

## ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ NONIDET P-40 ЯК ЕПІМУТАГЕНУ НА РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**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

**ГУЛЕНКО О.І.** – доктор філософії з агрономії,

*orcid.org/0000-0002-1007-5677*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Хімічний мутагенез зарекомендував себе як ефективний засіб генетичного поліпшення культурних рослин та отримання нових з унікальними ознаками, котрі не можна отримати з існуючих генетичних колекцій, або впровадження котрих потребує непропорційних зусиль через небажані генетичні композиції або притаманні додаткові негативні якості вихідного матеріалу, довгий період часу на проведення багатокомпонентних схрещувань [1, 11].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Селекційне покращення існуючих сортів, введення в генофонд культурної популяції пшениці озимої, підвищення її біологічного різноманіття, відхід від використання лише відселектованої зародкової плазми так званих суперсортів є пріоритетами у розвитку мутаційного поліпшення цієї культури [9, 10]. Особливо цікавим є використання чинників, котрі обумовлюють появу нових полігенних комплексних поліпшень, біохімічних змін, пов'язаних з підвищенням вмісту цінних біологічно-активних компонентів та мікроелементів [2, 3].

Комплексним поліпшенням без суттєвого порушення перебігу нормальних фізіологічних процесів у рослинному організмі характеризується дія хімічних речовин, перш за все супермутагенів та епімутагенів, котрі не призводять при помірних концентраціях до серйозних порушень [4, 5]. Методом покращення толерантності до негативних наслідків мутагенного впливу може бути використання антимутагенів [8] або толерантного сортового матеріалу, з одним з двох відомих генетично-обумовлених механізмів стійкості (теоретично обґрунтована наявність кілька десятків) [6, 7].

**Мета.** Аналіз ефектів мутагенної депресії у першого покоління сортів пшениці озимої, що отримали дію аналогового епімутагену Nonidet P-40, вплив дії його окремих концентрацій на показники росту та розвитку та параметри, котрі обумовлюють майбутній обсяг досліджуваної мутантної популяції у другому-третьому поколіннях.

**Матеріали та методика досліджень.** Застосували епімутаген Nonidet P-40 (4-нонілфеніл-полиетиленгликоль, тут та далі по тексту – NP-40), котрий належить до типу білкових детергентів, епімутагенна дія пояснена впливом на білкову складову

хромосомного комплексу. Насіння сортів пшениці озимої Фарреп, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином NP-40 у концентраціях 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, 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 20000 рослин за всіма варіантами, з них після аналізу перезимівлі обсяг мутантної популяції становив 16998 рослин (таблиця 1).

Проведення дослідження по впливу окремих чинників показало, що схожість та виживання рослин пшениці озимої залежало як від сорту ( $F=35,19$ ;  $F_{0,05}=2,76$ ;  $P < 0,01$ ), так і знижувалося при підвищенні концентрації епімутагенного агента ( $F=31,98$ ;  $F_{0,05}=3,00$ ;  $P < 0,01$ ). Достовірною також була взаємодія між цими двома компонентами (в усіх інших випадках – відсутня) ( $F=7,67$ ;  $F_{0,05}=3,14$ ;  $P = 0,004$ ).

Статистично достовірним була наявність віддаленої у часі загибелі рослин через постдію речовини ( $F=5,01$ ;  $F_{0,05}=2,76$ ;  $P = 0,02$ ), вона ніяк не залежала від сорту ( $F=2,11$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P = 0,08$ ), що

**Таблиця 1 – Показники онтогенезу при дії Nonidet P-40у першому поколінні**

Сорт	Обробка	Схожість		Вживання	
		шт.	%	шт.	%
Фаррел	вода	995	99,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	985	98,5 ± 1,1 <sup>a</sup>
	NP-40 0,01 %	923	92,3 ± 1,1 <sup>b</sup>	871	87,1 ± 1,0 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	882	88,2 ± 1,1 <sup>c</sup>	845	84,5 ± 1,0 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	841	84,1 ± 1,0 <sup>d</sup>	798	79,8 ± 1,3 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	756	75,6 ± 1,1 <sup>e</sup>	704	70,4 ± 1,0 <sup>e</sup>
NE 12443	вода	991	99,1 ± 1,0 <sup>a</sup>	981	98,1 ± 1,1 <sup>a</sup>
	NP-40 0,01 %	945	94,5 ± 1,1 <sup>b</sup>	911	91,1 ± 0,8 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	899	89,9 ± 1,0 <sup>c</sup>	859	85,9 ± 1,0 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	853	85,3 ± 1,1 <sup>d</sup>	811	81,1 ± 1,1 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	788	78,8 ± 0,9 <sup>e</sup>	741	74,1 ± 0,8 <sup>e</sup>
Ронін	вода	992	99,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	983	98,3 ± 0,9 <sup>a</sup>
	NP-40 0,01 %	941	94,1 ± 0,8 <sup>b</sup>	907	90,7 ± 1,1 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	882	88,2 ± 0,9 <sup>c</sup>	840	84,0 ± 1,0 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	856	85,6 ± 1,1 <sup>d</sup>	797	79,7 ± 1,1 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	797	79,7 ± 1,1 <sup>e</sup>	743	74,3 ± 0,9 <sup>e</sup>
Сейлор	вода	991	99,1 ± 1,0 <sup>a</sup>	989	98,9 ± 1,0 <sup>a</sup>
	NP-40 0,01 %	947	94,7 ± 1,0 <sup>b</sup>	908	90,8 ± 1,0 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	890	89,0 ± 1,1 <sup>c</sup>	811	81,1 ± 0,9 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	865	86,5 ± 0,9 <sup>d</sup>	797	79,7 ± 1,0 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	813	81,3 ± 0,9 <sup>e</sup>	717	71,7 ± 0,9 <sup>e</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при P0,05 в рамках сортів

**Таблиця 2 – Фертильність як наслідок дії Nonidet P-40**

Сорт	Контроль	NP-40 0,01 %	NP-40 0,05 %	NP-40 0,1 %	NP-40 0,5 %
Фаррел	98,7 ± 0,7 <sup>a</sup>	94,0 ± 0,8 <sup>b</sup>	85,2 ± 0,8 <sup>c</sup>	81,1 ± 1,1 <sup>d</sup>	75,2 ± 0,7 <sup>e</sup>
NE 12443	96,0 ± 0,8 <sup>a</sup>	92,1 ± 0,9 <sup>b</sup>	86,1 ± 0,6 <sup>c</sup>	80,7 ± 0,7 <sup>d</sup>	76,0 ± 0,7 <sup>e</sup>
Ронін	98,5 ± 0,7 <sup>a</sup>	92,4 ± 0,9 <sup>b</sup>	85,7 ± 0,7 <sup>c</sup>	79,9 ± 0,7 <sup>d</sup>	75,1 ± 0,6 <sup>e</sup>
Сейлор	98,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	90,1 ± 1,0 <sup>b</sup>	84,1 ± 0,9 <sup>c</sup>	78,4 ± 1,0 <sup>d</sup>	69,8 ± 0,6 <sup>e</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при P0,05 в рамках кожного сорту

вже раніше відмічалось як характерне для епімутагенної дії.

Схожість як ознака змінювалася цілком стабільно під впливом чинника, для всіх сортів ( $F=16,14$ ;  $F_{0,05}=2,76$ ;  $P < 0,01$ ). Теж саме відбувалося щодо показника виживання, котрий теж знижувався при підвищенні концентрації діючої речовини ( $F=12,78$ ;  $F_{0,05}=3,00$ ;  $P < 0,01$ ), що теж ніяк не залежало від сорту ( $F=1,98$ ;  $F_{0,05}=2,76$ ;  $P = 0,08$ ).

При попарному порівнянні за результатами тесту Тьюкі по характеру реакції на NP-40 фактично матеріал можна поділити на дві групи – у першій сорти NE 12443, Ронін, у другій сорти менш толерантні до дії агенту Фаррел та Сейлор ( $F=3,97$ ;  $F_{0,05}=3,22$ ;  $P = 0,04$ ). Але в цілому різниця була хоч і достовірною та за загальною класифікацією доз та концентрацій не суттєвою – усе відносилось до діапазону помірних (70-80 % від ознаки). Показники схожості та виживання завжди знижувалися при підвищенні активності чинника через збільшення рівня депресії, але дія помірна та не призводить до зниження життєдіяльності до рівня ЛД<sub>50</sub>, або РД<sub>50</sub>. Більш толерантними до дії чинника були сорти NE 12443, Ронін, але в будь-якому випадку суттєвого впливу

на обсяг подальшої популяції для дослідження не відбулося.

Суттєвою проблемою негативного впливу мутагенної депресії на рослинний матеріал є підвищення стерильності (таблиця 2). Дія NP-40 достовірно вплинула на зниження фертильності, але навіть при дії вищої концентрації він залишався на рівні помірному, крім одного сорту Сейлор, де він був трохи нижчим від граничних 70 %. Тобто, даний зразок менш толерантний та виділився при попарному порівнянні ( $F=4,56$ ;  $F_{0,05}=3,11$ ;  $P = 0,02$ ), а от сорт Фаррел вже продемонстрував толерантність на рівні першої групи з попереднього аналізу. Ознака залежить від зростання кількості агенту ( $F=38,92$ ;  $F_{0,05}=2,55$ ;  $P < 0,01$ ), але загальної сортової специфіки у дії немає ( $F=2,33$ ;  $F_{0,05}=3,07$ ;  $P = 0,08$ ), чим відрізняється від попереднього факторного аналізу.

Ознаки структури врожайності, котрі демонстрували значиме зниження при підвищенні дії агенту представлені у таблиці 3. Висота рослини знижувалася при кожному підвищенні концентрації ( $F=27,87$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P < 0,01$ ), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна ( $F=5,23$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,02$ ), але жоден з сортів при попарному порівнянні не

Таблиця 3 – Структура врожайності під впливом Nonidet P-40

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>
	NP-40 0,01 %	91,1 <sup>b</sup>	30,0 <sup>a</sup>	1,89 <sup>b</sup>	4,77 <sup>a</sup>	51,9 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	87,0 <sup>c</sup>	30,0 <sup>a</sup>	1,72 <sup>c</sup>	4,30 <sup>b</sup>	49,1 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	83,6 <sup>d</sup>	27,0 <sup>b</sup>	1,49 <sup>d</sup>	3,61 <sup>b</sup>	47,0 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	78,5 <sup>e</sup>	26,0 <sup>b</sup>	1,31 <sup>e</sup>	2,42 <sup>c</sup>	44,1 <sup>e</sup>
NE 12443	вода	112,2 <sup>a</sup>	41,0 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	3,42 <sup>a</sup>	38,8 <sup>a</sup>
	NP-40 0,01 %	101,1 <sup>b</sup>	39,0 <sup>a</sup>	1,01 <sup>b</sup>	3,29 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	94,0 <sup>c</sup>	39,0 <sup>a</sup>	0,86 <sup>c</sup>	3,05 <sup>b</sup>	34,9 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	90,0 <sup>d</sup>	35,0 <sup>b</sup>	0,74 <sup>d</sup>	2,77 <sup>c</sup>	33,1 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	86,5 <sup>e</sup>	34,0 <sup>b</sup>	0,62 <sup>e</sup>	2,50 <sup>d</sup>	31,0 <sup>e</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>
	NP-40 0,01 %	73,8 <sup>b</sup>	42,0 <sup>a</sup>	2,04 <sup>b</sup>	4,61 <sup>a</sup>	49,1 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	71,1 <sup>c</sup>	41,0 <sup>ab</sup>	1,86 <sup>c</sup>	4,21 <sup>b</sup>	46,2 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	68,8 <sup>d</sup>	38,0 <sup>bc</sup>	1,63 <sup>d</sup>	4,11 <sup>b</sup>	43,8 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	65,9 <sup>e</sup>	35,0 <sup>c</sup>	1,41 <sup>e</sup>	3,65 <sup>c</sup>	40,9 <sup>e</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>
	NP-40 0,01 %	84,2 <sup>b</sup>	47,0 <sup>a</sup>	1,55 <sup>b</sup>	4,70 <sup>b</sup>	52,6 <sup>b</sup>
	NP-40 0,05 %	81,1 <sup>c</sup>	46,0 <sup>a</sup>	1,33 <sup>c</sup>	4,60 <sup>b</sup>	49,2 <sup>c</sup>
	NP-40 0,1 %	79,1 <sup>d</sup>	43,0 <sup>ab</sup>	1,21 <sup>d</sup>	4,09 <sup>c</sup>	47,4 <sup>d</sup>
	NP-40 0,5 %	76,5 <sup>e</sup>	39,0 <sup>c</sup>	1,10 <sup>e</sup>	3,03 <sup>c</sup>	45,0 <sup>e</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при P0,05 в рамках сорту

виділився, що свідчить про наявність слабкої, але достовірної генотип-мутагенної взаємодії. Кількість зерна слабомінлива, збільшення концентрації впливало достовірно ( $F=2,76$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P = 0,05$ ).

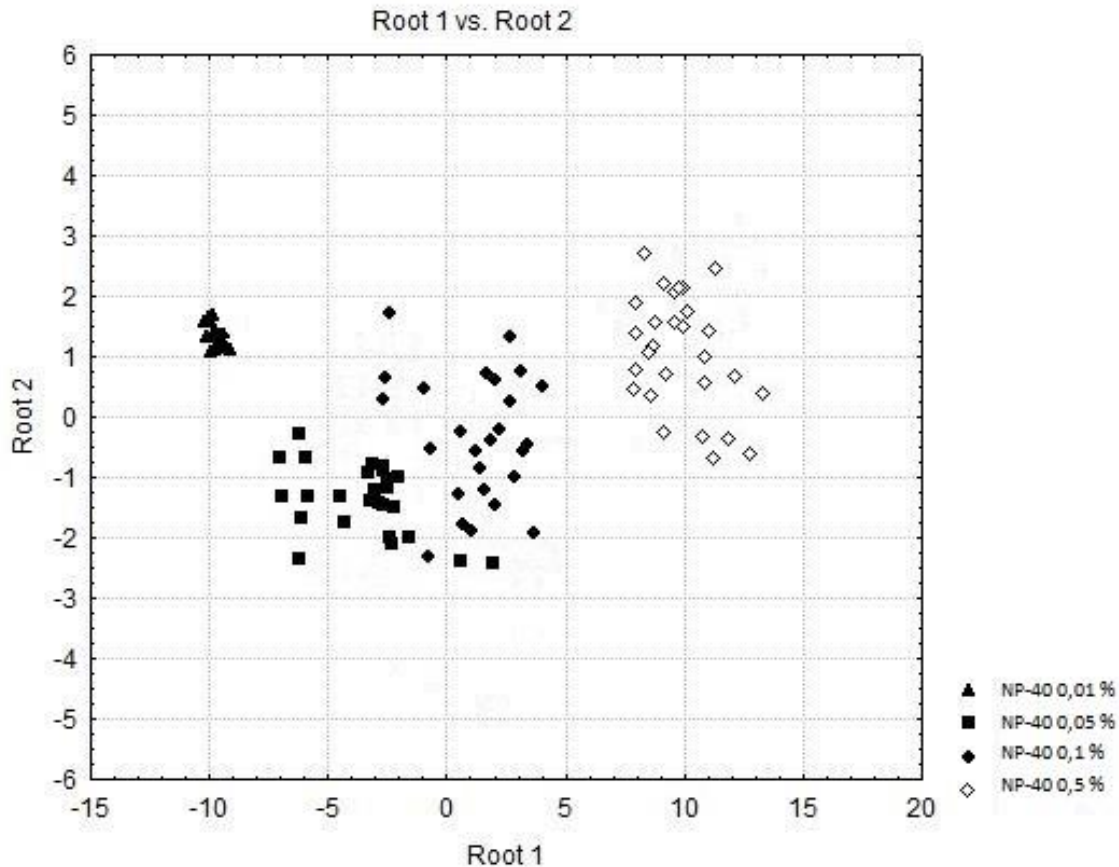
Щодо ваги зерна з головного колосу, то цей показник достовірно відтворює через зниження зміну за активністю агенту, відсутня знову будь-яка сортова специфіка ( $F=1,17$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,09$ ). Для ваги зерна з рослини в усіх сортів (крім Сейлор) однакова депресія в контролі та при першій концентрації, те ж саме для другою та третьою. У сорту Сейлор немає різниці у дії між першою та другою, третьою та четвертою концентрацією. Таким чином сорт Сейлор суттєво відрізняється своєю реакцією. Мутагенна депресія завжди проявляється зі статистичною достовірністю у вигляді поступового зниження МТЗ зі зростанням кількості NP-40, для всіх варіантів ( $F=25,34$ ;  $F_{0,05}=2,35$ ;  $P < 0,01$ ), відмінностей за темпами зниження по сортах не реєстрували ( $F=1,47$ ;  $F_{0,05}=2,44$ ;  $P = 0,08$ ). Депресивні ефекти в першому поколінні у рослин пшениці озимої проявлялися лише у відповідності до зростання концентрації епімутагену, різниця за сортами була лише для ваги зерна з рослини. Усі концентрації діють як помірні, не досягаючи рівня  $RD_{50}$ .

Класифікаційний аналіз за канонічними функціями (Рис. 1) показав, що системи ознак за варіативністю фактично поділилися на три групи – перша група відповідає NP-40 0,01 %, друга – NP-40 0,05 % та NP-40 0,1 %, четверта – NP-40 0,5 %. Перехідні значення відсутні. Розрідженість груп свідчить, що внутрішньогрупова варіативність постійно зрос-

тає при підвищенні концентрації. Дискримінантний аналіз показав суттєвість впливу на розташування об'єктів згідно канонічних функцій для ознак схожості, виживання, фертильності, висоти рослин, ваги зерна з колосу та МТЗ (таблиця 4).

Результатом дискримінантного аналізу є встановлення вирішальної вагомості таких ознак при прояві мутагенної депресії як схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та МТЗ, частково вага зерна з рослини.

**Висновки.** Прояв активності епімутагену NP-40 через ефекти депресії доволі помірний, навіть у випадку чутливих сортів він незначно перевищує помірну за загальноприйнятою класифікації дії. Вихідний сортовий матеріал переважно толерантний до дії, депресивні ефекти за досліджуваними параметрами в жодному випадку не досягли значень  $LD_{50}$ , або  $RD_{50}$  по відношенню до контролю. За рівнем викликаної мутагенної депресії відповідає хімічним супермутагенам з низькою ушкоджувальною здатністю. На відміну від попередньо досліджених білкових детергентів має менш депресивний характер та активніше взаємодіє з сортовим матеріалом. Продемонстрував значиму генотип-мутагенну взаємодію для першою групи ознак (онтогенетичні параметри) та ваги зерна з рослини та переважно для сорту Сейлор. Характерною особливістю є відстрочений характер депресивної дії, котрий проявляється через віддалену загибель рослин при моніторингу перезимівлі – більшим терміном після дії. В подальшому планується вивчення частоти та спектру мутацій у другому-третьому поколінні.



**Рис. 1 – Класифікаційний аналіз за окремими концентраціями Nonidet P-40.**

**Таблиця 4 – Результати дискримінантного аналізу за даними досліджених показників при дії Nonidet P-40**

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса $\lambda$	F-remove (4,55)	p-level
Схожість, шт.	0,41	20,10	<0,01
Вживання, шт.	0,34	12,31	<0,01
Фертильність, %	0,42	21,07	<0,01
Висота, см	0,38	14,52	<0,01
Загальна куцистість	0,02	1,40	0,19
Продуктивна куцистість	0,02	1,24	0,20
Довжина головного колосу, см	0,02	1,23	0,19
Кількість колосків, шт.	0,02	1,16	0,21
Зерна з головного колосу, шт.	0,07	2,00	0,09
Вага зерна з головного колосу, гр.	0,23	8,69	0,01
Вага зерна з рослини, гр.	0,20	6,82	0,01
МТЗ, гр.	0,41	20,12	<0,01

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Abdoun A., Mekki L., Hamwiah A., Badr A. (2022). Effects of  $\gamma$ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta Agriculturae Slovenica*, 118(2), 1–16. doi: 10.14720/aas.2022.118.2.2538

2. Abdel-Hamed A., El-Sheikh Aly M., Saber S. (2021). Effect of some mutagens for induced mutation

and detected variation by SSR marker in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Archives of Agricultural Sciences*, 4(2), P. 80–92. doi: 10.21608/AASJ.2021.86747.1076

3. 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*, 4, P. 38–40. doi: 10.25081/jpsp.2018.v4.3504

4. Bezie Y., Tilahun T., Atnaf M., Taye M. (2020).

The potential applications of site-directed mutagenesis for crop improvement: A review. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 24, P. 229–244. doi: 10.1101/2020.10.01.321984

5. Lal R., Chanotiya C., Gupta P. (2020). Induced mutation breeding for qualitative and quantitative traits and varietal development in medicinal and aromatic crops at CSIR-CIMAP, Lucknow (India): past and recent accomplishment. *International Journal of Radiation Biology*, 96(12), P. 1513–1527. doi: 10.1080/09553002.2020.1834161

6. 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*, 1(1), P. 29–34. doi: 10.52878/ipsi.2021.1.1.4

7. Nazarenko M., Izhboldin O., Izhboldina O. (2022). Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*, 11(2), P. 116–123.

8. OlaOlorun B., Shimelis H., Mathew I. (2021). Variability and selection among mutant families of wheat for biomass allocation, yield and yield-related traits under drought stressed and non-stressed conditions. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 207, P. 404–421. doi: 10.1111/jac.12459

9. Ram H., Soni P., Salvi P., Gandass N., Sharma A., Kaur A., Sharma T. (2019). Insertional mutagenesis approaches and their use in rice for functional genomics. *Plants*, 8, 310. doi: 10.3390/plants8090310

10. 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*, 28(8), P. 1571–1586. doi: 10.1007/s12298-022-01225-0

11. Yali W., Mitiku T. (2022). Mutation breeding and its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10, P. 64–70. doi: 10.11648/j.jps.20221002.13

#### REFERENCES:

1. Abdoun A., Mekki L., Hamwih A., Badr A. (2022). Effects of  $\gamma$ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta Agriculturae Slovenica*, 118(2), 1–16. doi: 10.14720/aas.2022.118.2.2538

2. Abdel-Hamed A., El-Sheikh Aly M., Saber S. (2021). Effect of some mutagens for induced mutation and detected variation by SSR marker in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Archives of Agricultural Sciences*, 4(2), P. 80–92. doi: 10.21608/AASJ.2021.86747.1076

3. 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*, 4, P. 38–40. doi: 10.25081/jpsp.2018.v4.3504

4. Bezie Y., Tilahun T., Atnaf M., Taye M. (2020). The potential applications of site-directed mutagenesis for crop improvement: A review. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 24, P. 229–244. doi: 10.1101/2020.10.01.321984

5. Lal R., Chanotiya C., Gupta P. (2020). Induced mutation breeding for qualitative and quantitative traits and varietal development in medicinal and aromatic crops at CSIR-CIMAP, Lucknow (India): past and recent accomplishment. *International Journal of Radiation Biology*, 96(12), P. 1513–1527. doi: 10.1080/09553002.2020.1834161

6. 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*, 1(1), P. 29–34. doi: 10.52878/ipsi.2021.1.1.4

7. Nazarenko M., Izhboldin O., Izhboldina O. (2022). Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*, 11(2), P. 116–123.

8. OlaOlorun B., Shimelis H., Mathew I. (2021). Variability and selection among mutant families of wheat for biomass allocation, yield and yield-related traits under drought stressed and non-stressed conditions. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 207, P. 404–421. doi: 10.1111/jac.12459

9. Ram H., Soni P., Salvi P., Gandass N., Sharma A., Kaur A., Sharma T. (2019). Insertional mutagenesis approaches and their use in rice for functional genomics. *Plants*, 8, 310. doi: 10.3390/plants8090310

10. 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*, 28(8), P. 1571–1586. doi: 10.1007/s12298-022-01225-0

11. Yali W., Mitiku T. (2022). Mutation breeding and its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10, P. 64–70. doi: 10.11648/j.jps.20221002.13

**Окселенко О.М., Назаренко М.М., Гуленко О.І. Особливості впливу Nonidet P-40 як епімутагену на рослини пшениці озимої**

Хімічний мутагенез зарекомендував себе як ефективний засіб генетичного поліпшення культурних рослин та отримання нових з унікальними ознаками, котрі не можна отримати з існуючих генетичних колекцій, або впровадження котрих потребує непропорційно зусиль через небажані генетичні композиції або притаманні додаткові негативні якості вихідного матеріалу. **Мета.** Дослідження повинні були встановити ефект мутагенної депресії у першого покоління сортів пшениці озимої, що отримали дію аналогового епімутагену Nonidet P-40, вплив дії його окремих концентрацій на показники росту та розвитку.

**Методи:** Насіння сортів пшениці озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином Nonidet P-40 у концентраціях 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,5 %, контролем була вода. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії епімутагену 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.** Проведення дослідження по впливу окремих чинників показало, що схожість та виживання рослин пшениці озимої залежало як від сорту, так і знижувалося при підвищенні концентрації епімутагенного агента. Достовірною була наявність віддаленої у часі загибелі рослин через постдію речовини. По характеру реакції на NP-40 фактично матеріал можна поділити на дві групи – у першій сорти NE 12443, Ронін,

у другій сорти менш толерантні до дії агенту Фаррел та Сейлор. Різниця була хоч і достовірною та за загальною класифікацією доз та концентрацій не суттєвою – усе відносилось до діапазону помірних (70-80 % від ознаки). Активність помірна та не призводить до зниження життєдіяльності до рівня  $LD_{50}$ , або  $RD_{50}$ . Дія NP-40 достовірно вплинула на підвищення стерильності. Встановлено вирішальну вагомість таких ознак при прояві мутагенної депресії як схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та МТЗ, частково вага зерна з рослини. **Висновки.** Ефект депресії при дії NP-40 доволі помірний, навіть у випадку чутливих сортів ефект незначно перевищує помірну, за досліджуваними параметрами в жодному випадку не досягли значень  $LD_{50}$ , або  $RD_{50}$ . За рівнем викликаного мутагенної депресії відповідає хімічним супермутагенам з низькою ушкоджувальною здатністю. Має менш депресивний характер дії. Значима генотип-мутагенна взаємодія тільки для першою групи ознак та ваги зерна з рослини. Характерною особливістю є відстрочений характер депресивної дії.

**Ключові слова:** пшениця озима, епімутаген, Nonidet P-40, депресія.

**Okselenko O.M., Nazarenko M.M., Hulenko O.I. Peculiarities of the Nonidet P-40 action as epimutagen on winter wheat plants**

Chemical mutagenesis has proven itself as an effective means of genetic improvement of cultivated plants and obtaining new ones with unique characteristics that cannot be obtained from existing genetic collections, or the introduction of which requires disproportionate efforts due to undesirable genetic compositions or inherent additional negative qualities of the initial material. **Purpose.** Research was supposed to establish the effect of mutagenic depression in the first generation of winter wheat varieties that received the effect of the analog epimutagen Nonidet P-40, the effect of its individual concentrations on growth and development traits. **Methods:** The seeds of winter wheat varieties Farrell, NE 12443, Ronin, Sailor were treated with water solution of Nonidet P-40 in concen-

trations of 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, the control was water. For each treatment 1000 grains of winter wheat were taken. Exposure to epimutagen 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.** Conducting a study on the influence of individual factors showed that the germination and survival of winter wheat plants depended both on the variety and decreased with an increased concentration of the epimutagenic agent. The presence of plant death due to the after-effect of the substance was reliable. According to the nature of the reaction to NP-40, the material can actually be divided into two groups – in the first variety NE 12443, Ronin, in the second variety Farrell and Sailor are less tolerant to the agent. Although the difference was reliable and, according to the general classification of doses and concentrations, not significant – everything belonged to the moderate range (70-80% of the trait). The activity is moderate and does not lead to a decrease in vital activity to the level of  $LD_{50}$  or  $RD_{50}$ . The action of NP-40 reliably affected the increase in sterility. The decisive importance of such signs in the manifestation of mutagenic depression as germination, survival, fertility, weight of grain from the main ear and TGW, partially weight of grain from the plant was established. **Findings.** The effect of depression under the action of NP-40 is quite moderate, even in the case of sensitive varieties, the effect slightly exceeds the generally accepted classification of action, according to the studied parameters, in no case did they reach the  $LD_{50}$  or  $RD_{50}$  values in relation to the control. In terms of the level of induced mutagenic depression, it corresponds to chemical supermutagens with a low damaging capacity. Has a less depressing nature of action. A significant genotype-mutagenic interaction is only for the first group of traits and the weight of the grain from the plant. A characteristic feature is the delayed nature of the depressive action.

**Key words:** winter wheat, epimutagen, Nonidet P-40, depression.