

МУТАГЕННА ДЕПРЕСІЯ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ ВИСОКОАКТИВНИХ СУПЕРМУТАГЕНІВ

КРИШИН Р.О. – аспірант

orcid.org/0009-0005-2362-8698

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 супермутагенів дозволяє суттєво розшири межі мінливості вихідного матеріалу пшениці озимої з метою отримання нових цінних форм [2]. Використання цього методу з одного боку суттєво пришвидшує процес генетичного поліпшення існуючих вихідних форм, з іншого натикається на проблему виникнення явища мутагенної депресії та, як наслідок, зниження можливостей по використанню отриманої в першому поколінні мутантної популяції [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості генетичної активності мутагенних чинників проявляється вже при отриманні мутантної популяції в явищі так званої мутагенної депресії, іноді – стимуляції [4, 5]. Особливе значення має використання хімічних чинників з генетичною активністю зосередженою переважно на локальних змінах споріднених регіонів спадкової речовини без суттєвого погіршення життєздатності [6, 7].

Основними проблемами залишається непропорційне зростання депресивних наслідків при більш низьких темпах цінних змін та комплексна мінливість при дії хімічних супермутагенів, що може бути врегульовано відповідним добором вихідного матеріалу [8, 10].

Найбільш перспективним в сучасних уявленнях є отримання більшої вибірки мутантного матеріалу, при збереженні рівня мінливості характерного для високої активності мутагенних чинників, використання хімічних агентів з модифікованим впливом на структуру ДНК [9, 10].

Мета. Метою досліджень було виявити особливості генотип-мутагенної взаємодії двох контрастних генотипів пшениці озимої при дії хімічних супермутагенів з високою ушкоджувальною активністю при загальноприйнятому для генетичного поліпшення діапазоні концентрацій.

Матеріали та методика досліджень. Насіння двох сортів пшениці озимої Алтіго та Співанка обробляли водним розчином хімічних мутагенів азиду натрію у концентраціях 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1% та етилметансульфонату (тут та далі ЕМС) у концентраціях 0,025%, 0,05%, 0,1%. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 24 години. Для контролю використовували необроблені вихідні форми (зерна сортів, замочені у воді).

У першому поколінні мутантів сортів, що отримали мутагенну дію була проведена оцінка таких онтогенетичних показників як схожість, виживання після періоду перезимівлі, фертильність, ознаки структури врожай-

ності. Посів проводили вручну, із нормою 1000 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 15 см, ділянка 10 рядків, контроль на початку для кожного сорту. Стерильність пилку визначали світловим мікроскопуванням пофарбованих ацетокарміном зразків (20–25 препаратів). Проводили структурний аналіз 25–30 рослин.

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математичну обробку результатів проводили факторним аналізом за допомогою модуля ANOVA, ідентифікацію модельних параметрів мутагенної депресії здійснювали дискримінантним аналізом. У всіх випадках використовували стандартні засоби програми Statistica 10.0.

Результати досліджень. Всього було висіяно 16 варіантів, оцінка перших етапів онтогенезу, таких як схожість та виживання після зимового періоду, наведені в таблиці 1. У контрольного сорту Співанка схожість становила 94,3%, що є нормальним показником для цього сорту. Під впливом ЕМС схожість знизилася наступним чином ЕМС 0,025% – 85,3%, 0,05% – 74,7% і 0,1% – 61,0%. Таким чином, вища концентрація ЕМС за своїм ефектом у зменшенні схожості наближалася до напівлетальної, схожість зменшувалася зі статистичною значущістю з кожною вищою градацією концентрації ($F=17,19$; $F_{0,05}=2,88$; $P=0,001$), що вказує на значний депресивний ефект цього мутагену.

За дії азиду натрію в концентраціях 0,01%, 0,025%, 0,05% і 0,1% схожість становила відповідно 85,3%, 72,7%, 60,3% і 52,3%. Так, азид натрію як мутаген мав значно більш значний депресивний ефект; вища концентрація цього фактору виявилася напівлетальною для обох сортів. Спостерігалось статистично достовірне зниження схожості озимої пшениці з кожним збільшенням концентрації азиду натрію ($F=12,17$; $F_{0,05}=3,16$; $P=0,01$).

На контролі сорту Алтіго схожість становила 91,7%, що пов'язано з нижчою адаптивністю сорту до умов регіону. Найвища концентрація ЕМС за ефектом зменшення параметрів схожості та виживання була напівлетальною, схожість зменшувалася зі статистично значущою значущістю з кожною вищою градацією концентрації ($F=21,23$; $F_{0,05}=2,88$; $P=0,001$). Мутагенна депресія у цього сорту перевищувала показники сорту Співанка, що може бути пов'язано як з більшою чутливістю, так і з меншою адаптивністю до умов вирощування.

Азид натрію як мутаген мав значно більш значну депресивну дію, вища концентрація виявилася більш ніж напівлетальною для сорту Алтіго, передостання доза відповідала приблизно напівлетальній. Спостерігалось статистично достовірне зниження схожості озимої пшениці з кожним збільшенням концентрації азиду натрію ($F=26,34$; $F_{0,05}=3,16$; $P<0,01$).

Таким чином, сорт Співанка, як місцевий сорт, виявився значно більш стійким до депресивних впливів у першому поколінні, ніж французький сорт. У свою чергу, як мутаген, азид натрію виявляв свою дію в цілому сильніше за аналогічних концентрацій, ніж ЕМС.

Діапазон застосованих концентрацій досяг напівлетальних значень. У результаті факторного аналізу виявлено значущий вплив генотипу (сорту) ($F=40,76$; $F_{0,05}=5,59$; $P<0,01$) та підвищення концентрації мутагенів ($F=188,50$; $F_{0,05}=3,78$; $P<0,01$) у всіх випадках. Різниця по порозимівлі також цілком достовірна ($F=17,21$; $F_{0,05}=5,17$; $P<0,01$).

Дані аналізу фертильності пилку пшениці озимої представлені в таблицях 2-3. Цей показник суттєво відтворює підвищення концентрації мутагену ($F=163,17$;

$F_{0,05}=3,11$; $P<0,01$) та зміни по генотипу між двома сортами ($F=23,19$; $F_{0,05}=5,17$; $P<0,01$).

В усіх випадках для усіх сортів стерильність статистично значимо підвищувалася при дії усіх концентрацій. Генотипова варіанса була достовірною при дії вищих концентрацій на користь більш сильною у азиду натрію ($F=12,17$; $F_{0,05}=5,17$; $P=0,005$).

В таблиці 4 наведені дані щодо особливостей прояву впливу мутагену на елементи структури врожайності. Проводився аналіз за 9 ознаками, але загальна та продуктивна куцистість, довжина, кількість колосків головного колосу не наведені, оскільки варіативність спостерігалась значимо лише при дії четвертої та, не завжди третьої концентрації азиду натрію, та третьої концентрації ЕМС.

Представлено дані тільки за тими ознаками, що проявляля високі або мінімум посередню мінливість, тобто параметри висоти, кількості зерна та його ваги з головного колосу, озерненість рослини та маса тисячі зерен. Аналіз даних показав, що за першою ознакою статистично достовірно відрізняється депресія усіх варіантів за концентраціями одне від одного в рамках сорту та

Таблиця 1

Схожість та виживання першого покоління пшениці озимої, що отримала мутагенну дію

Варіант	Схожість		Вживання	
	шт.	%	шт.	%
Співанка, контроль	943	94,33 ± 1,53	939	93,9 ± 1,0a
Співанка, ЕМС 0,025%	853	85,33 ± 3,21	813	81,3 ± 1,0b
Співанка, ЕМС 0,05%	747	74,67 ± 2,52	709	70,9 ± 1,2c
Співанка, ЕМС 0,1%	610	61,00 ± 3,61	601	60,1 ± 1,0d
Співанка, азид натрію 0,01%	853	85,33 ± 1,53	820	82,0 ± 1,2b
Співанка, азид натрію 0,025%	727	72,67 ± 2,08	701	70,1 ± 1,1c
Співанка, азид натрію 0,05%	603	60,33 ± 1,53	578	57,8 ± 1,1d
Співанка, азид натрію 0,1%	523	52,33 ± 2,52	493	49,3 ± 1,1e
Алтіго, контроль	917	91,67 ± 0,58	911	91,1 ± 1,0a
Алтіго, ЕМС 0,025%	830	83,00 ± 3,61	801	80,1 ± 1,2b
Алтіго, ЕМС 0,05%	710	71,00 ± 1,00	656	65,6 ± 1,1c
Алтіго, ЕМС 0,1%	560	56,00 ± 2,65	501	50,1 ± 1,1d
Алтіго, азид натрію 0,01%	793	79,33 ± 2,08	741	74,1 ± 1,0b
Алтіго, азид натрію 0,025%	666	66,67 ± 2,08	604	60,4 ± 1,1c
Алтіго, азид натрію 0,05%	546	54,67 ± 1,53	502	50,2 ± 1,4d
Алтіго, азид натрію 0,1%	430	43,00 ± 2,00	381	38,1 ± 1,0e

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

Таблиця 2

Стерильність пилку у першого покоління пшениці озимої за дії ЕМС

Сорт	Контроль	ЕМС 0,025%	ЕМС 0,05%	ЕМС 0,1%
Співанка	97,7 ± 0,8 ^a	89,3 ± 1,0 ^b	79,2 ± 1,0 ^c	69,9 ± 1,4 ^d
Алтіго	95,8 ± 0,8 ^a	86,7 ± 0,9 ^b	77,3 ± 0,9 ^c	65,1 ± 1,4 ^d

Таблиця 3

Стерильність пилку у першого покоління пшениці озимої за дії азиду натрію

Сорт	Контроль	Азид натрію 0,01%	Азид натрію 0,025%	Азид натрію 0,05%	Азид натрію 0,1%
Співанка	97,7 ± 0,8 ^a	88,6 ± 1,1 ^b	81,2 ± 1,0 ^c	72,5 ± 1,2 ^d	65,7 ± 1,2 ^e
Алтіго	95,8 ± 0,8 ^a	87,2 ± 1,0 ^b	79,5 ± 0,9 ^c	67,1 ± 1,1 ^d	54,3 ± 1,3 ^e

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

Таблиця 4

Елементи структури врожайності. Прояв мутагенної депресії

Варіант	Висота, см.	Кількість зерен, шт	Вага зерна, г.		МТЗ, г.
			з колосу	з рослини	
Співанка, вода	87,7 ^a	33,0 ^a	1,23 ^a	3,64 ^a	40,1 ^a
Співанка, ЕМС 0,025%	81,2 ^b	32,0 ^a	1,12 ^b	3,39 ^b	37,2 ^b
Співанка, ЕМС 0,05%	74,5 ^c	31,0 ^a	1,01 ^c	3,07 ^c	32,5 ^c
Співанка, ЕМС 0,1%	67,5 ^d	25,0 ^b	0,90 ^d	2,12 ^d	26,9 ^d
Співанка, азид натрію 0,01%	83,1 ^b	32,0 ^a	1,14 ^b	3,22 ^b	38,1 ^b
Співанка, азид натрію 0,025%	79,2 ^c	31,0 ^a	0,98 ^c	2,83 ^c	34,2 ^c
Співанка, азид натрію 0,05%	74,8 ^d	25,0 ^b	0,83 ^d	2,28 ^d	27,5 ^d
Співанка, азид натрію 0,1%	71,1 ^e	13,0 ^b	0,71 ^e	1,61 ^e	22,0 ^e
Алтїго, кт.	75,4 ^a	31,0 ^a	1,34 ^a	4,01 ^a	45,9 ^a
Алтїго, ЕМС 0,025%	71,1 ^b	29,0 ^a	1,19 ^b	3,51 ^b	41,3 ^b
Алтїго, ЕМС 0,05%	66,9 ^c	29,0 ^a	1,00 ^c	2,98 ^c	36,1 ^c
Алтїго, ЕМС 0,1%	63,1 ^d	24,0 ^b	0,87 ^d	2,61 ^d	30,0 ^d
Алтїго, азид натрію 0,01%	72,5 ^b	29,0 ^a	1,12 ^b	3,61 ^b	40,7 ^b
Алтїго, азид натрію 0,025%	69,1 ^c	29,0 ^a	0,97 ^c	3,08 ^c	35,2 ^c
Алтїго, азид натрію 0,05%	65,4 ^d	24,0 ^b	0,83 ^d	2,48 ^d	31,0 ^d
Алтїго, азид натрію 0,1%	61,5 ^e	22,0 ^b	0,68 ^e	1,61 ^e	26,1 ^e

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

мутагену та від контролю. В усіх випадках чітко ідентифікується дія азиду натрію ($F=67,20$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$) та ЕМС ($F=34,11$; $F_{0,05}=3,21$; $P < 0,01$). Різниця між генотипами є не для всіх концентрацій, але в цілому значима також ($F=8,07$; $F_{0,05}=4,14$; $P = 0,02$).

Озерненість головного колосу менш мінлива, але все ж таки різниця для генотипів ($F=4,47$; $F_{0,05}=4,14$; $P = 0,05$) та різних концентрацій ($F=8,07$; $F_{0,05}=2,89$; $P = 0,02$) статистично достовірна. Для обох сортів фактично усі концентрації поділилися на дві групи, тобто різниця появлялася лише при дії третьої-четвертої концентрації у азиду натрію та найвищої у ЕМС.

Параметри вага зерно з головного колосу та вага зерна з рослини мають подібну мінливість. Кожна концентрація відрізнялась одна від одної та від контролю. Різниця для сортів ($F=5,66$; $F_{0,05}=4,14$; $P = 0,04$) та різних концентрацій ($F=54,10$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$) статистично достовірна.

МТЗ теж статистично достовірно знижується кожного разу при зростанні концентрації. Різниця для сор-

тів ($F=4,34$; $F_{0,05}=4,14$; $P = 0,05$) та різних концентрацій ($F=92,43$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$) статистично достовірна.

Для класифікації та підтвердження параметрів мінливості по кожній ознаці був проведений дискримінантний аналіз (таблиця 5).

Виявлені ознаки за рівнем мінливості відповідали тим же при факторному аналізі. Високомінливими були схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що достовірно відтворювали мутагенну депресію

Висновки. В цілому азид натрію викликає суттєво вищий рівень мутагенної депресії ніж етилметансульфонат, а сорт Алтїго за своїми генетичними потенціями більш вразливий до мутагенної дії ніж сорт Співанка, хоча й не завжди різниця статистично достовірна, особливо при дії помірних (перші дві) концентрацій обох мутагенів. Застосування третьої концентрації ЕМС та третьої-четвертої азиду натрію призводить до суттєвої загибелі рослинного матеріалу, та не є бажаним.

Таблиця 5

Результати дискримінантного аналізу за даними онтогенезу пшениці озимої в першому поколінні

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,11)	p-level
Схожість, шт.	0,41	17,09	<0,01
Вживання, шт.	0,50	19,22	<0,01
Фертильність, %	0,58	21,13	<0,01
Висота, см	0,48	18,99	<0,01
Загальна кущистість	0,03	1,12	0,18
Продуктивна кущистість	0,03	1,13	0,18
Довжина головного колосу, см	0,02	0,89	0,20
Кількість колосків, шт.	0,02	0,79	0,21
Зерна з головного колосу, шт.	0,08	2,16	0,08
Вага зерна з головного колосу, гр.	0,41	15,98	<0,01
Вага зерна з рослини, гр.	0,26	8,92	0,01
МТЗ, гр.	0,58	24,16	<0,01

Більш оптимальним по рівню депресії є використання ЕМС у концентраціях 0,025% та 0,05% та азиду натрію у концентраціях 0,01% та 0,025%. Високу мінливість при підвищенні концентрації мутагенів мають ознаки схожості, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що є моніторинговими для депресійних ефектів. В подальшому планується проведення аналізу цитогенетичної активності чинників на обох сортах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Beiko V., Nazarenko M. (2022). Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*, 5(2), 43–48. doi: 10.32819/021106
2. Bilgin O., Sarier S., Başer I., & Balkan A. (2022). Enhancement of androgenesis and plant regeneration from wheat anther culture by seed pre-sowing gamma irradiation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19(2), 354–365. doi: 10.33462/jotaf.993270
3. Ergün N., Akdoğan G., Ünver İkincikarakaya S., Aydoğan S. (2023). Determination of Optimum Gamma Ray Irradiation Doses for Hulless Barley (*Hordeum vulgare* var. nudum L. Hook. f.) Genotypes. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 33, 219–230. doi: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1248710>
4. Jalal A., Oliveira J., Ribeiro J., Fernandes G., Mariano G., Trindade V., Reis A.R. (2021). Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111225.
5. Gupta S., Datta A., Pramanik A., Biswas J., Karmakar R. (2019). X-ray and gamma irradiation induced chromosomal aberrations in plant species as the consequence of induced mutagenesis – an overview. *Plant Archives*, 19, 1973–1979.
6. Hong M., Kim D., Jo Y., Choi H.-I., Ahn J.-W., Kwon S.-J., Kim S., Seo Y., Kim J.-B. (2022). Biological Effect of Gamma Rays According to Exposure Time on Germination and Plant Growth in Wheat. *Applied Sciences*, 12, 3208. doi: <https://doi.org/10.3390/app12063208>
7. Nazarenko M. (2020). Induction of winter wheat plant structure mutations by chemomutagenesis. *Agrology*, 3(1), 57–65. doi: 10.32819/020008
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Laing M., Mathew I. (2021). Development of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Populations for Drought Tolerance and Improved Biomass Allocation Through Ethyl Methanesulphonate Mutagenesis. *Frontiers in Agronomy*, 3, 655820. doi: 10.3389/fagro.2021.
9. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. (2022). Optimized gamma radiation produces physiological and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28(8), 1571–1586. doi: 10.1007/s12298-022-01225-0
10. Von Well E., Fossey A., Booyse M. (2022). Effect of gamma irradiation on nucleolar activity, an indicator of metabolic activity, in root tip cells of tetraploid *Triticum turgidum* ssp. durum L. *Protoplasma*, 259(2), 453–468. doi: 10.1007/s00709-021-01684-4

REFERENCES:

1. Beiko V., Nazarenko M. (2022). Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*, 5(2), 43–48. doi: 10.32819/021106
2. Bilgin O., Sarier S., Başer I., & Balkan A. (2022). Enhancement of androgenesis and plant regeneration from wheat anther culture by seed pre-sowing gamma irradiation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19(2), 354–365. doi: 10.33462/jotaf.993270
3. Ergün N., Akdoğan G., Ünver İkincikarakaya S., Aydoğan S. (2023). Determination of Optimum Gamma Ray Irradiation Doses for Hulless Barley (*Hordeum vulgare* var. nudum L. Hook. f.) Genotypes. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 33, 219–230. doi: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1248710>
4. Jalal A., Oliveira J., Ribeiro J., Fernandes G., Mariano G., Trindade V., Reis A.R. (2021). Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111225.
5. Gupta S., Datta A., Pramanik A., Biswas J., Karmakar R. (2019). X-ray and gamma irradiation induced chromosomal aberrations in plant species as the consequence of induced mutagenesis – an overview. *Plant Archives*, 19, 1973–1979.
6. Hong M., Kim D., Jo Y., Choi H.-I., Ahn J.-W., Kwon S.-J., Kim S., Seo Y., Kim J.-B. (2022). Biological Effect of Gamma Rays According to Exposure Time on Germination and Plant Growth in Wheat. *Applied Sciences*, 12, 3208. doi: <https://doi.org/10.3390/app12063208>
7. Nazarenko M. (2020). Induction of winter wheat plant structure mutations by chemomutagenesis. *Agrology*, 3(1), 57–65. doi: 10.32819/020008
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Laing M., Mathew I. (2021). Development of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Populations for Drought Tolerance and Improved Biomass Allocation Through Ethyl Methanesulphonate Mutagenesis. *Frontiers in Agronomy*, 3, 655820. doi: 10.3389/fagro.2021.
9. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. (2022). Optimized gamma radiation produces physiological and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28(8), 1571–1586. doi: 10.1007/s12298-022-01225-0
10. Von Well E., Fossey A., Booyse M. (2022). Effect of gamma irradiation on nucleolar activity, an indicator of metabolic activity, in root tip cells of tetraploid *Triticum turgidum* ssp. durum L. *Protoplasma*, 259(2), 453–468. doi: 10.1007/s00709-021-01684-4

Кришин Р.О., Назаренко М.М. Мутагенна депресія у пшениці озимої при дії високоактивних супермутагенів

Використання хімічних супермутагенів дозволяє суттєво пришвидшити процес генетичного поліпшення існуючих вихідних форм, але натикається на проблему виникнення явища мутагенної депресії. **Мета.** Метою досліджень було виявити особливості генотип-мутагенної взаємодії двох контрастних генотипів пшениці озимої при дії хімічних супермутагенів з високою ушкоджувальною активністю при загальноприйнятому для генетичного поліпшення діапазоні концентрацій. **Методи.**

Насіння двох сортів пшениці озимої Алтіго та Співанка обробляли водним розчином хімічних мутагенів азиду натрію у концентраціях 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1% та етилметансульфонату (тут та далі ЕМС) у концентраціях 0,025%, 0,05%, 0,1%. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 24 години. Для контролю використовували необроблені вихідні форми (зерна сортів, замочені у воді). Стерильність пилку визначали світловим мікроскопуванням пофарбованих ацетокарміном зразків (20–25 препаратів). Проводили структурний аналіз рослин. **Результати.** За показниками онтогенезу сорт Співанка виявився значно більш стійким до депресивних впливів у першому поколінні, ніж французький сорт. У свою чергу, як мутаген, азид натрію виявляв свою дію в цілому сильніше за аналогічних концентрацій, ніж ЕМС. Діапазон застосованих концентрацій досяг напівлетальних значень. У результаті факторного аналізу виявлено значущий вплив генотипу (сорту) та підвищення концентрації мутагенів у всіх випадках. Різниця по Perezimskiy також цілком достовірною. В усіх випадках для усіх сортів стерильність статистично значимо підвищувалася при дії усіх концентрацій. Генотипова варіанса була достовірною при дії вищих концентрацій на користь більш сильної дії у азиду натрію. Значиму мутагену депресію при кожному підвищенні концентрації показали параметри висоти стебла, ваги зерна з головного колосу, озерненість рослини та маса тисячі зерен. Різниця між генотипами є не для всіх концентрацій, але в цілому значима. Випадків стимуляції не зафіксовано. Дискримінантний аналіз показав, що високомінливими були схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що достовірно відтворювали мутагенну депресію. **Висновки.** Азид натрію викликає суттєво вищий рівень мутагенної депресії ніж етилметансульфонат, а сорт Алтіго за своїми генетичними потенціями більш вразливий ніж сорт Співанка. Застосування третьої концентрації ЕМС та третьої-четвертої азиду натрію призводить до суттєвої загибелі рослинного матеріалу, та не є бажаним. Більш оптимальним по рівню депресії є використання ЕМС у концентраціях 0,025% та 0,05% та азиду натрію у концентраціях 0,01% та 0,025%. Високу мінливість при підвищенні концентрацій мутагенів мають ознаки схожість, виживання, фертильність, вага зерна з головного колосу та з рослини, МТЗ, що є моніторинговими для депресивних ефектів.

Ключові слова: пшениця озима, хімічний мутаген, супермутаген, депресія.

Kryshyn R.O., Nazarenko M.M. Mutagenic depression in winter wheat under the action of highly active supermutagens

The use of chemical supermutagens makes it possible to significantly speed up the process of genetic improvement

of existing original forms, but runs into the problem of the phenomenon of mutagenic depression. **Purpose.** The aim of the research was to reveal the features of the genotype-mutagenic interaction of two contrasting genotypes of winter wheat under the action of chemical supermutagens with high damaging activity in the generally accepted range of concentrations for genetic improvement. **Methods.** The seeds of two varieties of winter wheat, Altigo and Spivanka, were treated with an aqueous solution of the chemical mutagens sodium azide in concentrations of 0.01%, 0.025%, 0.05%, 0.1% and ethyl methanesulfonate (hereinafter EMS) in concentrations of 0.025%, 0.05%, 0.1%. 1000 grains of winter wheat were used for each treatment. Exposure to the mutagen was 24 hours. Unprocessed initial forms (grains of varieties soaked in water) were used for control. Pollen sterility was determined by light microscopy of acetocarmine-stained samples (20–25 preparations). Structural analysis of plants was carried out. **Results.** According to the indicators of ontogenesis, the Spivanka variety was much more resistant to depressive influences in the first generation than the French variety. In turn, as a mutagen, sodium azide showed its effect in general more strongly at similar concentrations than EMS. The range of applied concentrations reached semi-lethal values. As a result of the factor analysis, a significant influence of the genotype (variety) and an increase in the concentration of mutagens was revealed in all cases. The difference in overwintering is also quite reliable. In all cases, for all varieties, sterility increased statistically significantly under the influence of all concentrations. The genotypic variance was reliable at higher concentrations in favor of a stronger effect of sodium azide. Significant mutagen depression at each increased concentration was shown by the parameters of stem height, grain weight from the head, grain size of the plant, and weight of a thousand grains. The difference between the genotypes is not for all concentrations, but in general it is significant. No cases of stimulation were recorded. Discriminant analysis showed that germination, survival, fertility, grain weight from the main spike and from the plant, TGW, were highly variable, reliably reproducing mutagenic depression. **Findings.** Sodium azide causes a significantly higher level of mutagenic depression than ethyl methanesulfonate, and the variety Altigo is more vulnerable than the variety Spivanka in terms of its genetic potencies. The use of the third concentration of EMS and the third-fourth sodium azide leads to the significant death of plant material, and is not desirable. The most optimal level of depression is the use of EMS in concentrations of 0.025% and 0.05% and sodium azide in concentrations of 0.01% and 0.025%. Germination, survival, fertility, grain weight from the main ear and from the plant, TGW, which are monitoring for depressive effects, have high variability at increased concentrations of mutagens.

Key words: winter wheat, chemical mutagenesis, supermutagen, depression.