

## ЕФЕКТИ ДЕПРЕСІЇ У НОВИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ ХІМІЧНОГО СУПЕРМУТАГЕНА

**ОКСЕЛЕНКО О.М.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
*orcid.org/0000-0001-7797-1305*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**НАЗАРЕНКО М.М.** – доктор сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0002-6604-0123*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Використання хімічних мутагенів зарекомендувало себе як перспективний метод генетичного поліпшення пшениці озимої та створення нових сортів з принципово-новими ознаками, котрих не існує в рамках програм з генетичних ресурсів рослин, або введення яких у культуру потребує додаткових схрещувань через генетичний зв'язок з іншими додатковими, іноді негативними якостями вихідного матеріалу, ускладнення рекомбінаційного процесу [1, 4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Селекційне покращення цінних генотипів пшениці озимої, створення нових культурних форм на базі дикого матеріалу, підвищення біорізноманіття культури, пришвидшення поліпшення вже існуючих та впровадження нових ознак є основними напрямками у мутаційному поліпшенні [9, 10]. Основною є проблематика використання чинників з низьким ушкоджуючим ефектом, котрі здатні призводити до комплексних мікрозмін [2, 3].

Низьким ефектом шкодочинності у першому поколінні характеризуються деякі групи хімічних агентів, котрі здатні індукувати суттєву кількість змін при менш вагомому погіршенню онтогенетичних параметрів рослин [4, 5]. Також для покращення проблем з схожістю та виживанням, зниження депресії продуктивності іноді використовують речовини-антимутагени [8] та вихідний матеріал з підвищеною стійкістю до несприятливої дії [6, 7].

**Мета.** Дослідження спрямоване на вивчення ефекту (мутагенної депресії) при дії хімічного супермутагену на рівні окремих рослин у першому поколінні за показниками онтогенезу, проходження фенофаз, життєздатності пилку, структури врожаю.

**Матеріали та методика досліджень.** Застосували хімічний супермутаген ДАБ (1,4-бисдіазоацетилбутан, тут та далі по тексту – ДАБ), котрий належить до типу хімічних речовин, які здатні призводити до суттєвого рівня виникнення мутацій при відносно низькій шкодочинності. Насіння сортів пшениці озимої Фаррел, НЕ 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % контролем була вода. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії епімутагену була 24 години.

Дослід висівався вручну, в останню декаду вересня, на глибину 4-5 см і з нормою 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 0,15 м, ділянка 10 рядків, між ділянками 0,3 м, контроль на початку для

кожного сорту. В першому поколінні проводили моніторинг схожості та виживання після зимового періоду за окремими варіантами. Рівень стерильності визначали фарбуванням зразків пилку ацетокарміном (до 20 зразків з варіанту, до 500 пилкових зерен). Проводили аналіз структури врожайності, відбирали 25 – 30 рослин з варіанту для визначення наступних показників висота рослин, загальна та продуктивна кущистість, довжина, кількість колосків, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу та рослини, маса тисячі зерен (далі – МТЗ).

Досліди висівали на науково-дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Статистичний аналіз проводили за модулями факторного та дискримінантного аналізу (Statistica 10.0).

**Результати досліджень.** Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після аналізу перезимівлі обсяг мутантної популяції становив 14341 рослини (таблиця 1).

Математико-статистичний аналіз отриманих даних показав, що онтогенетичні параметри рослин пшениці озимої залежали як від генотипу ( $F=19,22$ ;  $F_{0,05}=3,29$ ;  $P < 0,01$ ), так і знижувалося при підвищенні концентрації епімутагенного агента ( $F=31,98$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P < 0,01$ ). Генотип-мутагенна взаємодія також була значима ( $F=5,56$ ;  $F_{0,05}=4,76$ ;  $P = 0,04$ ). Різницею з попередніми дослідженнями дії епімутагенів можна вважати відсутність статистично достовірної віддаленої загибелі рослин після зимового періоду ( $F=2,01$ ;  $F_{0,05}=2,98$ ;  $P = 0,07$ ), крім сорту Сейлор ( $F=6,11$ ;  $F_{0,05}=3,44$ ;  $P = 0,02$ ).

Показник схожості статистично достовірно змінювався при підвищенні концентрації ДАБ ( $F=14,72$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P < 0,01$ ). Теж саме наявно для параметру виживання, котрий так само зменшувався при зростанні концентрації мутагену ( $F=8,11$ ;  $F_{0,05}=3,06$ ;  $P = 0,02$ ), характерна відсутність залежності від генотипу ( $F=2,34$ ;  $F_{0,05}=2,98$ ;  $P = 0,07$ ).

При попарному порівнянні за результатами тесту Тьюкі по характеру реакції на ДАБ як мутаген достовірно кращою була реакція у НЕ 12443 ( $F=6,00$ ;  $F_{0,05}=3,55$ ;  $P = 0,02$ ), різниця між іншими сортами була відсутня ( $F=2,01$ ;  $F_{0,05}=3,55$ ;  $P = 0,07$ ). Хоча й виявлена сортова специфіка була достовірною, вплив навіть максимальної концентрації не перевершував рамки для дії помірних доз та концентрацій згідно загальної класифі-

Таблиця 1

## Параметри схожості та виживання у рослин, що зазнали мутагенної дії

Сорт	Обробка	Схожість		Вживання	
		шт.	%	шт.	%
Фаррел	вода	995	99,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	985	98,5 ± 1,1 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	911	91,1 ± 1,0 <sup>b</sup>	891	89,1 ± 1,1 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	891	89,1 ± 1,0 <sup>b</sup>	885	88,5 ± 1,1 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,3 %	831	83,1 ± 1,2 <sup>c</sup>	822	82,2 ± 1,1 <sup>c</sup>
NE 12443	вода	991	99,1 ± 1,0 <sup>a</sup>	981	98,1 ± 1,1 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	923	92,3 ± 1,1 <sup>b</sup>	901	90,1 ± 0,9 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	919	91,9 ± 1,0 <sup>b</sup>	889	88,9 ± 1,1 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,3 %	883	88,3 ± 1,2 <sup>c</sup>	860	86,0 ± 1,1 <sup>c</sup>
Ронін	вода	992	99,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	983	98,3 ± 0,9 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	921	92,1 ± 0,9 <sup>b</sup>	911	91,1 ± 1,0 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	897	89,7 ± 0,8 <sup>b</sup>	880	88,0 ± 1,1 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,3 %	844	84,4 ± 1,0 <sup>c</sup>	816	81,6 ± 1,1 <sup>c</sup>
Сейлор	вода	991	99,1 ± 1,0 <sup>a</sup>	989	98,9 ± 1,0 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	917	91,7 ± 1,0 <sup>b</sup>	888	88,8 ± 1,2 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,2 %	892	89,2 ± 1,0 <sup>b</sup>	861	86,1 ± 0,9 <sup>b</sup>
	ДАБ, 0,3 %	835	83,5 ± 0,9 <sup>c</sup>	799	79,9 ± 1,1 <sup>c</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при  $P_{0,05}$  в рамках сортів

Таблиця 2

## Особливості впливу мутагену на рівень стерильності

Сорт	Контроль	ДАБ 0,1 %	ДАБ 0,2 %	ДАБ 0,3 %
Фаррел	98,7 ± 0,7 <sup>a</sup>	93,0 ± 0,9 <sup>b</sup>	84,2 ± 0,8 <sup>c</sup>	80,1 ± 1,0 <sup>d</sup>
NE 12443	96,0 ± 0,8 <sup>a</sup>	91,2 ± 0,8 <sup>b</sup>	85,1 ± 0,7 <sup>c</sup>	80,4 ± 0,8 <sup>d</sup>
Ронін	98,5 ± 0,7 <sup>a</sup>	91,2 ± 0,7 <sup>b</sup>	84,7 ± 0,8 <sup>c</sup>	79,2 ± 0,8 <sup>d</sup>
Сейлор	98,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	91,0 ± 0,9 <sup>b</sup>	83,1 ± 0,8 <sup>c</sup>	77,1 ± 0,9 <sup>d</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при  $P_{0,05}$  в рамках кожного сорту

кації (70-80 % від показнику стандарту (РД) (83,1 % для схожості (сорт Фаррел) та 79,9 % для виживання (сорт Сейлор). Показники схожості та виживання лінійно знижувалися при зростанні концентрації, відсутня статистично достовірна різниця лише між діями концентрацій ДАБ 0,1 та 0,2 % для обох показників ( $F=1,22$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,08$ ), різниця між контролем та впливом мутагену завжди достовірна ( $F=8,26$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,01$ ), як і при переході від дії ДАБ 0,2 % до ДАБ 0,3 % ( $F=9,17$ ;  $F_{0,05}=4,01$ ;  $P = 0,01$ ).

Вагомим недоліком мутагенної активності у першому поколінні є зниження фертильності рослини (таблиця 2). Дія ДАБ статистично достовірно вплинула на зростання стерильності, але навіть при дії вищої концентрації вона залишалася на рівні помірної, більш вразливим був сорт Сейлор ( $F=4,92$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P = 0,02$ ), для всіх інших різниця відсутня. Параметр залежить від зростання концентрації мутагену ( $F=17,32$ ;  $F_{0,05}=2,55$ ;  $P < 0,01$ ), але не від сорту, тобто більшої вразливості сорту Сейлор недостатньо ( $F=2,45$ ;  $F_{0,05}=3,07$ ;  $P = 0,08$ ), чим відрізняється від попередньо проаналізованих показників.

Основні досліджені параметри за структурою врожайності у сортів пшениці озимої представлені у таблиці 3. Висота рослини знижувалася при кожному підвищенні концентрації ( $F=9,82$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,01$ ), крім переходу від ДАБ 0,1 % до ДАБ 0,2 %, де різниця

була недостовірна ( $F=1,34$   $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,07$ ) за виключенням сорту Сейлор ( $F=3,14$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,05$ ), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна ( $F=5,03$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P = 0,04$ ), сортова мінливість не була достовірною ( $F=2,17$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,06$ ). Кількість зерен з головного колосу слабомінлива, підвищення концентрації впливало недостовірно ( $F=1,34$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,07$ ). Різниця з контролем та попередніми варіантами лише за дії ДАБ 0,3 %.

Щодо ваги зерна з головного колосу, то цей показник показує по мінливості депресію за підвищенням концентрацій ( $F=7,34$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,03$ ), крім переходу від ДАБ 0,1 % до ДАБ 0,2 %, де різниця була недостовірна ( $F=1,16$   $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,07$ ), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна ( $F=5,17$ ;  $F_{0,05}=3,01$ ;  $P = 0,04$ ), сортова мінливість не була достовірною ( $F=2,07$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,06$ ). Для ваги зерна з рослини в усіх сортів (крім Сейлор ( $F=3,69$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,04$ )) однакова депресія в контролі та за дії першої концентрації ( $F=2,14$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,06$ ), достовірна різниця між діями першої та другої ( $F=2,89$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,04$ ) (крім Сейлор ( $F=1,99$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,07$ ), другої та третьої ( $F=5,79$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,02$ ).

Негативний вплив ДАБ проявлявся зі статистичною достовірністю за постійним поступовим зниженням МТЗ з кожної концентрацією ДАБ, для всіх сортів ( $F=8,94$ ;

Таблиця 3

Структура врожайності сортів пшениці в першому поколінні

Сорт	Варіант	Висота, см	Кількість зерен, шт.	Вага зерна, г		МТЗ, г
				з колосу	з рослини	
Фаррел	вода	92,7 <sup>a</sup>	32,0 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	55,0 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	90,1 <sup>b</sup>	31,0 <sup>a</sup>	1,92 <sup>b</sup>	4,78 <sup>a</sup>	52,9 <sup>b</sup>
	ДАБ 0,2 %	88,2 <sup>b</sup>	31,0 <sup>a</sup>	1,84 <sup>b</sup>	4,50 <sup>b</sup>	51,1 <sup>c</sup>
	ДАБ 0,3 %	83,3 <sup>c</sup>	28,0 <sup>b</sup>	1,55 <sup>c</sup>	4,11 <sup>c</sup>	49,0 <sup>d</sup>
NE 12443	вода	112,2 <sup>a</sup>	41,0 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>	38,8 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	101,1 <sup>b</sup>	39,0 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>	3,27 <sup>a</sup>	36,5 <sup>b</sup>
	ДАБ 0,2 %	97,5 <sup>b</sup>	40,0 <sup>a</sup>	0,89 <sup>b</sup>	3,15 <sup>b</sup>	34,4 <sup>c</sup>
	ДАБ 0,3 %	90,4 <sup>c</sup>	36,0 <sup>b</sup>	0,76 <sup>c</sup>	2,89 <sup>c</sup>	33,0 <sup>d</sup>
Ронін	вода	78,4 <sup>a</sup>	44,0 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	4,73 <sup>a</sup>	51,2 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	73,2 <sup>b</sup>	43,0 <sup>a</sup>	2,07 <sup>b</sup>	4,60 <sup>a</sup>	49,0 <sup>b</sup>
	ДАБ 0,2 %	71,9 <sup>b</sup>	42,0 <sup>a</sup>	1,89 <sup>c</sup>	4,41 <sup>b</sup>	46,8 <sup>c</sup>
	ДАБ 0,3 %	67,2 <sup>c</sup>	39,0 <sup>ba</sup>	1,70 <sup>d</sup>	4,22 <sup>c</sup>	44,8 <sup>d</sup>
Сейлор	вода	89,3 <sup>a</sup>	48,0 <sup>a</sup>	1,81 <sup>a</sup>	4,82 <sup>a</sup>	55,2 <sup>a</sup>
	ДАБ, 0,1 %	84,1 <sup>b</sup>	47,0 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	4,69 <sup>b</sup>	53,1 <sup>b</sup>
	ДАБ 0,2 %	81,1 <sup>c</sup>	46,0 <sup>a</sup>	1,53 <sup>b</sup>	4,62 <sup>b</sup>	50,2 <sup>c</sup>
	ДАБ 0,3 %	77,0 <sup>d</sup>	42,0 <sup>b</sup>	1,41 <sup>c</sup>	4,39 <sup>c</sup>	48,4 <sup>d</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при  $P_{0,05}$  в рамках сорту

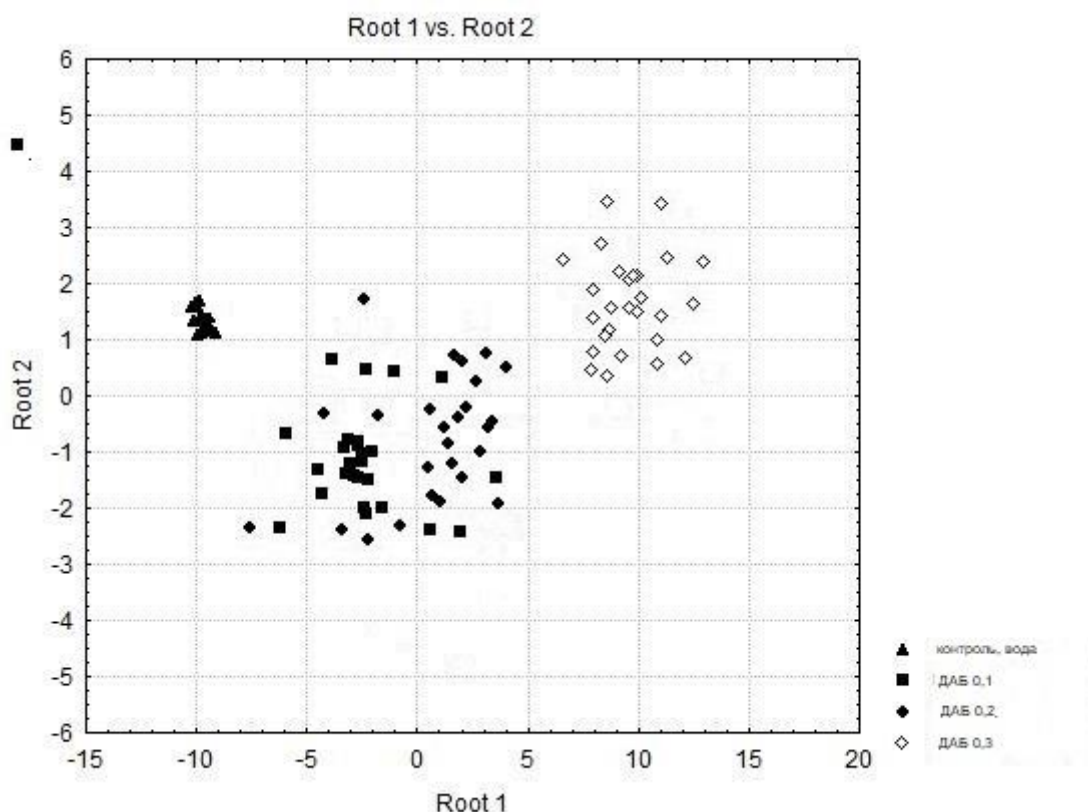


Рис. 1. Дискримінантний аналіз за дією ДАБ

$F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,01$ ), відмінностей за динамкою зміни ознаки за сортами не реєстрували ( $F=1,19$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,09$ ). Усі концентрації ДАБ діяли як помірні, не досягаючи рівня  $RD_{50}$ . За параметрами структури врожайності знов виділювався сорт Сейлор.

Аналіз у факторному просторі впливу окремих параметрів як функцій класифікації (Рис. 1) показав, що весь матеріал за характером дії можна кластеризувати на три основні групи. Чітко та достовірно за центроїдними відстанями диференціювали група за відсутності мута-

Таблиця 4

## Результати дискримінантного аналізу за даними досліджених показників при дії ДАБ

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса $\lambda$	F-remove (4,55)	p-level
Схожість, шт.	0,40	19,34	<0,01
Вживання, шт.	0,24	9,41	<0,01
Фертильність, %	0,48	24,66	<0,01
Висота, см	0,21	8,12	0,01
Загальна кущистість	0,03	1,80	0,18
Продуктивна кущистість	0,02	1,21	0,21
Довжина головного колосу, см	0,03	1,83	0,18
Кількість колосків, шт.	0,03	1,86	0,18
Зерна з головного колосу, шт.	0,04	2,21	0,08
Вага зерна з головного колосу, г	0,23	8,99	0,01
Вага зерна з рослини, г	0,10	3,82	0,06
МТЗ, г	0,42	20,68	<0,01

генного впливу та дія ДАБ 0,3 %. За діями між групами ДАБ 0,1 % та ДАБ 0,2 % статистично достовірної різниці за ефектами мутагенної депресії була відсутня.

За настанням окремих фенофаз у розвитку значне сповільнення за критичними фазами виходу в трубку та колосіння більш ніж на 2 дня спостерігалось лише при дії ДАБ 0,3 % та тільки у одного сорту Ронін. Для інших затримка була незначна, до того ж при настанні повної стиглості вона повністю нівелювалася.

Дискримінантний аналіз виділив за статистичною достовірністю з проаналізованих ознак наступні параметри схожості, частково (лише специфіка за концентраціями, за генотипами відсутня, але першої достатньо для вагомості впливу) вживання, фертильність пилку, висота рослини, вага зерна з колосу та МТЗ (таблиця 4).

Тобто встановлено, що модельними для ефектів активності ДАБ як мутагену при прояві дії у першому поколінні з надійним рівнем достовірності є такі показники як схожість та вживання рослин, рівень стерильності у зразків, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Інші показники не є суттєвими для надійного моніторингу депресії. Сортової відмінності не було, група ДАБ 0,1 та 0,2 % за характеристиками майже не відрізняється, доцільне використання однієї з концентрацій.

**Висновки.** Реакція на дію хімічного супермутагену у сортів пшениці озимої набагато більш однорідна, ніж при дії попередньо досліджених на цьому ж матеріалі епімутагенів. Вихідний сортовий матеріал переважно сприйнятливий до дії, депресивні наслідки за вивченими ознаками в варіантах досліджень навіть при дії найвищої концентрації не досягли значень  $LD_{50}$ , або  $RD_{50}$ , тобто за дією концентрації відносилися до помірних. За класифікаційним аналізом не є доцільним використання ДАБ 0,1 %, варто залишати при майбутніх дослідженнях лише ДАБ 0,2 % та ДАБ 0,3 % як дієві концентрації. Для даного мутагену характерна значна генотип-мутагенна взаємодія, а от чиста реакція генотипу як правило не є вагомою. На відміну від епімутагенної дії віддалена загибель менш важлива для обсягів отриманого матеріалу та вагома тільки у сорту Сейлор, переважно депресивний ефект ДАБ виражається у нижчій схожості. Трохи кращим за резистентністю до дії ДАБ був сорт NE

12443, специфічною генотип-мутагенною взаємодією виділився сорт Сейлор за більшою частиною ознак.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*. 2020. Vol. 8, № 3. P. 252–264.
- Ahumada-Flores S., Pando L., Cota F., de la Cruz T., Sarsu F., de los Santos V. Technical note: gamma irradiation induces changes of phenotypic and agronomic traits in wheat (*Triticum turgidum* ssp *durum*). *Applied Radiation and Isotopes*. 2021. Vol. 167, 109490. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109490> (дата звернення: 23.01.2024).
- Ariraman M., Dhanavel D., Seetharaman N., Murugan S., Ramkumar R. Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of *Cajanus cajan* (L.) MILLSP. *Journal of Plant Stress Physiology*. 2018. Vol. 4. P. 38–40.
- Beiko V., Nazarenko M. Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*. 2022. Vol. 5, № 2. P. 43–48.
- Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. Determination of Median Lethal ( $LD_{50}$ ) and Growth Reduction ( $GR_{50}$ ) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2023. Vol. 66, e23220294. URL: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220294> (дата звернення: 23.01.2024).
- Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*. 2021 Vol. 1, № 1. P. 29–34.
- Nazarenko M., Beiko V., Bondarenko M. Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure. *Agriculture and Forestry*. 2019. Vol. 65, № 3. P. 75–83.
- Nazarenko M., Semenchenko O., Izhboldin O., Hladkikh Y. French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. *Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 67, № 2. P. 89–102.
- le Roux M., Burger N., Vlok M., Kunert K., Cullis C., Botha A. EMS Derived Wheat Mutant BIG8-1 (*Triticum*

aestivum L.) – A New Drought Tolerant Mutant Wheat Line. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22, 5314. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms22105314> (дата звернення: 23.01.2024)

- Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. Optimized gamma radiation produces physio-logical and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2022. Vol. 28, № 8. P. 1571–1586.

#### REFERENCES:

- Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. (2020) Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*. Vol. 8, № 3. P. 252–264.
- Ahumada-Flores S., Pando L., Cota F., de la Cruz T., Sarsu F., de los Santos V. (2021) Technical note: gamma irradiation induces changes of phenotypic and agronomic traits in wheat (*Triticum turgidum* ssp *durum*). *Applied Radiation and Isotopes*. Vol. 167, 109490. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109490> (дата звернення: 23.01.2024).
- Ariraman M., Dhanavel D., Seetharaman N., Murugan S., Ramkumar R. (2018) Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of *Cajanus cajan* (L.) MILLSP. *Journal of Plant Stress Physiology*. Vol. 4. P. 38–40.
- Beiko V., Nazarenko M. (2022) Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*. Vol. 5, № 2. P. 43–48.
- Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. (2023) Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 66, e23220294. URL: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220294> (дата звернення: 23.01.2024).
- Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. (2021) Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*. Vol. 1, № 1. P. 29–34.
- 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*. Vol. 65, № 3. P. 75–83.
- Nazarenko M., Semenchenko O., Izhboldin O., Hladkikh Y. (2021) French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. *Agriculture and Forestry*. Vol. 67, № 2. P. 89–102.
- le Roux M., Burger N., Vlok M., Kunert K., Cullis C., Botha A. (2021) EMS Derived Wheat Mutant BIG8-1 (*Triticum aestivum* L.) – A New Drought Tolerant Mutant Wheat Line. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 22, 5314. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms22105314> (дата звернення: 23.01.2024)
- Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. (2022) Optimized gamma radiation produces physio-logical and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. Vol. 28, № 8. P. 1571–1586.

#### Окселенко О.М., Назаренко М.М. Ефекти депресії у нових сортів пшениці озимої при дії хімічного супермутагена

Селекційне покращення цінних генотипів пшениці озимої, створення нових культурних форм на базі дикої матеріалу, підвищення біорізноманіття культури, пришвидшення поліпшення вже існуючих та впровадження нових ознак є основою проблематики використання чинників з низьким ушкоджуючим ефектом, котрі здатні призводити до комплексних мікрозмін. **Мета.** Дослідження спрямоване на вивчення ефекту (мутагенної депресії) при дії хімічного супермутагену на рівні окремих рослин у першому поколінні за показниками онтогенезу, проходження фенофаз, життєздатності пилку, структури врожаю. **Методи.** Насіння сортів пшениці озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ (1,4-бисдіазоацетилбутан) у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену була 24 години. Дослід висівався вручну, в першому поколінні проводили моніторинг схожості та виживання після зимового періоду за окремими варіантами. Рівень стерильності визначали фарбуванням зразків пилку ацетокарміном, проводили аналіз структури врожайності. **Результати.** Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після аналізу Perezimivli обсяг мутантної популяції становив 14341 рослини. Аналіз у факторному просторі впливу окремих параметрів як функції класифікації показав, що весь матеріал за характером дії можна поділити на три основні групи. Чітко та достовірно за центроїдними відстанями диференціювали групу за відсутності мутагенного впливу та дія ДАБ 0,3 %. За діями між групами ДАБ 0,1 % та ДАБ 0,2 % статистично достовірна різниця за ефектами мутагенної депресії була відсутня. Встановлено, що модельними для ефектів активності ДАБ як мутагену при прояві дії у першому поколінні з надійним рівнем достовірності є такі показники як схожість та виживання рослин, рівень стерильності у зразків, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Інші показники не є суттєвими для надійного моніторингу депресії. **Висновки.** Депресивні наслідки за вивченими ознаками в варіантах досліджень навіть при дії найвищої концентрації не досягли значень ЛД<sub>50</sub>, або РД<sub>50</sub>, тобто за дією концентрації відносилися до помірних. За класифікаційним аналізом не є доцільним використання ДАБ 0,1 %. Для даного мутагену характерна значна генотип-мутагенна взаємодія. На відміну від епімутагенної дії віддалена загибель менш важлива, переважно депресивний ефект ДАБ виражається у нижчій схожості. Специфічною генотип-мутагенною взаємодією та сприйнятливості виділився сорт Сейлор.

**Ключові слова:** пшениця озима, супермутаген, 1,4-бисдіазоацетилбутан, депресія.

#### Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Depression effects in new winter wheat varieties under the influence of a chemical supermutagen

Breeding improvement of valuable genotypes of winter wheat, creation of new cultural forms based on wild material, increase of cultural biodiversity, acceleration of improvement of already existing and introduction of new traits are the basis of the problem of using factors with a low harmful effect, which can lead to complex microchanges. **Purpose.** The research is aimed at studying the

effect (mutagenic depression) of a chemical supermutagen at the level of individual plants in the first generation according to the indicators of ontogenesis, passage of phenophases, pollen viability, yield structure. **Methods.** The seeds of winter wheat varieties Farrell, NE 12443, Ronin, Sailor were treated with water solution of DAB (1,4-bisdi-azoacetylbutane) in concentrations of 0.1%, 0.2%, 0.3%. For each treatment 1000 grains of winter wheat were taken. Exposure to mutagen was 24 hours. The experiment was sown by hand, in the first generation germination and survival after the winter period were monitored in separate variants. The level of sterility was determined by staining pollen samples with acetocarmine and the yield structure was analyzed. **Results.** The total amount of researched material was 16,000 plants according to all variants, of which, after overwintering analysis, the volume of the mutant population was 14,341 plants. Analysis in the factor space of the influence of individual parameters as classification functions showed that the entire material can be divided into three main groups according to the nature of the action. The group in the absence of mutagenic influence and the effect of DAB 0.3% were clearly and reliably differentiated

by centroid distances. There was no statistically significant difference in the effects of mutagenic depression between the DAB 0.1% and DAB 0.2% groups. It was established that parameters such as germination and survival of plants, the level of sterility in samples, the weight of grain from the main ear and MTZ are model for the effects of the activity of DAB as a mutagen when the action is manifested in the first generation with a reliable level of reliability. Other indicators are not essential for reliable monitoring of depression. **Findings.** Depressive effects according to the studied signs in the variants of the studies, even at the highest concentration, did not reach the values of  $LD_{50}$  or  $RD_{50}$ , that is, according to the effect of the concentration, they were moderate. According to the classification analysis, it is not appropriate to use DAB 0.1%. This mutagen is characterized by significant genotype-mutagen interaction. In contrast to the epimutagenic effect, long-term death is less important, mainly the depressive effect of DAB is expressed in lower germination. The variety Sailor stood out for its specific genotype-mutagenic interaction and susceptibility.

**Key words:** winter wheat, supermutagen, 1,4-bisdi-azoacetylbutane, depression.