1,5*	742±15*	74,2±1,5*
Courtiot, 150 Гр	742±14*	74,2±1,4*	711±16*	71,1±1,6
Courtiot, 200 Гр.	311±20*	31,1±2,0*	201±17*	20,1±1,7*
Courtiot, 250 Гр.	68±29*	6,8±2,9*	32±11*	3,2±1,1*
Courtiot, 300 Гр.	0	0	0	0
Gallixe, контроль	992±15	99,2±1,5	977±13	97,7±1,3
Gallixe, 100 Гр	871±16*	87,1±1,6*	859±15*	85,9±1,3*
Gallixe, 150 Гр	808±17*	80,8±1,7*	797±16*	79,7±1,6*
Gallixe, 200 Гр.	546±19*	54,6±1,9*	499±17*	49,9±1,7*
Gallixe, 250 Гр.	178±23*	17,8±2,3*	92±9*	9,2±0,9*
Gallixe, 300 Гр.	29±6*	2,9±0,6*	17±3*	1,7±0,3*

* - різниця статистично достовірна при P_{0,05}

При дії гамма-променів також спостерігалися затримки в розвитку рослин: у сортів Courtiot та Gallixe фаза колосіння настала на 3-4 дня пізніше, повна стиглість – на 4 дня при дозах 100 – 150 Гр. При дозі 200 Гр – на 6 днів. Фаза повної стиглості відповідно майже на тиждень та декаду. Багато рослин було недорозвинених, з численними морфозами, особливо при дозах вище 200 Гр. У контролі вихідний матеріал суттєво не розрізнявся за схожістю. При дії окремих доз знаходимо, що у випадку цих генотипів сорт Gallixe можна віднести до стійких до дії гамма-променів, сорт Courtiot до високосенситивних. Так, дія доволі помірної дози 200 Гр була напівлетальною за виживанням. Доза 250 Гр виявилась для першого сорту була сублетальною.

При визначенні генотип-мутагенної взаємодії знаходимо, що

сорт Gallixe був менш чутливим до дії гамма-променів в діапазоні 100 – 250 Гр, але при дії 300 Гр він також продемонстрував майже повну загибель. Для обох сортів летальною виявилась доза 300 Гр – при майже нульовій схожості. Щодо виживання, то для обох генотипів спостерігалась значна віддалена загибель внаслідок зимових умов, що була статистично достовірною, але у сорту Courtiot вона більш суттєва.

Таким чином, можна провести наступну класифікацію доз для генотипів французької селекції дози 100 – 200 Гр – оптимальні, доза 250 Гр – сублетальні та доза 300 Гр – летальна. Це досить чітко відрізняється від загальноживаної класифікації, де дози 100 – 150 Гр є помірними, 200-250 Гр високими та 300 Гр – сублетальними.

Крім показників схожості та виживання ключовою ознакою

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

розвитку рослин є проходження відповідних фаз (про що буде сказано далі) та здатність дати плодючих нащадків. З цього приводу оптимальним є контроль за життєздатністю пилкових зерен, що проводиться доволі простим методом прокрашування пилкових зерен та обліком наявності та кількості фертильних зерен при мікроскопуванні зразків.

У показника «фертильність пилку» (наведений у табл. 2)

2. Рівень фертильності у M_1 рослин

Варіант	Courtlot	Gallixe
Контроль	98,7	99,6
Гамма-промені, 100 Гр	86,7*	89,8*
Гамма-промені, 150 Гр	79,5*	82,3*
Гамма-промені, 200 Гр	60,6*	67,9*
Гамма-промені, 250 Гр	9,3*	18,8*
Гамма-промені, 300 Гр	--	0,5*

* - різниця статистично достовірна з попереднім варіантом при $P_{0,05}$

У контролі обидва сорти продемонстрували високий рівень фертильності, при дозі 100 Гр фертильність значимо знизилась, але поступово. Дія дози 150 Гр знов призвела до значимого зростання стерильності, що вже становила лише 80 відсотків від норми, доза 200 Гр призвела до формування фертильності на рівні 60 - 65 % від загальної кількості пилкових зерен. В усіх випадках сорт Gallixe демонстрував вищу стійкість до гамма-променів ніж сорт Courtlot як у випадку схожості та виживання. Для

кореляція між дозою гамма-променів та спадом фертильності на рівні – 0,94, тобто при підвищенні дози фертильність лінійно падала.

В цьому випадку фертильність поступово знижувалася при зростанні доз гамма-променів дози 200 Гр, після котрої відбулося стрімке падіння – тобто з огляду на цей тип моніторингу критичним є використання діапазону за 200 Гр, використання доз менших та рівних 200 Гр призводить до помірної втрати плодючості.

останнього доза 300 Гр викликала повну стерильність.

Однією з вагомих проблем, що істотно знижують кількість матеріалу для добору на ранніх ланках процесу генетичного поліпшення в експериментальному мутагенезі, є негативний вплив гамма-променів, особливо у високих дозах, на окремі ключові елементи структури врожайності.

Структура врожайності досліджена за 9 стандартними показниками, наведеними в таблиці 3. Показники «загальна кущистість», «продуктивна кущистість», «довжина

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М. ГОЛОВНОГО колосу», «кількість колосків з колосу», як правило, не знижувались із статистичною достовірністю при зміні дози. Звичайно, мутагенна депресія вплинула й на них, та значення будь-якого з цих показників при дії критичної або напівлетальної дози

значно відрізнялося від контролю. При цьому потрібно орієнтуватися на ознаки, які змінюються з кожною зміною дози, проте й за цими ознаками дози 100 та 150 Гр, 150 та 200 Гр здатні не відрізнятися одна від одної.

3. Основні показники структури врожайності M₁ сортів

Варіант	В	ЗК	ПК	ДГК	КК	ЗГК	ВЗГК	ВЗР	МТЗ
Courtlot, контроль	60,6	3,4	3,2	6,9	14,5	36,0	1,48	3,0	41,5
Courtlot, 100 Гр	55,2*	3,2	3,0	6,5	13,9	34,0	1,35	2,8	36,9*
Courtlot, 150 Гр	51,1*	3,2	3,0	6,3	13,8	33,0	1,11*	2,4*	32,7*
Courtlot, 200 Гр.	40,0*	2,8	2,6	6,0	10,1*	24,0*	0,91*	0,9*	20,2*
Courtlot, 250 Гр.	24,1*	1,0*	1,0*	3,9*	8,7*	3,0*	0,10*	0,1*	11,1*
Gallixe, контроль	75,2	3,1	3,0	8,8	22,2	41,0	1,79	4,9	53,1
Gallixe, 100 Гр	70,3*	3,1	3,0	8,4	20,9	38,0	1,49*	4,2	48,7*
Gallixe, 150 Гр	66,7*	3,0	2,9	8,2	19,7	35,0	1,26*	3,7	42,6*
Gallixe, 200 Гр.	60,2*	2,7	2,7	7,9	18,8	26,0*	0,87*	2,2*	35,7*
Gallixe, 250 Гр.	49,3	1,5	1,1	7,4	17,9	11,0*	0,31*	0,3*	22,0*

В - висота, см; ЗК- загальна кущистість; ПК- продуктивна кущистість; ДГК - довжина головного колосу, см; КК - кількість колосків, шт.; ЗГК - зерна з головного колосу, шт.; ВЗГК - вага зерна з головного колосу, г.; ВЗР - вага зерна з рослини, г.; МТЗ- маса тисячі зерен, г.

* - різниця з попереднім варіантом статистично достовірна при $P_{0,05}$

Ознака «висота рослин» при дії дози 100 Гр знижувалась статистично значуще порівняно з контролем у обох сортів. Те ж саме відбувалося при дії доз 150 – 250 Гр. Ознака загальна кущистість набагато менш варіативна та змінюється при зростанні дози лише у сорту Courtlot та лише при дії 250 Гр. При дії гамма-променів на ознаку продуктивна кущистість спостерігається фактично та ж сама картина. Щодо ознаки довжина колоса, то він варіативен лише при дії 250 Гр у Courtlot. Та ж сама картина спостерігається у

показника кількість колосків з головного колосу, тільки тут додається доза 200 Гр.

Така морфометрична ознака як кількість зерна з головного колосу варіює при дозах крім 200 - 250 Гр зі статистичною достовірністю та є досить чутливим показником мутагенної депресії лише при високих значеннях гамма-променів. Вага зерна з головного колосу варіює при всіх без виключення дозах (крім Courtlot 100 Гр) та повністю відповідає за мінливістю всім параметрам для надійного

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М. моніторингу депресійного впливу гамма-променів та ідентифікації факту мутагенної дії. Тобто фактично на одному рівні з показником висота рослини. Вага зерна з рослини дещо поступається попередньому показникові та відображає мутагенну депресію при дозах 100-150 Гр не завжди, МТЗ (маса тисячі зерен) достовірно змінюється при дії будь-якої дози мутагену в обох сортах та є надійним параметром мутагенної активності на рівні показників висота рослини та вага зерна з головного колосу.

4. Результати дискримінантного аналізу

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,02)	p-level
Висота, см	0,52	9,52	0,01
Загальна кущистість	0,04	0,67	0,37
Продуктивна кущистість	0,04	0,69	0,31
Довжина головного колосу, см	0,03	0,53	0,39
Кількість колосків, шт.	0,02	0,60	0,31
Зерна з головного колосу, шт.	0,17	3,28	0,03
Вага зерна з головного колосу, г	0,29	6,11	0,01
Вага зерна з рослини, г	0,20	4,12	0,06
МТЗ, г	0,47	9,17	0,01

За результатами двофакторного аналізу (табл. 5) доведено, що спостерігався вплив фактора «доза мутагену» на ознаки структури M_1 сортів – висота рослин, вага зерна з колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен. Він був основним у диференціації за ступенем мутагенної депресії. За результатами аналізу за фактором «генотип сорту» він вплинув на такі показники: висота

Таким чином, надійно відтворюють картину мутагенної депресії такі показники як висота рослин, вага зерна з головного колосу та МТЗ, частково (крім доз 100-150 Гр) вага зерна з рослини.

За інформативністю з варіювання щодо поступової зміни ознаки при зростанні дози мутагену можна виділити за дискримінантним аналізом (табл. 4) такі показники, як висота рослини, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Менш інформативні показники: вага зерна з рослини.

рослин, вага зерна з колосу, маса тисячі зерен.

Отже, на депресію сорту доза мутагену впливає більше, ніж генотип сорту, показник «висота рослини» чітко демонструє мутагенну депресію. Як показники мутагенної дії варто використовувати висоту рослин, вагу зерна з колосу, масу тисячі зерен, частково вагу зерна з рослини.

5. Результати факторного аналізу (varimax raw)

Parameter	Генотип сорту	Доза мутагену
Висота, см	0.799213	-0.954737
Загальна кущистість	0.313161	0.312326
Продуктивна кущистість	0.172219	0.104015
Довжина головного колосу, см	0.203473	0.115965
Кількість колосків, шт.	0.162016	0.014710
Зерна з головного колосу, шт.	0.230087	-0.251052
Вага зерна з головного колосу, г	0.724319	-0.865244
Вага зерна з рослини, г	0.454316	-0.665244
МТЗ, г	0.894319	-0.965244
Загальна дисперсія	2.334897	2.799411
Доля загальної дисперсії	0.527237	0.758626

Висновки і перспективи. Вища депресія за всіма дослідженими ознаками проявилась у сорту Courtiot, що свідчить про специфічність взаємодії депресійної активності гамма-променів з генотипами окремих сортів та складний характер розвитку депресивних наслідків на рівні організму. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії у M_1 поколінні рослин сортів пшениці озимої м'якої були: схожість та виживання рослин, фертильність пилку та такі показники структури врожайності, як висота рослин, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен, частково вага зерна з рослини. Генотипи сортів

французької селекції виявилися різними по відношенню до дії гамма-променів, що проявилось в більш високій чутливості у сорту Courtiot. Це показує їх кардинальні особливості при використанні як суб'єктів для мутаційної мінливості в майбутньому - оптимальним з огляду на подальше використання для отримання мутацій є дози 100 – 200 Гр., але для сорту Gallixe можливе використання дози 250 Гр. В подальшому планується дослідження частоти змін у другому поколінні та перевірка їх успадкування у третьому поколінні, визначення перспективних форм.

Список використаних джерел

1. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of *Prosopis juliflora* and *Dalbergia sissoo*: a step towards mutation breeding, *Journal of forest science*,

66, 80–88. doi: <https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS>.

2. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.

3. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086

4. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: <http://dx.doi.org/10.4171/2267-0412.100e108>.

5. Nazarenko M., Lykholat Y., Grigoryuk I. & Khromykh N., (2018). Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity, *Journal of Central European Agriculture*, 19(1), 194–205. doi: /10.5513/JCEA01/19.1.2037.

6 Nazarenko M., Beiko V. & Bondarenko M. (2019). Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure, *Agriculture and Forestry*, 65(3), 75–83. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.06.

7. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.

8. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava 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. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

References

1. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of *Prosopis juliflora* and *Dalbergia sissoo*: a step towards

mutation breeding, *Journal of forest science*, 66, 80–88. doi: <https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS>.

2. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.

3. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086

4. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: <http://dx.doi.org/10.4171/2267-0412.100e108>.

5. Nazarenko M., Lykholat Y., Grigoryuk I. & Khromykh N., (2018). Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity, *Journal of Central European Agriculture*, 19(1), 194–205. doi: /10.5513/JCEA01/19.1.2037.

6 Nazarenko M., Beiko V. & Bondarenko M. (2019). Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure, *Agriculture and Forestry*, 65(3), 75–83. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.06.

7. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.

8. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava 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. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

**WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) MUTATION
DEPRESSION UNDER GAMMA-RAYS ACTION****M. M. Nazarenko, Y. V. Lykholat, V. M. Savosko**

Abstract. The purpose of our investigation was to identify the features of the depressive effects of the aftereffect of different doses of gamma-rays on winter wheat varieties of local breeding in terms of germination, survival, morphometry, yield. The parameters of germination and survival, the passage of the main phases of ontogenesis in winter wheat plants of French varieties (Courtiot and Gallixe) at the first generation were studied. The influence of mutagenic depression on parameters of yield structure (morphometry of mature plants) was established and the level of their variability was estimated too. In 2019 - 2020, experiments were conducted in the research fields of the research center of the Dnieper State Agrarian and Economic University. The experiments used seeds of Courtiot and Gallixe varieties, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy. Control was dry seeds. The variety Gallixe can be classified as resistant to gamma-rays, the variety Courtiot was corresponded to high-sensitive. Parameter of germination and survival were directly correlated with increasing dose, with a dose of 200 Gy already semi-lethal, a dose of 250 Gy for variety Courtiot was sublethal, 300 Gy dose full-lethal, for the variety Gallixe sublethal was 300 Gy dose by which almost no plant material was obtained. Such parameters as plant height, weight of grain from the main spike and weight of thousand grains, partially (except for doses of 100-150 Gy) weight of grain from the plant reliably reproduce the mutagenic depression. Depression of the variety is affected by the dose of mutagen more than the genotype of the variety; the plant height parameter clearly demonstrates mutagenic depression. According to the results of factor and discriminant analysis as indicators affected by genotype-mutagenic interaction should be used germination and survival, pollen sterility, plant height, grain weight per spike, weight of thousand grains. Doses of 100 - 200 Gy are optimal for further use to obtain mutations; it is possible to use a dose of 250 Gy for the variety Gallixe.

Key words: winter wheat, gamma-rays, depression, mutagenesis

**МУТАГЕННАЯ ДЕПРЕССИЯ У ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (*TRITICUM
AESTIVUM* L.) ПРИ ДЕЙСТВИИ ГАММА-ЛУЧЕЙ****Н. Н. Назаренко, Ю. В. Лихолат, В. Н. Савосько**

Аннотация. Целью наших исследований было выявить особенности депрессивных последствий последствие различных доз гамма-лучей у сортов пшеницы озимой французской селекции по показателям всхожести, выживания, морфометрии, урожайности. Исследованы показатели всхожести и выживания, прохождение основных фаз онтогенеза у растений озимой пшеницы сортов французской селекции (Courtiot и Gallixe) в первом поколении. Установлено влияние мутагенной депрессии на показатели структуры урожайности (морфометрию зрелых растений) и установлен уровень их изменчивости. В 2019 - 2020 гг. опыты проводились на опытном поле научно-исследовательского центра Днепропетровского государственного аграрно-

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

экономического университета. В опытах использовались семена сортов Courtiot и Gallixe, облучённые гамма-лучами в дозе 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухие семена. Сорт Gallixe можно отнести к устойчивым к действию гамма-лучей, сорт Courtiot к високосенситивным. Показатели всхожести и выживания прямо коррелировали с ростом дозы, причём доза 200 Гр уже была полублетальной, доза 250 гр. для сорта Courtiot сублетальной, доза 300 гр. полностью летальной, для сорта Gallixe сублетальной была доза 300 Гр при которой почти не получено растительного материала. Надёжно воспроизводят картину мутагенной депрессии такие показатели как высота растений, вес зерна с главного колоса и масса тысячи зёрен, частично (кроме доз 100-150 Гр) вес зерна с растения. На депрессию сорта доза мутагена влияет больше, чем генотип сорта, показатель высота растения чётко демонстрирует мутагенную депрессию. По результатам факторного и дискриминантного анализа как показатели на которые влияет генотип-мутагенное взаимодействие следует использовать всхожесть и выживание, стерильность пыльцы, высоту растений, вес зерна с колоса, массу тысячи зёрен. Оптимальными, учитывая дальнейшее использование для получения мутаций, являются дозы 100 - 200 Гр, возможно использование дозы 250 Гр для сорта Gallixe.

Ключевые слова: пшеница озимая, гамма-лучи, депрессия, мутагенез