

УДК 631.528.6, 575.224.46.

*Назаренко М. М., кандидат біологічних наук,
Сологуб І. М.*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM L.*) ПРИ ХІМІЧНОМУ МУТАГЕНЕЗИ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук М. М. Харитонов

Мета статті – дослідження особливостей індукції мутацій у результаті дії хімічного мутагену 1,4-бісдіазаоцетилбутану (ДАБ) на сорт озимої пшениці Фаворитка, Ласуня, Хуртовина, Колос Миронівщини, Сонечко, Калинова, Волошкова, а також лінії 418.

Методика дослідження. Визначення в польових умовах частоти мутацій та рівня мінливості при дії ДАБ.

Результати дослідження. Досліджено варіювання частоти мутацій залежно від концентрації ДАБ (1,4-бісдіазаоцетилбутан) (0,1, 0,2 %) та від генотип-мутагенної взаємодії. Показано, що в усіх генотипів найбільша частота мутацій спостерігалась за дії ДАБ у концентрації 0,2 %. Визначено діапазон варіювання частоти мутацій за вказаної концентрації від 2,8 % (сорт Калинова) до 14,0 % (сорт Сонечко). Використання ДАБ для отримання господарчо-корисних мутацій мало обмежене значення. З'ясовано зниження частоти та збіднення спектру мутацій при повторній дії хімічного мутагену.

Елементи наукової новизни. Набули подальшого розвитку уявлення щодо можливостей індукції частоти цінних мутацій. Виявлено нові цінні донори ознак для селекційних досліджень.

Практична значущість. Встановлені особливості індукції окремих типів мутацій у пшениці озимої м'якої.

Ключові слова: озима пшениця, 1,4-бісдіазаоцетилбутан, хімічний мутагенез, мутації.

Назаренко Микола Миколайович – кандидат біологічних наук, доцент кафедри селекції і насінництва, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова, 25 а, м. Дніпро, 49600, Україна, e-mail: nik_nazarenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6604-0123.

Сологуб Ірина Миколаївна – асистент кафедри рослинництва, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова, 25 а, м. Дніпро, 49600, Україна, e-mail: sologub26@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0822-6480.

Постановка проблеми. На сьогодні відомо понад 4200 сортів рослин, отриманих при використанні дії різних мутагенних чинників (переважно фізичних), зокрема мутантних сортів пшениці озимої відомо вже близько 270. Найбільш розповсюдженим і досі залишається використання переважно фізичних мутагенів, завдяки їх дії створили 88 % мутантних сортів культурних рослин, використання хімічного мутагенезу більш обмежено [9, 10].

Незважаючи на значні успіхи застосування фізичних мутагенів (насамперед, гамма-променів та рентгенівського опромінення), внесок хімічних мутагенів хоч і є менш значним, охоплюючи не більше 8 % створених сортів, показав, що вони більш вживані при отриманні окремих типів господарсько-корисних мутацій. Щонайперше, ряд сортів пшениці в Пакистані, рису в Індії, Китаї та Індонезії були створені якраз із використанням хімічних мутагенів, серед яких найбільш ефективними сполуками є нітро-

зоалкілсечовини, причому ключовим було використання таких ознак, як ранньостиглість та стійкість до хвороб [3, 10].

Хімічний мутагенез, незважаючи на значні методичні та практичні складності, має суттєві переваги як більш сайт-специфічний метод. Застосовуючи хімічні мутагени, можна передбачити ймовірність появи певних типів і груп мутацій з більш високим рівнем вірогідності, ніж при використанні фізичних мутагенів [3, 10].

Тому виявлення спектру можливостей хімічного мутагену ДАБ в напрямі індукції генетично-цінних мутацій є актуальним завданням.

Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. Дослідження з індукції мутацій проводяться за такими основними напрямками. Наразі провідною стратегією експериментального мутагенезу є створення вихідного матеріалу для селекції з поліпшеними агрономічно-цінними ознаками. У деяких випадках такі поліпшення мають ком-

плексний характер [6, 7]. Іншим напрямом є усунення негативних кореляцій між господарсько-цінними ознаками [4, 8], третім – використання мутацій у функціональній геноміці [2, 10]. Зважаючи на це, основними напрямками досліджень, що формують актуальність запропонованої роботи є: 1) ідентифікація факту мутагенної дії на клітинному рівні та вплив на рослину загалом; 2) удосконалення методик ідентифікації та добору мутацій; 3) встановлення механізму дії та післядії мутагенних чинників; 4) особливості генотип-мутагенної взаємодії; 5) підвищення ефективності ідентифікації корисних мутацій; 6) виявлення оптимальних доз мутагенів для отримання господарсько-цінних мутацій; 7) вивчення особливостей індукції мутацій окремими чинниками [1, 7].

Хімічний мутагенез, особливо із застосуванням супермутагенів, більш широко використовується під час проведення досліджень зі зворотної генетики [5]. Використаний у наших дослідженнях мутаген у селекційній практиці не дуже поширений [3].

Мета досліджень. Метою було встановити особливості оптимізації системи мутаген – концентрація мутагену – генотип вихідної форми для прогнозування наслідків мутагенної дії при використанні ДАБ для підвищення виходу господарсько- та генетично-цінних мутацій.

Завданням досліджень було провести аналіз частоти і спектру мутацій у рослин пшениці озимої за дії окремих концентрацій ДАБ, виділити селекційно- і генетично-цінні мутантні лінії для подальшого застосування, виявити можливі відхилення за дії мутагену залежно від методу одержання сортів

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведені упродовж 2011–2017 років в умовах ННЦ ДДАЕУ. Використовували насіння сортів пшениці м'якої озимої, які були отримані різними методами: опромінення вихідного матеріалу гамма-променями (сорт Фаворитка, Ласуня, Хуртовина), гібридизація (лінія 418, сорт Колос Миронівщини), хімічний мутагенез за дії НДМС (нітрозодиметилсечовини) (сорт Сонечко) та за дії ДАБ (1,4-бисдіазаоцетилбутан) (сорт Калинова), термомутагенез (сорт Волошкова).

Насіння всіх генотипів пшениці витримували протягом 18 годин у розчинах ДАБ (1,4-бисдіазаоцетилбутан) – 0,1 та 0,2%. Концентрація мутагену та тривалість експозиції підібрані як оптимальні для мутаційної селекції пшениці [3]. Вибір мутагену обумовлений необхідністю підібрати для порівняльної оцінки хімічний агент, спосіб дії якого якісно відрізняється від застосо-

ваних для створення досліджуваних сортів пшениці озимої. Контрольне насіння всіх генотипів витримували у воді.

У 2011–2012 роках проводили визначення мутацій шляхом фенологічних спостережень і за показниками врожайності та її структури по сім'ях (одно-трьох рядкові ділянки, міжряддя 0,15 м, довжина рядка 1,5 м). Контролем слугував вихідний сорт пшениці через кожні 10–20 номерів.

Упродовж 2013–2017 років досліджували характер успадкування в M_4 – M_6 поколіннях, проводили структурний аналіз компонентів врожайності по 30 рослин. Зернову продуктивність визначали шляхом повного обмолоту ділянок відібраних мутантних ліній (площа ділянки 5–10 м², повторність трикратна), стандарт Подолянка через кожні 10 номерів.

Рівень мінливості обраховували за формулою:

$$Pv = \alpha \times \gamma, \quad (1)$$

де Pv – р рівень мінливості варіанту;

α – відношення кількості мутацій до загальної кількості сімей в варіанті;

γ – кількість типів змінених ознак в варіанті.

Загальна кількість сімей у другому поколінні після обробки мутагеном становила 8000. Мутації виявлялися шляхом фенологічних спостережень і обліку в M_2 – M_3 з перевіркою успадкування надалі [1].

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за методом дисперсійного аналізу, достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Стьюдента. Використовували стандартний пакет програми Statistica 6.0 [2].

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень найбільша частота мутацій була виявлена у сорту Сонечко (14,0 %, при ДАБ 0,2 %), також найвищу мутабельність демонстрував цей сорт і при концентрації 0,1 %. Найнижча частота мутацій у сорту Калинова (2,8 % при ДАБ 0,1 % та 5,8 % при ДАБ 0,2%). Тобто найменш чутливим до цього мутагену виявився сорт, створений при дії цього ж самого мутагену (див. табл. 1).

У сорту Колос Миронівщини в контролі частота незначна. При дії ДАБ 0,1 % частота статистично достовірно зростає, також зростає й рівень мінливості, але менш суттєво відносно таких змін при дії інших мутагенів. При дії ДАБ 0,2 % частота знов статистично достовірно зростає, але не так суттєво, як для інших мутагенів. Рівень мінливості взагалі значно нижчий ніж при дії співставних доз та концентрацій інших мутагенів.

Щодо сорту Калинова – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, рівень мінливості змінюється дуже слабо, при дії ДАБ 0,1 % рівень мінливості статистично не відрізняється від контролю. Тобто при дії ДАБ значно звужується спектр мутаційних змін за кількістю ознак, що мутували, також у генотипу низька частота.

Для сорту Волошкова – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, рівень мінливості теж змінюється досить вагомо, при дії ДАБ

0,2 % частота зростає менш значно ніж при концентрації ДАБ 0,1 %, де вона порівняно з контролем значно збільшилася.

Для сорту Сонечко – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, зростає дуже сильно, рівень мінливості теж дуже змінюється, при дії ДАБ 0,2 % частота зростає менш значно ніж при концентрації ДАБ 0,1 %, але теж досить високо.

Частота мутацій у сортів пшениці озимої за дії ДАБ

Варіант	Загальна кількість сімей, шт.	Кількість мутантних сімей, шт.	Відсоток мутантних сімей	Рівень мінливості
Колос Миронівщини, вода	500	2	0,4±0,2	0,01
Колос Миронівщини, ДАБ, 0,1 %	500	28	5,6±0,7*	0,50*
Колос Миронівщини, ДАБ, 0,2 %	500	44	8,8±0,5*	1,67*
Калинова, вода	500	6	1,2±0,4	0,05
Калинова, ДАБ, 0,1 %	500	14	2,8±0,5*	0,20
Калинова, ДАБ, 0,2 %	500	29	5,8±1,1*	0,81*
Волошкова, вода	500	9	1,8±0,4	0,07
Волошкова, ДАБ, 0,1 %	500	39	7,8±*1,1	1,01*
Волошкова, ДАБ, 0,2 %	500	43	8,6±1,1*	1,38*
Сонечко, вода	500	4	0,8±0,2	0,02
Сонечко, ДАБ, 0,1 %	500	49	9,8±1,2*	1,86*
Сонечко, ДАБ, 0,2 %	500	70	14,0±1,4*	3,08*
Фаворитка, вода	500	3	0,6±0,1	0,08
Фаворитка, ДАБ, 0,1 %	500	31	6,2±0,8*	0,12
Фаворитка, ДАБ, 0,2 %	500	39	7,8±0,7*	0,94*
Хуртовина, вода	500	4	0,8±0,1	0,15
Хуртовина, ДАБ, 0,1%	500	29	5,8±0,3*	0,12
Хуртовина, ДАБ, 0,2 %	500	34	6,8±0,8	0,75*
Ласуня, вода	500	7	1,4±0,6	0,29
Ласуня, ДАБ, 0,1 %	500	29	5,8±1,1*	0,29
Ласуня, ДАБ, 0,2 %	500	48	9,6±1,3*	0,96*
Лінія 418, вода	500	4	0,8±0,2	0,18
Лінія 418, ДАБ, 0,1 %	500	19	3,8±1,1*	0,11
Лінія 418, ДАБ, 0,2 %	500	38	7,6±1,1*	0,84*

Примітки: * - різниця статистично достовірна при $t_{0,05}$.

Джерело: власні дослідження.

Для сорту Фаворитка – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, зростає достовірно, рівень мінливості теж змінюється достовірно у випадку ДАБ 0,2 % та недостовірно для ДАБ 0,1 %, при дії ДАБ 0,2 % частота зростає не так вагомо, ніж при концентрації ДАБ 0,1 %, де вона порівняно з контролем значно збільшилася.

Для сорту Хуртовина – в контролі незначна частота мутацій. При дії концентрації ДАБ 0,1 % частота статистично достовірно перевищує контроль, але концентрація ДАБ 0,2 % не відрізняється за частотою від нижчої, відрізняється за рівнем мінливості.

Для сорту Ласуня – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, зростає достовірно, рівень мінливості теж змінюється достовірно у разі ДАБ 0,2 % та недостовірно для ДАБ 0,1 %, при дії ДАБ 0,2 % частота зростає менш значно, ніж при концентрації ДАБ 0,1 %, де вона порівняно з контролем значно збільшилася.

Для лінії 418 – в контролі незначна частота мутацій. При дії обох концентрацій ДАБ частота статистично достовірно перевищує контроль та нижчу концентрацію, зростає достовірно, рівень мінливості теж змінюється достовірно у разі ДАБ 0,2 % та недостовірно для ДАБ 0,1 %, при дії ДАБ 0,2 % частота зростає менш значно ніж при концентрації ДАБ 0,1 %, де вона порівняно з контролем дуже збільшилася.

ДАБ за ефективністю як мутагену значно поступився іншим хімічним мутагенам. Як ми побачимо, він поступився не лише ДМС, але в середньому й нітрозосечовинам.

Треба відзначити, що сорт Сонечко ще при дослідженнях за впливом мутагенів на ріст та розвиток рослин у першому поколінні показав свою вразливість навіть до обмеженого мутагенного впливу. Але це не призвело до високої частоти мутацій у випадку жодного із застосованих мутагенних чинників. У цьому разі сорт, створений при дії спорідненого за типом, але іншої групи мутагенів навпаки, виявив значно вищу мутабільність. Можливо, це спричинила специфічність у дії ДАБ, що вважається менш сайт-специфічним, ніж інші хімічні мутагени.

Інші сорти за впливом цього мутагену жодним чином не відрізнялися, єдине, на що можна зауважити, це приблизно однакова кількість мутацій при дії ДАБ в обох концентраціях для сорту Хуртовина.

Рівень мінливості становив більшою мірою

близько одиниці (лише у сорту Сонечко – 3,08 %, у сортів Колос Миронівщини та Волошкова більше 1 при концентрації ДАБ 0,2 %). Необхідно зазначити, що сорт Сонечко досить різко виділився при дії саме цього мутагену та значно випередив за обома показниками інші сорти, що знов указує на специфічність дії хімічних мутагенів: коли якісь особливості характерні лише для поодиноких сортів та вони досить різко виділяються від усіх інших.

Перед аналізом було прокласифіковано виділені мутації за декількома групами за загально-визнаною для озимої пшениці методикою (за В. В. Моргуном, В. Ф. Логвиненком [3]). При цьому було ураховано візуально виділені продуктивні та кущисті форми, оскільки саме такі змінні сім'ї більш цінні для наступного селекційного процесу, ніж потомства змінених рослин.

Взагалі ідентифіковано 33 типи змінених ознак, що були класифіковані за наступними групами: 1. Мутації по структурі стебла та листя – усі зміни за морфометрією та морфологією стебла та листя – товсте стебло, тонке стебло, високостеблові, низькостеблові, напівкарлик, інтенсивна воскова поволока, слаба воскова поволока, відсутність воскової поволоки. 2. Мутації кольору та структури зерна – крупне зерно, дрібне зерно. 3. Мутації кольору та структури колосу – остистий колос, безостий колос, довгий колос, циліндричний колос, веретеноподібний колос, щільний колос, крупний колос, дрібний колос, напівостистий колос, ригідний колос, булавоподібний колос, подвійний колос, антоціанові ості. 4. Змінні фізіологічні ознаки росту та розвитку – стерильність, ранньостиглість, пізньостиглість, стійкість до захворювань. 5. Системні мутації – мутації за межами систематичних ознак, характерних для пшениці м'якої озимої та більш властиві спорідненим формам – скверхедний колос, сферококкоїд. 6. Мутації по продуктивності та якості зерна – продуктивні та кущисті форми.

Переважають відсутні системні мутації, але треба зважати на суттєве зниження частоти за окремими типами мутантних ознак.

Для ДАБ за першою групою характерні наступні частоти змін окремих ознак – за товщиною стебла відмічено лише один випадок мутанту з товстим стеблом (сорт Колос Миронівщини, ДАБ 0,2 %); тонке стебло – теж лише один випадок в тому ж самому варіанті, тобто мутації за товщиною стебла виникають лише для одного сорту; високостеблові мутанти ДАБ індукує у відносно великій кількості та за всіма варіантами, це властива для цього мутагену зміна ознаки,

частота від 0,4 до 1,8 %, в середньому за варіантами 0,9 %, більш-менш рівномірно у всіх сортів, але з істотною перевагою у сортів Колос Миронівщини та Сонечко; низькостеблові – висока ймовірність виникнення, але не за всіма варіантами, в середньому 0,5 %, частота в окремих варіантах до 1,0 %; напівкарлик – мутація рідкісна, не більше 0,2 % у сортів Фаворитка, Хуртовина, Ласуня, лінії 418; карлики не виникають зовсім; інтенсивна воскова поволока – лише два випадки у сорту Хуртовина, ймовірність виникнення мінімальна; слаба воскова поволока – високоймовірна, але відсутня у сорту Фаворитка, до 1,4 %, в середньому 0,3 %; відсутність воскової поволоки – середньоймовірна, до 1,2 %, виникає переважно у сортів Сонечко та, частково, Волошка, зовсім відсутня у сортів Фаворитка, Хуртовина, Ласуня, в середньому за варіантами 0,2 %.

За другою групою (усі мутації низькоймовірні або відсутні) – мутантні форми з крупним зерном навпаки, середньоймовірні, частота до 0,8 %, виникають переважно у сорту Сонечко, також у невеликій кількості у лінії 418, сортів Калинова, Колос Миронівщини.

Третя група – остистий колос виникає лише у сорту Фаворитка, частота до 0,6 %, виникнення остистих форм знов низьке за ймовірністю; безостий колос – ймовірність мала, у варіантах лише поодинокі випадки, у сортів Сонечко, Хуртовина, Ласуня, лінії 418, тобто мутації за наявності/відсутності остей у колосі взагалі нехарактерні для дії цього мутагену; довгий колос – частота за варіантами до 1,0 %, в середньому 0,5 %, виникає в усіх варіантах, крім Сонечко, ДАБ, 0,1 %; рихлий колос – низька ймовірність, до 0,4 %, виникає лише у сортів Сонечко, Ласуня; веретеноподібний колос – поодинокі випадки у сортів Колос Миронівщини та Волошка; щільний колос – виникає із середньою частотою, за варіантами до 0,8 %, в середньому 0,2 %, не виникає в лінії 418, сорту Хуртовина; крупний колос – виникає із середньою ймовірністю 1,0 %, 0,3 % в середньому за варіантами, не виникає у сорту Хуртовина; дрібний колос – високоймовірний, в окремих варіантах до 1,4 %, в середньому за варіантами 0,7 % та знов не виникає у сорту Хуртовина; напівостистий колос – виникає з помірною ймовірністю, до 1,2 %, середня 0,3 %, не виникає у лінії 418, сортів Хуртовина, Фаворитка; ригідний колос – поодинокі випадки у сортів Сонечко, Ласуня та лінії 418; булавоподібний колос – мутація відбувається із середньою ймовірністю на відміну від попередніх мутагенів, у деяких сортів (Калинова, Хуртовина, Ла-

суня) відсутня частота по варіантах до 0,4 %, в середньому за варіантами 0,1 %; загострений колос – середня за ймовірністю мутація, відсутня у частини сортів, до 0,6 %; антоціанове забарвлення у остей – на відміну від попередніх мутагенів середньоймовірна мутація, відбувається у сортів Сонечко, Фаворитка, Ласуня, лінії 418 з частотою до 0,4 %.

Четверта група включає наступні типи мутантних ознак: стерильність – майже не виявлена, зафіксовано лише один випадок, у лінії 418; ранньостиглість – часта мутація, від 0 до 1,0 %, в середньому 0,5 %; пізньостиглість – є в усіх варіантах, від 0,2 до 1,8 %, в середньому 0,8 %, зростає при підвищенні концентрації мутагену, не залежить від об'єкту мутагенної дії; стійкість до захворювань – відбувається в усіх варіантах, від 0,4 до 1,2 %, в середньому 0,7 %.

П'ята група – скверхедний колос – рідка мутація, є у сортів Хуртовина, Фаворитка, Сонечко, до 0,4 % в одному варіанті, переважно при дії ДАБ 0,2 %; спельтоїдний колос – середньоймовірні, до 0,6 %, в середньому 0,1 (частоти найнижчі із досліджуваних мутагенів), у сорту Ласуня зовсім відсутні. У цілому мутації за цією групою вкрай нехарактерні для цього мутагену.

Форми з високою куцистістю є майже в усіх варіантах, до 2,0 %, в середньому 0,9 %, відсутні у лінії 418. Продуктивні сім'ї в середньому траплялися з частотою до 0,4 %, але загалом після випробування отримано лише одну продуктивну лінію при дії ДАБ.

Отже, за дією цього мутагену багато мутантних ознак не виникає і їхня кількість менша, ніж у будь-якого іншого мутагену. Це пояснюється частково особливостями дії мутагенного чинника, частково – загальною низькою частотою мутацій. Виникнення окремих мутаційних випадків дуже залежить від окремих сортів, може відбуватися як різке суттєве збагачення, так і звуження спектру. Також відбувається і посилення мутагенної активності з окремих типів, таких як високостебловість, антоціанове забарвлення остей, стійкість до хвороб.

Відбувається особливе збіднення спектру за рахунок таких мутацій, як стерильність, системні мутації та мутації за структурою колосу. Також переважно знижуються частоти за іншими типами мутацій. Але за співвідношенням у спектрі окремі вищенаведені типи мутацій відрізняються в більшу сторону.

У спектрі до цінних мутацій віднесемо такі – низькостеблові, напівкарликові, крупний колос, крупне зерно, ранньостиглі, продуктивні рослини. Всього отримано: низькостеблових – 5, на-

півкарликів – 2, з крупним колосом – 2, крупним зерном – 1, ранньостиглих – 3.

Мутантні лінії з підвищеною зерновою продуктивністю виникали при концентрації ДАБ 0,1%. Кількість їх варіювала від 0 до 0,2 % в варіанті. При подальшому випробуванні фактично всі ці форми були вибраквані.

Єдине виключення – мутант сорту Ласуня, ДАБ 0,1 % (лінія 174 при подальшому випробуванні), який показав високу вагу зерна з рослини та в окремі роки перевищив стандарт за врожайністю, до того ж ця лінія мала більш високу комплексну стійкість до хвороб.

Висновок. Для ДАБ як мутагену генотип-мутагенна дія має суттєве значення при викорис-

танні сортів, отриманих при дії хімічного мутагену (Калинова). ДАБ як мутаген значно слабше вплинув на сорт Калинова, що був створений при використанні цього мутагену. При дії ДАБ була знов підтверджена висока сайт-специфічність хімічних мутагенів. Частота мутацій та рівень мінливості значно поступався іншим мутагенам.

Мутантні лінії з підвищеною зерновою продуктивністю виникали при концентрації ДАБ 0,1 %. Кількість їх варіювала від 0 до 0,2 % у варіанті. При подальшому випробуванні фактично всі ці форми були вибраквані. Виділена незначна кількість господарсько-цінних мутацій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Азовцев А. П. Способы учёта мутаций и количественных изменений, возникающих после действия химических мутагенов на изменчивость признаков овса. *Сибирский вестник сельскохозяйственных наук*. 2005. № 1 (1). С. 15–19.

2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Москва : Практика, 1998. 459 с.

3. Моргунов В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы. Київ : Наукова думка, 1995. 627 с.

4. Назаренко М. М., Ізболдін О. О. Спектр та частота мутацій пшениці озимої, викликаних гамма-променями. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 97. С. 89–95.

5. Ahloowalia B. S., Maluszynski M. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*. 2004. Vol. 135 (2). P. 187–204.

6. Albokari M. Induction of mutants in durum wheat using gamma irradiation. *Pakistan Journal of*

Botany. 2014. Vol. 2 (46). P. 317–324.

7. Ali Sakin M., Yildirim A., Gikmen S. Determining Some Yield and Quality Characteristics of Mutants Induced from a Durum wheat (*Triticum durum Desf.*) Cultivar. *Turkean Journal Agriculture and Forestry*. 2005. Vol. 1 (29). P. 61–67.

8. Cheng X., Chai L., Chen Z. Identification and characterization of a high kernel weight mutant induced by gamma-radiation in wheat (*Triticum aestivum L.*). *BMC Genetics*. 2015. Vol. 3 (17). P. 112–118.

9. Nazarenko M. Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum L.*). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2016. LIX. P. 350–353.

10. Shu Q. Y., Forster B. P., Nakagawa H. Plant Mutation breeding and Biotechnology. Vienna: IAEA. 2011. 801 p.

REFERENCES

1. Azovtsev, A. P. (2005). Sposoby ucheta mutatsyi u kolychestvennykh yzmeneniy, voznykaiushchykh posle deistviya khymycheskykh mutahenov na yzmenchivost pryznakov ovsa [Methods of mutation account on quantity measure, which observed after chemical mutagen action on traits variability of oat]. *Sybyrskyi vestnyk s.-kh. nauk*, 1, pp. 15–19 [In Russian].

2. Hlants, S. (1998). *Medyko-byolohycheskaia statystyka [Medical and biological statistic]*. Moskva: Praktyka [In Russian].

3. Morhun, V. V., Lohvynenko, V. F. (1995). *Mutatsyonnaia selektsiya pshenytsi [Wheat mutation breeding]*. Kyiv: Naukova dumka. [In Russian].

4. Nazarenko, M. M., & Izboldin, O. O. (2017). Spektr ta chastota mutatsii pshenytsi ozymoi, vyklykanykh hamma-promeniamy [Spectrum and fre-

quency of winter wheat mutations caused by gamma rays]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 97, pp. 89–95. [In Ukrainian]

5. Ahloowalia, B. S., & Maluszynski, M. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*, 135, pp. 187–204 [In English].

6. Albokari, M. (2014). Induction of mutants in durum wheat using gamma irradiation. *Pakistan Journal of Botany*, 46, pp. 317–324 [In English].

7. Ali Sakin, M., Yildirim, A., & Gikmen, S. (2005). Determining Some Yield and Quality Characteristics of Mutants Induced from a Durum wheat (*Triticum durum Desf.*) Cultivar. *Turkean Journal Agriculture and Forestry*, 29, pp. 61–67 [In English].

8. Cheng, X., Chai, L., & Chen, Z. (2015). Identification and characterization of a high kernel

weight mutant induced by gamma-radiation in wheat (*Triticum aestivum* L). *BMC Genetics*, 17, pp. 112–118 [In English].

9. Nazarenko, M. (2016). Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Sci-*

entific Papers. Series A. Agronomy, LIX, pp. 350–353 [In English].

10. Shu, Q. Y., Forster, B. P., Nakagava, H. (2011). *Plant Mutation breeding and Biotechnology*. Vienna: IAEA [In English].

Назаренко Н. Н., Сологуб И. Н. Мутації пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) при хімічному мутагенезі

Цель статьи – исследование особенностей индукции мутаций при воздействии химического мутагена 1,4-бисдиазоацетилбутану (ДАБ) на сорт озимой пшеницы Фаворитка, Ласуня, Метель, Колос Миронивщины, Солнышко, Калиновая, Волошкова, а также линии 418.

Методика исследования. Определение в полевых условиях частоты мутаций и уровня изменчивости при воздействии ДАБ.

Результаты исследования. Установлено варьирования частоты мутаций в зависимости от концентрации ДАБ (1,4-бисдиазоацетилбутан) (0,1, 0,2 %) и от генотип-мутагенного взаимодействия. Показано, что у всех генотипов наибольшая частота мутаций наблюдалась при воздействии ДАБ в концентрации 0,2 %. Определён диапазон варьирования частоты мутаций по указанной концентрации от 2,8 % (сорт Калиновая) до 14,0 % (сорт Солнышко). Использование ДАБ для получения хозяйственно-полезных мутаций имело ограниченное значение. Установлено снижение частоты и обеднение спектра мутаций при повторном воздействии химического мутагена.

Элементы научной новизны. Получили дальнейшее развитие представления о возможностях индукции частоты ценных мутаций. Обнаружены новые ценные доноры признаков для селекционных исследований.

Практическая значимость. Установлены особенности индукции отдельных типов мутаций в пшенице озимой мягкой.

Ключевые слова: озимая пшеница, 1,4-бисдиазоацетилбутан, химический мутагенез, мутации.

Назаренко Николай Николаевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. С. Ефремова, 25а, г. Днепр, 49600, Украина, e-mail: nik_nazarenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6604-0123.

Сологуб Ирина Николаевна – ассистент кафедры растениеводства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. С. Ефремова, 25а, г. Днепр, 49600, Украина, e-mail: sologub26@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0822-6480.

Nazarenko M. M., Solohub I. M. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) mutation variability under chemical mutagenesis

The purpose of the article: the peculiarities of mutations' induction under the influence of the chemical mutagen of 1,4-bisdioacetylbutane (DAB) on winter wheat varieties Favorytka, Lasunia, Khurtovyna, Kolos Myronivshchynu, Sonechko, Kalynova, Voloshkova, and line 418 were investigated.

Methods of research. Determining the frequency of mutations in field conditions and the level of variability under the action of DAB.

The research results. The variability of the mutation frequency depending on the concentration of DAB (1,4-bisdioacetylbutane) (0.1, 0.2 %) and on the mutagen-genotype interaction has been established. It was shown that in all genotypes the highest frequency of mutations has been observed at DAB action at the concentration of 0.2 %. The variation range of the mutations frequency at the indicated concentration from 2.8 % (Kalynova variety) to 14.0 % (Sonechko variety) was determined. The using of DAB to obtain economically-valuable mutations had the limited value. Reducing the frequency and narrowing the spectrum of mutations at the repeated action of the chemical mutagen has been established.

The elements of scientific novelty. Further development of the idea about the possibilities of valuable mutation induction rates has been acquired. New donors of valuable traits for breeding researches have been discovered.

Practical value. The peculiarities of induction peculiarities of some mutation types in soft winter wheat have been established.

Key words: winter wheat, 1.4-bisdiosaoacetylbutane, chemical mutagenesis, mutations.

Statement of the problem. The peculiarities of the chemical mutagen action and the induction of mutations during their interaction with the genotype of eight varieties and lines of winter wheat have been investigated. Chemical mutagenesis, in spite of significant methodological and practical difficulties, has significant advantages as a more site-specific method. Using the chemical mutagens, it is possible to forecast the probability of occurring certain types and groups of mutations with a higher probability than after the action of physical mutagens.

Therefore, detecting the spectrum of possibilities of DAB chemical mutagen in inducing genetically valuable mutations is an urgent task.

The purpose of the research was to study the optimization peculiarities of the system mutagen – concentration of mutagen – genotype of initial form to forecast the mutagen action consequences under DAB action in order to raise the number of economically- and genetically-valuable mutations.

The research task was to analyze the rate and spectrum of mutations of winter wheat plants under the influence of some DAB concentrations, select breeding and genetically valuable mutant lines for further using, to identify possible deviations by mutagen action depending on the method of obtaining varieties.

Materials and methods of research. The seeds of following varieties of winter wheat have been treated by mutagens Favorytka, Lasunia, Khurtovyna, line 418, Kolos Myronivshchyny, Sonechko, Kalynova, Voloshkova. We used DAB chemical mutagen (1.4-bisdiosaoacetylbutane) in concentrations 0.1, 0.2 %. The experiment was conducted in the Scientific-Educational Centre of DSAEU. In 2011–2012 we identified the mutations with phenological observations and by yield and yield structure (1–3 rows trials, inter-row – 0.15 m, the row length - 1.5 m), and the variety after every 10–20 trials was initially as check. In 2013–2017 the character of heredity was investigated, the yield component analysis was conducted on 30 plants at M_4 – M_6 generations.

The research results. The total number of families in the second generation after mutagen treatment was 8000. Mutations were detected by phenological observations and accounting in M_2 – M_3 , followed by checking inheritance. Depending on the concentration of the mutagen, the mutation rate ranged from 2.8 % (Kalynova variety) to 14.0 % (Sonechko variety). The highest mutation rate was observed at mutagen concentration of 0.2 %. In general, the highest mutation rate was characteristic of winter wheat varieties obtained by the methods of hybridization and thermo-mutagenesis.

In the general spectrum of mutations, 33 traits were identified, according to which changes occurred under the action of dimethyl sulfate. For analysis, these characters were combined into groups: structural mutations of the stem and leaves; the intensity of the wax coating; color mutations and structure of the ear; color mutations and grain structure; mutations according to the physiological signs of growth and development; system mutations; mutant families. It has been established that a characteristic distinguishing feature of DAB was the absence of systemic mutations, dwarfs, and almost the absence of sterile plants and mutants by spike structure.

The following mutations were considered as valuable – short-stemmed, semi-dwarfs, large spike, large grains, early-maturing, productive plants. Altogether 5 short-stemmed, 2 semi-dwarf, 2 having a large spike, 1 having large grains, and 3 early-maturing mutations were obtained.

The mutant lines with increased grain yield were identified at 0.1 % DAB concentration. Their number varied from 0 to 0.2 % in the variant.

The only exception was Lasunia variety mutant, at the DAB 0.1 % (line 174 in further testing), which showed a high weight of grain from a plant and in some years exceeded the standard concerning the yield, in addition, this line had a higher complex resistance to diseases.

Conclusions. For DAB as a mutagen, the genotype-mutagenic effect is significant when the varieties obtained by the action of chemical mutagenesis (Kalynova) were taken. DAB, as a mutagen, had a much weaker effect on Kalynova variety that was created when using this mutagen. The effect of DAB was again confirmed by the high site-specificity of chemical mutagens. The frequency of mutations and the level of variability were significantly lower than at other mutagens.

The mutant lines with increased grain productivity were identified at 0.1% DAB concentration. The number of them varied from 0 to 0.2 % in the variant. At further testing, nearly all of these forms were discarded. A small number of economically valuable mutations was detected.

Nazarenko Mykola Mykolaiovych – Candidate (PhD) Biological Sciences, Associate Professor, Department of Selection and Seed Breeding of Dnipro State Agrarian and Economic University, 25a, S. Yefremova st., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: nik_nazarenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6604-0123.

Solohub Iryna Mykolaivna – Teaching Assistant, Department of Plant Growing of Dnipro State Agrarian and Economic University, 25a, S. Yefremova st., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: solohub26@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0822-6480.

Стаття надійшла до редакції 01.03.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування :

Назаренко М. М., Сологуб І. М. Мутаційна мінливість пшениці озимої (*Triticum aestivum L.*) при хімічному мутагенезі. *Вісник ПДАА*. 2019. № 1. С. 56–64.

DOI 10.31210/visnyk2019.01.07

© Назаренко Микола Миколайович,
Сологуб Ірина Миколаївна, 2019