

УДК 633.11:631.95:575.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.6>

## СПАДКОВІ ЗМІНИ ПРИ ДІЇ МАЛОПОШИРЕНОГО ХІМІЧНОГО ЧИННИКА У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**Горшар В.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Назаренко М.М.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри селекції і насінництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Використання нових факторів на локальному матеріалі дозволяє сподіватися на значні зміни в спектрі та частоті отриманих змін, переважання певних типів цінних мутацій у разі виявлення більш чутливого генотипу. Насіння пшениці озимої 8 сортів Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна (по 1000 зерен на кожну концентрацію) обробили АН (азид натрію) 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1% у водному розчині. Експозиція 24 години. У поколіннях  $M_2$ – $M_3$  мутації були ідентифіковані шляхом візуальної оцінки та біометричного аналізу структури врожайності. Всього досліджено 19400 родин у другому поколінні та 1692 мутантних лінії у третьому поколінні. Для першої групи сортів мутагенна дія була значущою для дисперсії зміни концентрації мутагену та для взаємодії генотип-мутаген, але не для генотипів. Для другої також і для генотипів. Азид натрію за своєю дією на окремі сорти суттєво відрізняється від раніше досліджених речовин з високою ушкоджуючою здатністю. Істотно зменшення кількості ознак, за якими пройшли мутації зі збільшенням концентрації до максимуму, спостерігається лише у сорту Нива Одеська. За цієї ознакою низьким рівнем у порівнянні із сортами другої групи відрізняються лише Полянка та Почайна. Отримані дані свідчать про достатню ефективність застосованого супермутагену як щодо індукції загальної мінливості, так і щодо впливу на окремі ознаки. При цьому слід зазначити, що ефективність цього агента полягає насамперед у зміні висоти рослин (індукція низькорослих і напівкарликових форм як обов'язкової складової інтенсивного екотипу), скоростиглості та стійкості до хвороб. Дискримінаційний аналіз продемонстрував чітку різницю в ефектах окремих концентрацій мутагенів – що перша-третья концентрації можуть бути більш ефективними. Досліджуваний хімічний супермутаген продемонстрував досить високий загальний рівень мінливості та продемонстрував надзвичайно високу активність щодо отримання нових форм за всіма істотними ознаками рослин озимої пшениці. Проте дія цього агента переважно зосереджена на індукції таких типів мутацій, як зміна висоти рослини, товщини стебла, що різко виділяє фактор із ряду споріднених, індукція зміни довжини та ширини колосу і зерна, як позитивної, так і негативної. Особливу увагу слід звернути на можливість одержання низькорослих, переважно напівкарликових форм, мутантів з великим колосом і крупним зерном, ранньостиглих і стійких до хвороб ліній. У подальших планах аналіз варіабельності біохімічних показників отриманих форм.

**Ключові слова:** пшениця озима, азид натрію, мутації, генотип, мінливість.

### **Horshchar V.I., Nazarenko M.M. Hereditary changes under the action of a less widespread chemical factor for winter wheat**

The use of new factors on local material allows us to hope for significant changes in the spectrum and frequency of the obtained changes, the predominance of certain types of valuable mutations in the event of a more sensitive genotype being detected. Winter wheat seeds of 8 varieties Balaton, Borovytsia, Zeleny Gai, Zoloto Ukrainy, Kalancha, Niva Odeska, Polyanka, Pochayna (1000 grains for each concentration) were treated with AN (sodium azide) 0.01%, 0.025%, 0.05%, 0.1% in an aqueous solution. Exposure 24 hours. In generations  $M_2$ – $M_3$ , mutations were identified by visual assessment and biometric analysis of yield structure. A total of 19,400 families in the second generation and 1,692 mutant lines in the third generation were studied. For the first group of cultivars, the mutagenic effect was significant for the variance of the mutagen concentration change and for the genotype-mutagen interaction, but not for the genotypes. For the second, also for genotypes. Sodium azide is significantly different

*in its effect on individual varieties from previously studied substances with high damaging potential. A significant decrease in the number of traits mutated with increasing concentration to the maximum is observed only in the variety Niva Odeska. According to this feature, only Polyanka and Pochayna differ in their low level compared to the varieties of the second group. The obtained data indicate sufficient effectiveness of the applied supermutagen both in terms of induction of general variability and in terms of impact on individual traits. At the same time, it should be noted that the effectiveness of this agent consists primarily in changing plant height (induction of short and semi-dwarf forms as a mandatory component of the intensive ecotype), early maturity and disease resistance. Discriminant analysis demonstrated a clear difference in the effects of individual concentrations of mutagens – that the first to third concentrations may be more effective. The investigated chemical supermutagen showed a fairly high overall level of variability and showed an extremely high activity in obtaining new forms in all essential traits of winter wheat plants. However, the action of this agent is mainly focused on the induction of such types of mutations as a change in the height of the plant, the thickness of the stem, which sharply distinguishes the factor from a number of relatives, the induction of a change in the length and width of the ear and grains, both positive and negative. Special attention should be paid to the possibility of obtaining low-growing, mostly semi-dwarf forms, mutants with a large ear and full grain, early-ripening and disease-resistant lines. In the further plans the analysis of the variability of the biochemical indicators of the obtained forms.*

**Key words:** winter wheat, sodium azide, mutations, genotype, variability.

**Постановка проблеми.** Хімічний мутагенез представляє інтерес насамперед з точки зору більш високої взаємодії зі специфічним генотипом, сайт-специфічністю по відношенню до нативної, оригінальної ДНК, що набагато менш типове для фізичних мутагенів [2, 9]. При цьому відкривається одразу кілька надзвичайно перспективних можливостей для генетичного вдосконалення сільськогосподарських культур, менш характерних за використання інших факторів мінливості [1, 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пшениця м'яка озима продовжує залишатися надзвичайно цінною зерновою продовольчою культурою, особливо для зон ризикованого землеробства, до яких відноситься вся територія України [4, 5]. Проблеми з глобальним потеплінням і зміною клімату призводять, з одного боку, до просування більш теплолюбних культур на північ, пом'якшення умов перезимівлі, що особливо важливо для озимих культур, а також до збільшення проблем з абіотичними стресами в критичні періоди розвитку зернових культур [6, 8].

Використання нових факторів на локальному матеріалі дозволяє сподіватися на значні зміни в спектрі та частоті отриманих змін, переважаання певних типів цінних мутацій у разі виявлення більш чутливого генотипу [10]. По-друге, наявність комплексних мікромутацій, без додаткових негативних мутантних змін, більш характерне для хімічних факторів, насамперед у плані біохімічних мутацій, які можуть значно покращити харчові характеристики традиційних культур, які далеко не завжди відповідають за своїм складом біологічно-активних речовин та мікроелементів потребам споживачів [7, 9].

**Постановка завдання.** Досліди проводили в умовах дослідно-польової станції Науково-навчального центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету протягом 2017–2021 рр. Насіння пшениці озимої (по 1000 зерен на кожну концентрацію) обробили АН (азид натрію) 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1% у водному розчині. Експозиція 24 години. Концентрації були тривіальними для цього типу мутагенів. Контроль замочували у воді.

Насінневий матеріал висівали за 40 варіантами (всього) (2-рядки для другої генерації, 5-рядки для третьої генерації та 10-рядки для наступних генерацій, вихідний сорт як контроль, міжряддя 0,15 м, довжина 1,5 м рядок). Використовували вісім сортів Балатон (Німеччина), Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна (української селекції). Посів

проводили вручну, наприкінці вересня, на глибину 4–5 см і з нормою 100 життєздатних насінин на рядок, 2 рядки на ділянку, в якості контролю – вихідні сортозразки. У поколіннях  $M_2$ – $M_3$  мутації були ідентифіковані шляхом візуальної оцінки та біометричного аналізу структури врожайності.

Рівень мінливості розраховували як  $P_v = \alpha * \gamma$ , де  $P_v$  – рівень мінливості варіанту;  $\alpha$  – кількість мутацій для загальної кількості родин у варіанті;  $\gamma$  – кількість типових змінених ознак на варіанті. Статистичну обробку даних проводили за допомогою ANOVA-аналізу, дискримінантного та кластерного аналізу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Всього досліджено 19400 родин у другому поколінні та 1692 мутантних лінії у третьому поколінні.

Дані щодо частоти мутацій у другому-третьому поколінні представлені в таблицях 1 і 2 для двох груп генотипів відповідно (з вищим рівнем мутагенної депресії у сортів першого покоління для першої групи та з нижчим для другої групи).

Проте при аналізі першої групи ми не знаходимо значної залежності, що підтверджується насамперед мінливістю сортів першої групи. Так, у сортів першої групи спостерігались наступні показники мутацій: Балатон (загальна частота до 21%), Золоте України (до 19,5%), Зелений Гай (до 19,25%), Нива Одеська (до 20,5%). Це приблизно таке ж значення, як і у сортів другої групи. Виняток становили сорти Полянка та Почайна, де мінливість значно нижча, ніж для інших генотипах. Для першої групи мутагенна дія була статистично значущою для дисперсії зміни концентрації мутагену та для взаємодії генотип-мутаген, але не для генотипів.

Таблиця 1  
Загальна частота мутацій при дії АН, перша група ( $x \pm SD$ ,  $n = 400-500$ )

Сорт	Кількість сімей, шт.	Кількість мутантних випадків, шт.	Частота мутацій, %
Балатон	500,0	2,0	0,4 ± 0,1 <sup>a</sup>
Балатон, АН 0.01%	500,0	34,0	6,8 ± 0,3 <sup>b</sup>
Балатон, АН 0.025%	500,0	49,0	9,8 ± 0,4 <sup>c</sup>
Балатон, АН 0.05%	500,0	69,0	13,8 ± 0,6 <sup>d</sup>
Балатон, АН 0.1%	400,0	84,0	21,0 ± 0,6 <sup>e</sup>
Золото України	500,0	6,0	1,2 ± 0,2 <sup>a</sup>
Золото України, АН 0.01%	500,0	31,0	6,2 ± 0,3 <sup>b</sup>
Золото України, АН 0.025%	500,0	39,0	7,8 ± 0,4 <sup>c</sup>
Золото України, АН 0.05%	500,0	64,0	12,8 ± 0,4 <sup>d</sup>
Золото України, АН 0.1%	400,0	78,0	19,5 ± 0,6 <sup>e</sup>
Зелений Гай	500,0	5,0	1,0 ± 0,2 <sup>a</sup>
Зелений Гай, АН 0.01%	500,0	27,0	5,4 ± 0,3 <sup>b</sup>
Зелений Гай, АН 0.025%	500,0	41,0	8,2 ± 0,4 <sup>c</sup>
Зелений Гай, АН 0.05%	500,0	58,0	11,6 ± 0,5 <sup>d</sup>
Зелений Гай, АН 0.1%	400,0	77,0	19,3 ± 0,7 <sup>e</sup>
Нива Одеська	500,0	3,0	0,6 ± 0,2 <sup>a</sup>
Нива Одеська, АН 0.01%	500,0	39,0	7,8 ± 0,4 <sup>b</sup>
Нива Одеська, АН 0.025%	500,0	53,0	10,6 ± 0,4 <sup>c</sup>
Нива Одеська, АН 0.05%	500,0	73,0	14,6 ± 0,7 <sup>d</sup>
Нива Одеська, АН 0.1%	400,0	82,0	20,5 ± 0,7 <sup>e</sup>

*Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$*

Для другої групи мутагенна дія була статистично значущою не лише для зміни концентрації мутагену, а також для взаємодії генотип-мутаген, але і для генотипів.

У таблиці 2 частоти мутацій у сортів Боровиця (19,7%), Каланча (21,2%), Полянка (12,4%), Почайна (12,2%), що значимо нижче для сортів Полянка та Почайна. Варіативність усередині групи значно вища, ніж для першої.

Щоб остаточно встановити диференціальну здатність загальної частоти мутацій як індикатора, було проведено кластерний аналіз, який продемонстрував, що в цілому всі представлені сорти поділяються на три основні групи при дії АН.

Так, до першої групи належать сорти Балатон, Нива Одеська з першої групи, які характеризуються дещо іншою мінливістю при дії помірних концентрацій мутагену. У другій групі сорти Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча з такою ж мінливістю, як і в першій групі. До третьої групи належать сорти Полянка та Почайна з найменшою мінливістю за дії АН, насамперед за вищими концентраціями (третья та четверта). Помітно, що АН за своєю дією на окремі сорти суттєво відрізняється від раніше досліджених речовин з високою ушкоджуючою здатністю.

Таблиця 2  
Загальна частота мутацій при дії АН, друга група ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 400-500$ )

Сорт	Кількість сімей, шт.	Кількість мутантних випадків, шт.	Частота мутацій, %
Боровиця	500,0	4,0	0,8 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Боровиця, АН 0.01%	500,0	29,0	5,8 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
Боровиця, АН 0.025%	500,0	40,0	8,0 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>
Боровиця, АН 0.05%	500,0	60,0	12,0 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>
Боровиця, АН 0.1%	400,0	79,0	19,7 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>
Каланча	500,0	3,0	0,6 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Каланча, АН 0.01%	500,0	31,0	6,2 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
Каланча, АН 0.025%	500,0	39,0	7,8 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>
Каланча, АН 0.05%	500,0	65,0	13,0 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>
Каланча, АН 0.1%	400,0	85,0	21,2 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>
Полянка	500,0	2,0	0,4 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Полянка, АН 0.01%	500,0	22,0	4,4 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
Полянка, АН 0.025%	500,0	33,0	6,6 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>
Полянка, АН 0.05%	500,0	53,0	10,6 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>
Полянка, АН 0.1%	500,0	62,0	12,4 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>
Почайна	500,0	2,0	0,4 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Почайна, АН 0.01%	500,0	23,0	4,6 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
Почайна, АН 0.025%	500,0	34,0	6,8 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>
Почайна, АН 0.05%	500,0	51,0	10,2 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>
Почайна, АН 0.1%	500,0	61,0	12,2 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$

Однак не менш цікавою, ніж мінливість взагалі, є така характеристика, як кількість ознак, що зазнали змін. Збільшення загальної частоти не завжди означає збільшення різноманітності мутантного матеріалу для добору, а в деяких

ситуаціях може, навпаки, істотно знизити цей показник. Тому використовується рівень мінливості, розрахований як відношення кількості випадків мутантів до кількості ознак, які зазнали змін (таблиця 3 для першої групи сортів та таблиця 4 для другої групи).

Наступний рівень мінливості показали сорти першої групи Балатон (рівень до 6,7), Золото України (до 6,1), Зелений Гай (до 6,4), Нива Одеська (до 6,2). При цьому істотне зменшення кількості ознак, за якими пройшли мутації, зі збільшенням концентрації до максимуму, спостерігається лише у сорту Нива Одеська. За цією ознакою низьким рівнем у порівнянні із сортами другої групи відрізняються лише Полянка та Почайна. Для першої групи мутагенна дія була статистично значущою для дисперсії зміни концентрації мутагену та для взаємодії генотип-мутаген, але не для окремих генотипів.

Таблиця 3

**Рівень мінливості при дії АН, перша група ( $x \pm SD$ ,  $n = 400-500$ )**

Сорт	Рівень мінливості	Змінені ознаки
Балатон	0,1±0,1 <sup>a</sup>	2,0
Балатон, АН 0.01%	1,6±0,2 <sup>b</sup>	23,0
Балатон, АН 0.025%	3,1±0,3 <sup>c</sup>	32,0
Балатон, АН 0.05%	4,6±0,3 <sup>d</sup>	33,0
Балатон, АН 0.1%	6,7±0,4 <sup>e</sup>	32,0
Золото України	0,1±0,1 <sup>a</sup>	6,0
Золото України, АН 0.01%	1,1±0,2 <sup>b</sup>	18,0
Золото України, АН 0.025%	1,6±0,2 <sup>c</sup>	20,0
Золото України, АН 0.05%	3,5±0,3 <sup>d</sup>	27,0
Золото України, АН 0.1%	6,1±0,3 <sup>e</sup>	31,0
Зелений Гай	0,1±0,1 <sup>a</sup>	3,0
Зелений Гай, АН 0.01%	1,0±0,2 <sup>b</sup>	19,0
Зелений Гай, АН 0.025%	2,1±0,3 <sup>c</sup>	25,0
Зелений Гай, АН 0.05%	3,8±0,3 <sup>d</sup>	33,0
Зелений Гай, АН 0.1%	6,4±0,4 <sup>e</sup>	33,0
Нива Одеська	0,1±0,1 <sup>a</sup>	3,0
Нива Одеська, АН 0.01%	2,0±0,1 <sup>b</sup>	25,0
Нива Одеська, АН 0.025%	3,3±0,1 <sup>c</sup>	31,0
Нива Одеська, АН 0.05%	5,0±0,2 <sup>d</sup>	34,0
Нива Одеська, АН 0.1%	6,2±0,3 <sup>e</sup>	30,0

*Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при P0,05*

Для другої групи дія АН була статистично значущою не лише для дисперсії зміни концентрації мутагену, а також для взаємодії генотип-мутаген, але і для генотипів. У таблиці 4 рівень мінливості за найвищої концентрації був у сортів другої групи Боровиця (5,93), Каланча (6,16), Полянка (3,47) Почайна (3,90), тобто значно нижчий у сортів Полянка та Почайна. Не було різниці між сортом Каланча, АН 0,01% та Каланча, АН 0,025%.

Кластерний аналіз за рівнем мінливості продемонстрував аналогічний поділ на три групи, як і попередній параметр.

Таблиця 4

Рівень мінливості при дії АН, друга група ( $x \pm SD$ ,  $n = 400-500$ )

Сорт	Рівень мінливості	Змінені ознаки
Боровиця	0,1±0,01 <sup>a</sup>	4,0
Боровиця, АН 0.01%	1,2±0,1 <sup>b</sup>	20,0
Боровиця, АН 0.025%	2,4±0,2 <sup>c</sup>	30,0
Боровиця, АН 0.05%	3,4±0,3 <sup>d</sup>	29,0
Боровиця, АН 0.1%	5,9±0,4 <sup>e</sup>	30,0
Каланча	0,1±0,1 <sup>a</sup>	5,0
Каланча, АН 0.01%	1,3±0,2 <sup>b</sup>	22,0
Каланча, АН 0.025%	1,7±0,3 <sup>b</sup>	23,0
Каланча, АН 0.05%	3,9±0,4 <sup>c</sup>	30,0
Каланча, АН 0.1%	6,1±0,5 <sup>d</sup>	29,0
Полянка	0,1±0,1 <sup>a</sup>	2,0
Полянка, АН 0.01%	0,6±0,1 <sup>b</sup>	15,0
Полянка, АН 0.025%	1,4±0,2 <sup>c</sup>	22,0
Полянка, АН 0.05%	2,8±0,3 <sup>d</sup>	27,0
Полянка, АН 0.1%	3,4±0,4 <sup>c</sup>	28,0
Почайна	0,1±0,1 <sup>a</sup>	2,0
Почайна, АН 0.01%	0,8±0,1 <sup>b</sup>	18,0
Почайна, АН 0.025%	1,4±0,2 <sup>c</sup>	21,0
Почайна, АН 0.05%	2,9±0,3 <sup>d</sup>	29,0
Почайна, АН 0.1%	3,9±0,3 <sup>e</sup>	32,0

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при  $P0,05$

За спектром отриманих змін ознаки можна поділити на 6 груп за загальноприйнятою для практики мутаційної селекції класифікацією. Першу групу становили мутації за ознаками будови рослин. До цієї групи належать такі ознаки, як товсте, тонке, високе та коротке стебло, напівкарликові та карликові форми, рослини з інтенсивним, слабким та наявністю або відсутністю воскової поволоки. Новим явищем стала висока ймовірність індукції рідкісної мутації за товщиною стебла (до 0,25–0,50%) і карликових або напівкарликових форм при високій концентрації АН (до 0,75–1,00%).

Другу групу складають мутанти за розміром і формою зерна. Мутації рідкі та немодельні.

Третю групу складають мутації за структурою колосу (найчисленніші, 15 різних типів). Більшість цих мутацій має тенденцію відбуватися частіше зі збільшенням концентрації. Для сортів першої групи та ще двох генотипів з другої групи Боровиця та Каланча характерна більша кількість мутацій довгий та великий колос. Форми зі зміною колосу від безостого до остистого зустрічаються частіше (майже в чотири рази), ніж навпаки.

Четверту групу складають мутантні форми зі змінами фізіології росту і розвитку рослин: стерильність, ранньостиглість, пізньостиглість, стійкість до хвороб. Частішими є мутації за скоростиглістю та стійкістю до хвороб (до 1,8%). Також частою ознакою є пізня стиглість (до 1,75% для сорту Золото України при АН 0,1%, не більше 1,0% для інших генотипів). Стерильність більш характерна

для концентрацій АН 0,05% – 0,1%. Загалом три ознаки (скоростиглість, пізньостиглість, стійкість до хвороб) є модельними.

П'ята – група системних мутацій. Такі ознаки більш вірогідні при дії концентрацій АН 0,05% – АН 0,1%. Більш вірогідна поява скверхедів (до 1,0% для деяких сортів) та інколи спельтоїдів (особливо для Боровиці та Золото України при АН 0,1%). Інші мутації зустрічаються досить рідко.

До шостої групи належать сільськогосподарські форми з високою врожайністю зерна або здатністю до кущення. Характерно для концентрацій АН 0,01% та АН 0,025%. Цей тип мутацій доволі рідкий.

Крім встановлення мінливості окремих параметрів та їх груп, досить важливо продемонструвати мінливість моделі (особливо для загальних параметрів та груп мутацій), що було зроблено шляхом дискримінантного аналізу окремих змінних (табл. 5, рис. 1).

Отримані дані свідчать про достатню ефективність застосованого супермутагену як щодо індукції загальної мінливості, так і щодо впливу на окремі ознаки. При цьому слід зазначити, що ефективність цього агенту полягає насамперед у зміні висоти рослин (індукція низькорослих і напівкарликових форм як обов'язкової складової інтенсивного екотипу), скоростиглості та стійкості до хвороб. Крім того, дискримінантний аналіз (рис. 1) ще раз продемонстрував чітку різницю в ефектах окремих концентрацій мутагенів.

Таблиця 5

#### Результати дискримінантного аналізу за параметрами мінливості

Параметри в моделі	Лямбда Уїлкса	Часткова	F <sub>remove</sub> (4,34)	p-рівень
Частота мутацій	0,09	0,57	5,66	0,02
Рівень мінливості	0,08	0,45	9,24	0,01
Перша група	0,06	0,40	11,02	0,01
Друга група	0,53	0,76	2,39	0,09
Третя група	0,11	0,56	6,49	0,01
Четверта група	0,07	0,42	10,07	0,01
П'ята група	0,18	0,62	4,04	0,06
Шоста група	0,25	0,68	2,03	0,11

Друга і третя концентрації можуть частково відрізнитися, але не перша. Повністю виділяється високим значенням остання концентрація. Отримані дані свідчать, що перша-третя концентрації можуть бути більш ефективними.

**Висновки і пропозиції.** Досліджуваний хімічний супермутаген продемонстрував досить високий загальний рівень мінливості та надзвичайно високу активність щодо отримання нових форм за всіма істотними ознаками рослин озимої пшениці. Проте дія цього агенту переважно зосереджена на індукції таких типів мутацій, як зміна висоти рослини, товщини стебла, що різко виділяє фактор із ряду споріднених, індукція зміни довжини та ширини колосу і зерна. Особливу увагу слід звернути на можливість одержання низькорослих, переважно напівкарликових форм, мутантів з великим колосом і крупним зерном, ранньостиглих і стійких до хвороб ліній. Лише один із досліджуваних сортів продемонстрував достатньо високу генотип-мутагенну взаємодію в позитивному сенсі. У подальших планах вивчення ефективності цього мутагену – аналіз варіабельності біохімічних

показників отриманих форм, зокрема вмісту білка та клейковини в зерні, якості білкових компонентів та їх співвідношення, наявності біологічно активних речовин і цінних мікроелементів.

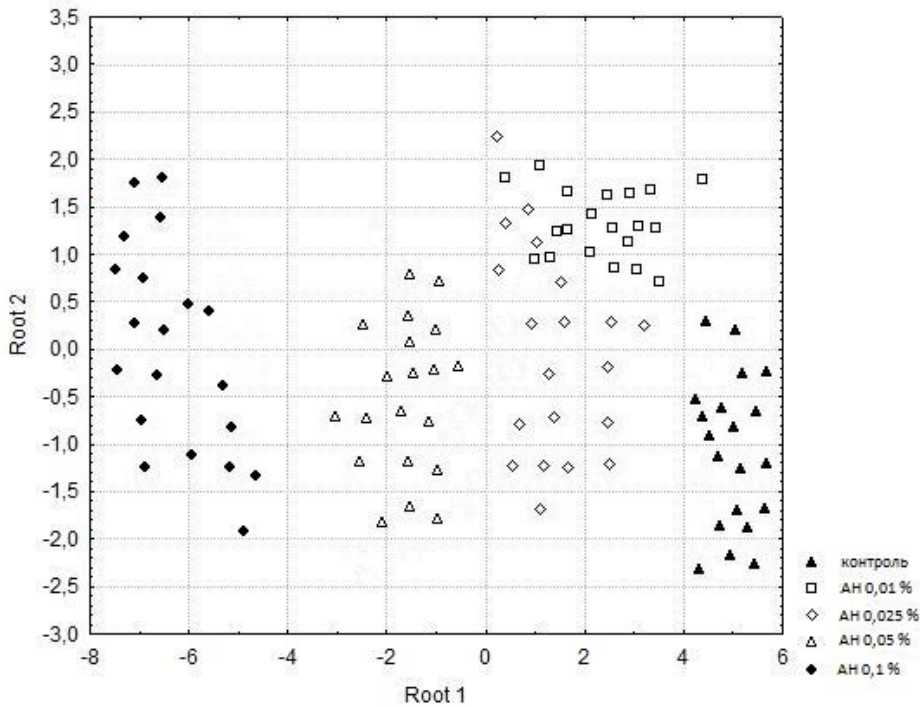


Рис. 1. Класифікація у факторному просторі

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Anter A. Induced Mutations in Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Improved Grain Yield by Modifying Spike Length. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2021. 20. P. 313–323.
2. 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. 4. P. 38–40.
3. Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2023. 66. e23220294.
4. Hassine M., Baraket M., Marzougui N. Slim-Amara H. Screening of the effect of mutation breeding on biotic stress tolerance and quality traits of durum wheat. *Gesunde Pflanzen*. 2023. 75. P. 837–846.
5. Hongjie L., Timothy D., McIntosh R.A. Yang Z. Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*. 2019. 7(6). P. 715–717.
6. Lal R., Chanotiya C., Gupta P. 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*. 2020. 96(12). P. 1513–1527.

7. 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*, 2021.1(1). P. 29–34.

8. Nazarenko M, Semenchenko O., Izhboldin O., Hladkikh Y. French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. *Agriculture and Forestry*. 2021. 67(2). P. 89–102.

9. 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. 22. 5314.

10. Shimelis H., Olaolorun B., Mathew I., Laing M. Optimising the dosage of ethyl methanesulphonate mutagenesis in selected wheat genotypes. *South African Journal of Plant and Soil*. 2019. 36(5). P. 357–366.

УДК 633.34; 631.86; 631.527; 632.954

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.7>

## ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГІЦИДНОГО І ГЕРБІЦИДНОГО ЗАХИСТУ СОРТІВ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

**Грабовський М.Б.** – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин,

Білоцерківський національний аграрний університет

**Мостипан О.В.** – асистент кафедри технологій у рослинництві

та захисту рослин,

Білоцерківський національний аграрний університет

Наведено результати економічної оцінки застосування гербіцидів та фунгіцидів у посівах сої. Дослідження проводилися в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. В першому досліді вивчали економічну ефективність застосування гербіцидів, а у другому – фунгіцидного захисту. Встановлено, що під впливом гербіцидного захисту приріст урожайності зерна становив у сорту сої Ауреліна 1,19–1,72 т/га, ЕС Командор – 1,00–1,50 т/га і ЕС Навігатор – 1,14–1,71 т/га, порівняно з контролем. Вища продуктивність досліджуваних сортів була на варіантах з післясходовим застосуванням гербіцидів Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) і Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 (1 л/га) – 3,22 і 3,12, 2,95 і 2,86 та 3,33 і 3,19 т/га. Найвищі показники умовно чистого прибутку та рентабельності в досліді отримані за умови використання Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га) – 26640,3–32807,6 грн/га і 106,6–128,5 %, що на 22048,8–25782,1 грн/га і 84,5–97,9 % вище контрольних варіантів.

За рахунок застосування фунгіцидного захисту, відмічено зростання урожайності зерна у сортів Амадея і Ауреліна на 0,43–0,89 і 0,37–0,78 т/га, порівняно з контролем. В другому досліді через меншу продуктивність зерна, сорт сої Ауреліна за економічною ефективністю поступався сорту Амадея. Рівень рентабельності на варіантах сумісного застосування фунгіцидів Максим Адванс (1,25 л/т), Вайбранс (1 л/т), Селест топ (1 л/т), Стандак Топ (2 л/т) з Абакус (2 л/га) зростав на 17,2–25,5 і 14,8–20,4 %, порівняно з контрольними ділянками. Найвищий умовно чистий прибуток та рівень рентабельності в другому досліді було отримано у сортів сої Амадея і Ауреліна за поєднання фунгіцидів Стандак Топ (2 л/т) (обробка насіння перед сівбою) та Абакус (2 л/га) (в період вегетації культури) – 30782,1 і 26406,3 грн/га та 110,0 і 94,1 %.

**Ключові слова:** соя, сорт, гербіциди, фунгіциди, рентабельність.