

УДК 631.528.1:633.16«321»

Дія мутагенних чинників на господарськи цінні ознаки сортів ячменю ярого у M_1 та вихід змінених форм у M_2

Сабадин В. Я., кандидат сільськогосподарських наук

Білоцерківський національний аграрний університет
Україна, 09100, м. Біла Церква, пл. Соборна, 8/1
e-mail: sabadinv@ukr.net

Мета. Визначити чутливість сортів ячменю ярого до дії різних концентрацій мутагенів у M_1 . Дослідити дію мутагенів на формування господарськи цінних ознак у M_1 , M_2 сортів ячменю ярого. **Методика.** Дослідження із сортами ячменю ярого миронівської селекції Віраж і Талісман Миронівський проводили у 2016, 2017 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету та в лабораторних умовах. Насіння замочували у розчинах мутагенів гідроксиламін (ГА) концентраціями 1,0 % (висока), 0,5 % (середня) і 0,1 % (низька) та нітрозометилсечовина (НМС) у концентраціях 0,1 % (висока), 0,01 % (середня) і 0,001 % (низька). Контроль – насіння, замочене у дистильованій воді. Експозиція становила 18 год. У M_1 визначали енергію проростання в лабораторних умовах та польову схожість. У M_2 визначали висоту рослини, довжину головного колоса, кількість зерен та масу зерна з головного колоса. Контроль – насіння, зібране з контролю, який використовували у M_1 . **Результати.** Порівняно з ГА мутаген НМС за високої концентрації викликав у проростків ячменю ярого високий рівень депресії, внаслідок чого у сорту Віраж польова схожість знижувалась до 24,0 %, у сорту Талісман Миронівський – до 51,0 %. За обробки НМС у високій концентрації в M_1 сорту Віраж отримано рослини з нещільним довгим (12,7 см) колосом, на контролі – 10,0 см. У M_2 сорту Віраж виявлено сім'ї (10/4, 11/2 і 11/4) з достовірно зменшеною висотою рослини (53,0–53,3 см, контроль 60,2 см), які отримано за дії мутагену НМС у середній і низькій концентраціях. За дії мутагену ГА в низькій концентрації і мутагену НМС у високій концентрації у сорту Віраж отримано сім'ї (5/1 і 9/2), які за довжиною та кількістю зерен головного колоса істотно перевищували контроль. **Висновки.** Найбільш інформативними щодо мутагенної дії в M_1 ячменю ярого були такі показники: енергія проростання, схожість насіння, довжина головного колоса. Дія мутагену НМС у високій концентрації викликала значно вищий рівень депресії порівняно з мутагеном ГА. На схожість насіння впливала концентрація мутагену, природа мутагену та генотип. У M_2 сортів Віраж і Талісман Миронівський відмічено вихід змінених форм за такими показниками, як висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен і маса зерна з головного колоса. Кращих результатів досягнуто за дії високої концентрації мутагену НМС та високої і низької концентрацій ГА. На формування елементів структури врожаю у M_2 впливає генотип, концентрація мутагену та його природа. Роботу з мутантними поколіннями буде продовжено у M_3 і M_4 та проведено пошук практично цінних мутацій.

Ключові слова: ячмінь ярий, гідроксиламін, нітрозометилсечовина, концентрація мутагену, енергія проростання, схожість, господарськи цінні ознаки, покоління M_1 , M_2

Вступ. Сучасне поняття «селекція рослин» пов'язують зі схрещуванням різноманітних сортів чи видів рослин з метою отримання кращих форм. Широке використання нових експериментальних методів дає можливість вирішити одне з головних завдань селекції рослин – створення нових сортів на основі генетичного розмаїття вихідного матеріалу. Пошук та використання джерел господарськи цінних ознак для селекції ячменю базується, здебільшого, на залученні генофонду, який у процесі еволюції здатний протистояти дії несприятливих біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища. Завдяки експериментальному мутагенезу розкриваються можливості виду в напрямі поліморфізму, а на базі змінених форм формуються багаті колекції генетичного різноманіття культури ячменю [1]. Мутаційна мінливість – одна з основ створення вихідного матеріалу для селекції. Індукований мутагенез є ефективним методом, за допомогою якого вчені вирішують численні теоретичні та практичні завдання генетики і селекції.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Хімічні мутагени можуть індукувати генетичну нестабільність мутантів, яка супроводжується розщепленням упродовж багатьох поколінь, що значно подовжує і ускладнює добір константних форм з селекційно і господарськи цінними ознаками. Унаслідок розщеплення в поколіннях нестабільних мутантів проходить інтенсивний формотворчий процес з появою нових морфологічних ознак і властивостей, яких не мали вихідні сорти. Шляхом застосування методу «педігрі» (безперервний добір) у поколіннях генетично нестабільних мутантів ($M_4 - M_{12}$) можна одержати форми з селекційно цінними ознаками [1, 2].

Зважаючи на ефективність мутаційної селекції та успіхи у світовій практиці важливим є вдосконалення методів щодо передбачуваності результатів, оскільки мутаційний процес і вихід селекційно цінних форм мають випадковий характер і не гарантують бажаного ефекту [1, 3]. Розкриття специфічної дії мутагенних факторів на генотип наближає розв'язання проблеми управління мутаційним процесом. Поряд з мутаційними змінами мутагени зумовлюють також глибокі функціональні зміни біохімічних, фізіологічних та інших процесів у рослинах M_1 . Тому в генетико-селекційних дослідженнях важливим етапом є вивчення впливу мутагенів на фізіологічний аспект росту і розвитку рослин M_1 , визначення ступеня токсичності та оптимальних і критичних доз мутагенів, реакції конкретних генотипів на мутагенну дію з метою раціонального використання мінімальних вибірок вихідного матеріалу та максимальної ефективності одержаних результатів [1, 4, 5].

Інформативним є рівень пригнічення схожості і виживаності рослин у першому поколінні залежно від природи і концентрації мутагенів. Він дає

змогу передбачити вихід змінених форм у M_2 і, як припущення, частоту мутацій у M_3 , в тому числі й практично цінних. Дослідниками виявлено, що на рівень пригнічення найбільше впливає природа мутагену, особливо це проявляється на схожості, виживанні та розвитку рослин M_1 [6]. Залежно від концентрації мутагени можуть мати депресивний або стимулюючий вплив на ріст та розвиток рослин M_1 . За високих концентрацій у більшості випадків мутагени проявляють депресивну дію [7–9]. Добір у потомстві мутантів ячменю може бути ефективним лише в гетерозиготних і, особливо, нестабільних мутантів, а також у мутантів гібридів [1].

Мета досліджень – визначити чутливість сортів ячменю ярого до дії різних концентрацій мутагенів у M_1 , дослідити дію мутагенів на формування господарськи цінних ознак у M_1 , M_2 сортів ячменю ярого.

Матеріал і методика. Дослідження із сортами ячменю ярого миронівської селекції Віраж і Талісман Миронівський проводили у 2016, 2017 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) та в лабораторних умовах. У лабораторії кафедри генетики, селекції та насінництва сільськогосподарських культур БНАУ насіння замочували у розчинах мутагенів гідроксиламін (ГА) концентраціями 1,0 % (висока), 0,5 % (середня) і 0,1 % (низька) і нітрозометилсечовина (НМС) у концентраціях 0,1 % (висока), 0,01 % (середня) і 0,001 % (низька), а також у дистильованій воді за загальноприйнятою методикою [10]. Експозиція замочування 18 год за кімнатної температури. Після намочування насіння промивали проточною водою впродовж однієї години, висушували до повітряно-сухого стану і висівали по 500 шт. кожного варіанту в полі. У M_1 для визначення енергії проростання контроль (К) – насіння, замочене у дистильованій воді, контроль, з яким порівнювали польову схожість – насіння, замочене у воді з тією ж експозицією, що і при обробці водними розчинами мутагенів, у M_2 контроль – насіння, зібране з контролю, який використовували у M_1 . У першому поколінні (M_1) визначали енергію проростання на 3-ю добу в лабораторних умовах, брали 100 насінин, поміщали на вологий фільтрувальний папір і за температури 22 °С пророщували в термостаті. Польову схожість визначали шляхом обрахунку схожих рослин при появі 2–3 листків. Сівбу, догляд та збирання врожаю проводили вручну. У M_1 за загальноприйнятою методикою [11] проводили структурний аналіз (висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен та маса зерна з головного колоса) 25 рослин з кожного варіанту досліджу. Для отримання мутантних потомств M_2 сівбу проводили колоссям. Виявлені в M_2 окремі мутантні сім'ї піддавали детальному біометричному аналізу, загальноприйнятому за індивідуально-родинного добору в селекції.

Упродовж вегетаційного періоду проводили облік візуально виділених змінених форм у M_1 і M_2 та порівнювали отримані дані з контрольним варіантом (без застосування мутагенів). Результати математично оброблено за Б. О. Доспеховим [11] з використанням прикладної комп'ютерної програми Excel.

Обговорення результатів. Оскільки дія хімічних мутагенів на життєздатність рослин M_1 сильніше проявляється на початкових етапах їх росту і розвитку, вивчали чутливість сортів ячменю ярого щодо впливу мутагенів на енергію проростання насіння у лабораторних умовах і польову схожість.

На рисунку наведено показники енергії проростання та польової схожості за обробки насіння ячменю ярого мутагенами.

Так, у сорту Віраж за обробки насіння мутагеном ГА у високій концентрації знижувались енергія проростання (70,0 % порівняно з 96,0 % на контролі) та польова схожість у M_1 (73,6 %, що на 18,4 % нижче за контроль), а за обробки мутагеном у середній та низькій концентрації енергія проростання насіння була близькою до контролю, польова схожість – нижчою за контроль (на 15,7 %). У сорту Талісман Миронівський за обробки насіння мутагеном ГА у високій концентрації в M_1 спостерігали зниження порівняно з контролем енергії проростання (на 26 %) і польової схожості (на 21 %), за обробки цим мутагеном у середній та низькій концентрації польова схожість також була нижчою за контроль (на 14,0 %).

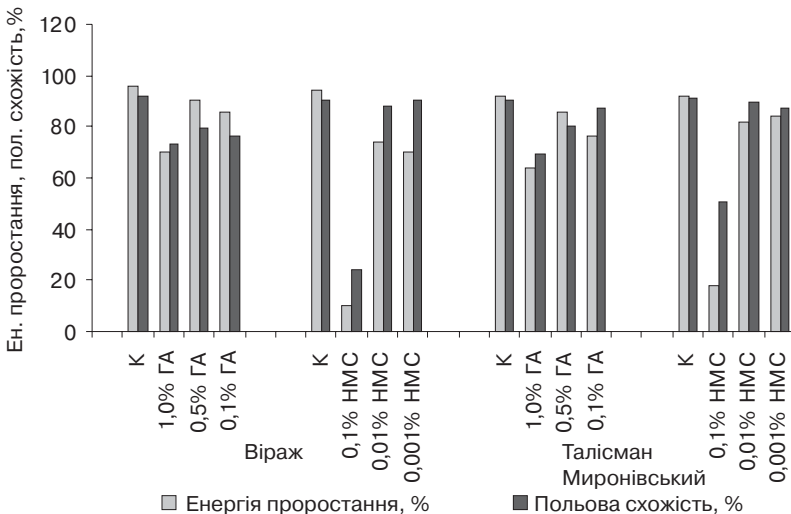


Рис. Енергія проростання та польова схожість насіння ячменю ярого за обробки мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2016 р.

За обробки насіння мутагеном НМС у високій концентрації у M_1 спостерігали значне зниження енергії проростання і польової схожості. Так, у сорту Віраж енергія проростання становила лише 10,0 % (на контролі 94,0 %), польова схожість – 24,0 % (на 70,0 % нижче за контроль). Подібну закономірність відмічено й у сорту Талісман Миронівський – за високої концентрації мутагену НМС енергія проростання становила 18,0 % (на 74,0 % нижче за контроль), польова схожість – 51,0 % (на 41,0 % нижче за контроль). За обробки мутагеном НМС у середній і низькій концентрації енергія проростання у сортів також була нижчою за контроль (Віраж – на 20 %, Талісман Миронівський – на 8,0 %).

У рік обробки насіння мутагени впливають не тільки на показники якості (схожість насіння, виживання пророслих), а й на деякі кількісні ознаки (висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен з головного колоса та ін.), що певною мірою також може бути критерієм чутливості сорту до певного хімічного мутагену.

У таблиці 1 наведено біометричні показники рослин досліджуваних сортів за обробки насіння мутагенами.

Таблиця 1. Біометричні показники рослин ячменю ярого у M_1 за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2016 р.

Варіант обробки	Висота рослини		Довжина головного колоса		Кількість зерен у головному колосі		Маса зерна з головного колоса	
	$\bar{x} \pm s^1$, см	V^2 , %	$\bar{x} \pm s$, см	V , %	$\bar{x} \pm s$, шт.	V , %	$\bar{x} \pm s$, г	V , %
Сорт Віраж								
Контроль	83,3±4,2	5,2	10,0±1,6	15,5	24,3±2,2	8,5	1,5±0,2	13,3
ГА 1,0 %	84,7±3,9	4,6	10,9±1,3	12,1	24,7±2,3	9,9	1,7±0,3	16,8
ГА 0,5 %	87,8±3,7	4,2	10,9±1,3	12,0	25,3±2,0	7,8	1,7±0,2	13,8
ГА 0,1 %	83,6±4,2	5,0	10,4±1,0	9,6	25,4±2,1	8,2	1,7±0,2	13,4
НМС 0,1 %	80,5±4,3	5,4	12,7±1,4	10,9	25,1±2,6	10,3	1,5±0,3	23,1
НМС 0,01 %	87,2±4,9	5,7	10,5±1,5	14,1	24,6±2,0	8,0	1,6±0,2	12,3
НМС 0,001 %	82,0±3,7	4,6	9,9±1,1	11,5	23,8±1,8	7,4	1,5±0,2	14,7
Сорт Талісман Миронівський								
Контроль	79,1±3,9	4,9	8,4±1,0	11,3	22,9±2,0	9,0	1,3±0,2	6,2
ГА 1,0 %	80,6±5,3	6,6	9,9±0,9	8,8	23,5±2,9	12,5	1,5±0,2	5,2
ГА 0,5 %	79,4±3,7	4,6	9,2±1,0	11,2	22,8±2,5	11,1	1,3±0,2	5,7
ГА 0,1 %	79,3±4,1	5,2	8,3±0,8	10,1	21,3±1,9	8,7	1,2±0,2	4,6
НМС 0,1 %	85,8±4,0	4,7	9,5±1,4	14,3	24,2±2,7	11,3	1,4±0,2	16,9
НМС 0,01 %	84,8±4,2	5,0	8,4±1,3	15,0	22,7±2,6	11,4	1,2±0,2	17,0
НМС 0,001 %	85,4±2,7	3,2	8,5±1,1	13,1	22,5±2,6	11,6	1,2±0,2	18,5

Примітка. Тут і далі s^1 – стандартне відхилення, V^2 – коефіцієнт варіації

У сорту Віраж за обробки насіння мутагеном ГА у середній концентрації рослини M_1 були вищими за контроль, проте, зважаючи на статистичні дані, ця різниця була не істотною. Аналогічну закономірність спостерігали й за обробки мутагеном НМС. У сорту Талісман Миронів-

ський за обробки насіння мутагенами ГА і НМС висота рослин була на рівні контролю.

У сорту Віраж за обробки мутагеном ГА довжина головного колоса в M_1 істотно не відрізнялася від контролю, а за високої концентрації мутагену НМС спостерігали істотне збільшення показника (до 12,7 см). Проте, кількість зерен та маса зерна з головного колоса на цьому варіанті не відрізнялися від контролю. Рослини мали довгий, але нещільний колос.

У сорту Талісман Миронівський за обробки насіння мутагенами у високих концентраціях довжина головного колоса в M_1 збільшувалась: ГА – 9,9 см (вище за контроль на 1,5 см), НМС – 9,5 см (вище за контроль на 0,9 см), а за кількістю зерен і масою зерна з головного колоса варіанти з обробкою мутагенами істотно не відрізнялися від контролю.

Отже, найбільш інформативними щодо мутагенної депресії у M_1 сортів ячменю ярого були показники енергії проростання, схожості насіння і довжини головного колоса. Значно вищий рівень депресії спостерігали за обробки мутагеном НМС у високій концентрації порівняно з мутагеном ГА. На прояв ознак у M_1 ячменю ярого впливала концентрація мутагену, його природа та генотип.

У M_2 змінені форми вивчали за кількісними ознаками (висота рослини, довжина головного колоса, кількість і маса зерна з головного колоса) у порівнянні з контролем. У таблицях 2–5 наведено показники крайнього прояву ознак під впливом мутагенів у різних концентраціях.

У M_2 сорту ячменю ярого Віраж виявлено сім'ї з достовірно зміненою, порівняно з контролем, висотою рослин (табл. 2). Так, за дії мутагену ГА в усіх концентраціях рослини були істотно вищими (65,8–78,8 см) порівняно з контролем (60,2 см). За дії мутагену НМС у середній і низькій концентрації відмічено зниження висоти рослин (до 53,1–57,9 см), проте ця різниця була на межі похибки. За високої концентрації НМС різниця була неістотною. Селекційну цінність мають сім'ї 10/4 11/2 і 11/4, у яких відмічено зменшення висоти рослин від 53,0 см до 53,3 см за дії НМС у середній та низькій концентрації.

У M_2 сорту Талісман Миронівський також виявлено сім'ї з достовірно зміненою висотою рослини (табл. 2). Так, за дії мутагену ГА високої концентрації відзначено сім'ю 6/7 з істотним збільшенням (до 73,2 см) висоти рослин. За дії мутагену ГА низької концентрації виділено сім'ї зі зменшеною висотою рослин (53,4–54,4 см), проте ця різниця неістотна. За дії мутагену НМС середньої концентрації виявлено сім'ю 13/3, рослини якої на 8,7 см нижчі за контроль, за дії НМС високої і низької концентрації – сім'ї 12/4 і 14/5 з найменшою висотою рослин, проте різниця була неістотною.

Отже, на зміну висоти рослин у M_2 впливають генотип, концентрація і природа мутагену, причому кращих результатів досягнуто за дії мутагену НМС середньої і низької концентрації у сортів Віраж і Талісман Миронівський та ГА середньої концентрації – у сорту Талісман Миронівський.

Таблиця 2. Мінливість висоти рослин ячменю ярого в M_2 за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	$\bar{x} \pm s$, см	Lim, см		Розмах мінливості (R), см	Коефіцієнт варіації (V), %	Дисперсія (s^2)
		min	max			
Сорт Віраж						
Контроль	60,2±1,5	56,0	62,0	6,0	2,5	2,31
ГА 1,0 %, 3/1	78,7±3,2	76,0	85,0	9,0	4,1	10,23
ГА 0,5 %, 4/3	73,3±2,2	70,0	76,0	6,0	3,0	4,75
ГА 0,1 %, 5/3	69,5±2,6	66,0	73,0	7,0	3,7	6,67
НМС 0,1 %, 9/1	67,5±3,9	62,0	75,0	13,0	5,8	15,14
НМС 0,01 %, 10/4*	53,0±2,2	50,0	55,0	5,0	4,1	4,67
НМС 0,001 %, 11/2*	53,3±2,0	50,0	56,0	6,0	3,7	3,90
НМС 0,001 %, 11/4*	53,1±2,3	50,0	56,0	6,0	4,3	5,27
Сорт Талісман Миронівський						
Контроль	58,7±3,3	55,0	65,0	10,0	5,6	10,92
ГА 1,0%, 6/7*	73,2±4,7	67,0	80,0	13,0	6,4	22,18
ГА 0,5%, 7/1	49,0±3,0	43,0	53,0	10,0	6,2	9,11
ГА 0,1%, 8/2	53,4±4,0	47,0	60,0	13,0	7,4	15,62
ГА 0,1%, 8/3	54,4±1,7	52,0	57,0	5,0	3,2	2,95
НМС 0,1%, 12/4	52,8±2,7	50,0	56,0	6,0	5,0	7,07
НМС 0,01%, 13/3	50,0±3,6	45,0	55,0	10,0	7,1	12,67
НМС 0,001%, 14/5	53,3±2,5	50,0	57,0	7,0	4,7	6,24

Примітка. * сім'ї з достовірно зміненою висотою рослин

У M_2 відмічено змінні форми за ознакою довжини головного колоса, серед яких виділено сім'ї з довгим нещільним, щільним, а також з коротким колосом порівняно з контролем. Сім'ї 9/2 і 5/1, отримані із сорту Віраж, істотно відрізнялися за довжиною головного колоса (11,2–11,6 см) від контролю.

У сорту Талісман Миронівський відібрано сім'ї 6/6 і 12/5 з довжиною головного колоса відповідно 9,2 см і 9,6 см, що отримані за дії мутагенів ГА і НМС у високій концентрації. За всіх інших варіантів обробки мутагенами різниця була неістотною (табл. 3).

За кількістю зерен у головному колосі в M_2 також відмічено змінні форми. У сорту Віраж за дії низької концентрації мутагену ГА і високої концентрації мутагену НМС виявлено сім'ї 5/1 і 9/2 з показниками 25,4 і 25,7 шт. відповідно, у сорту Талісман Миронівський за дії високої концентрації ГА – сім'ю 6/6 з кількістю зерен у головному колосі 25,1 шт. (контроль – 21,4 шт.) (табл. 4).

Таблиця 3. Мінливість довжини головного колоса ячменю ярого в M_2 за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	$\bar{x} \pm s$, см	Lim, см		Розмах мінливості (R), см	Коефіцієнт варіації (V), %	Дисперсія (s^2)
		min	max			
Сорт Віраж						
Контроль	9,0±0,9	7,0	10,5	3,5	10,0	0,80
ГА 1,0 %, 3/3	10,0±1,0	8,5	11,0	2,5	10,4	1,07
ГА 0,5 %, 4/3	8,4±0,7	7,5	9,5	2,0	8,5	0,51
ГА 0,1 %, 5/1*	11,6±0,5	11,0	12,0	1,0	4,5	0,27
НМС 0,1 %, 9/2*	11,2±0,7	10,0	12,5	2,5	6,7	0,56
НМС 0,01 %, 10/4	9,0±1,0	7,5	10,5	3,0	11,6	1,08
НМС 0,001 %, 11/3	9,6±0,8	8,0	10,5	2,5	8,8	0,71
Сорт Талісман Миронівський						
Контроль	7,5±0,7	6,5	9,0	2,5	9,8	0,54
ГА 1,0 %, 6/6*	9,2±0,9	8,0	10,0	2,0	9,7	0,78
ГА 0,5 %, 7/5	8,6±0,4	8,0	9,0	1,0	4,4	0,14
ГА 0,1 %, 8/2	8,0±0,5	7,0	8,5	1,5	6,3	0,25
НМС 0,1 %, 12/5*	9,6±1,0	8,0	11,0	3,0	10,7	1,06
НМС 0,01 %, 13/2	7,0±0,5	6,0	7,5	1,5	7,2	0,25
НМС 0,001 %, 14/8	8,5±0,8	7,0	9,5	2,5	8,8	0,56

Примітка. * сім'ї з достовірно зміненою довжиною головного колоса.

Таблиця 4. Мінливість кількості зерен у головному колосі ячменю ярого в M_2 за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	$\bar{x} \pm s$, шт.	Lim		Розмах мінливості (R)	Коефіцієнт варіації (V), %	Дисперсія (s^2)
		min	max			
Сорт Віраж						
Контроль	22,3±1,4	19,0	24,0	5,0	6,2	1,92
ГА 1,0 %, 3/5	23,5±1,4	22,0	26,0	4,0	6,1	2,06
ГА 0,5 %, 4/3	22,9±1,8	21,0	26,0	5,0	8,0	3,36
ГА 0,1 %, 5/1*	25,4±1,4	24,0	28,0	4,0	5,5	1,98
НМС 0,1 %, 9/2*	25,7±1,4	23,0	28,0	5,0	5,5	2,01
НМС 0,01 %, 10/4	22,6±2,5	19,0	27,0	8,0	11,1	6,27
НМС 0,001 %, 11/4	23,8±1,3	22,0	26,0	4,0	5,5	1,73
Сорт Талісман Миронівський						
Контроль	21,4±1,8	20,0	26,0	6,0	8,2	3,11
ГА 1,0 %, 6/6	25,1±2,5	22,0	30,0	8,0	9,8	6,10
ГА 0,5 %, 7/5	24,4±2,0	22,0	27,0	5,0	8,1	3,95
ГА 0,1 %, 8/4	23,1±1,3	21,0	25,0	4,0	5,8	1,81
НМС 0,1 %, 12/1	22,4±2,3	17,0	25,0	8,0	10,4	5,38
НМС 0,01 %, 13/1	20,0±1,6	17,0	22,0	5,0	8,2	2,67
НМС 0,001 %, 14/7	23,7±1,8	20,0	25,0	5,0	7,7	3,34

Примітка: * сім'ї з достовірно зміненою кількістю зерен у головному колосі

Аналізуючи мінливість маси зерна з головного колоса, у M_2 сорту Віраж виділили сім'ї 5/1 і 9/2 з показником 1,9 г (на 0,5 г вище за контроль),

що отримані відповідно за дії мутагену ГА низької концентрації і НМС високої концентрації. За всіх інших варіантів різниця була неістотною. У M_2 сорту Талісман Миронівський не виділено сімей, які за обробки мутагенами ГА і НМС різної концентрації істотно перевищували б контроль за масою зерна з головного колоса (табл. 5).

Таблиця 5. Мінливість маси зерна з головного колоса ячменю ярого в M_2 за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	$\bar{x} \pm s$, г	Lim, г		Розмах мінливості (R), г	Коефіцієнт варіації (V), %	Дисперсія (s^2)
		min	max			
Сорт Віраж						
Контроль	1,4±0,2	1,2	1,8	0,6	12,3	0,03
ГА 1,0 %, 3/5	1,7±0,1	1,5	2,0	0,5	8,9	0,02
ГА 0,5 %, 4/1	1,4±0,2	1,1	1,8	0,7	15,8	0,05
ГА 0,1 %, 5/1*	1,9±0,2	1,5	2,2	0,7	11,9	0,05
НМС 0,1 %, 9/2*	1,9±0,2	1,6	2,2	0,6	10,5	0,04
НМС 0,01 %, 10/4	1,7±0,3	1,2	1,9	0,7	16,2	0,07
НМС 0,001 %, 11/2	1,7±0,1	1,5	1,9	0,4	8,0	0,02
Сорт Талісман Миронівський						
Контроль	1,4±0,1	1,2	1,7	0,5	10,3	0,02
ГА 1,0 %, 6/6	1,6±0,3	1,2	2,1	0,9	20,6	0,11
ГА 0,5 %, 7/5	1,5±0,1	1,3	1,6	0,3	6,7	0,01
ГА 0,1 %, 8/1	1,6±0,1	1,3	1,7	0,4	9,0	0,02
НМС 0,1 %, 12/5	1,6±0,4	1,3	2,3	1,0	22,3	0,15
НМС 0,01 %, 13/1	1,2±0,2	0,9	1,5	0,6	13,8	0,03
НМС 0,001 %, 14/1	1,6±0,2	1,3	1,8	0,5	11,5	0,03

Примітка. * сім'ї з достовірно зміненою масою зерна з головного колоса.

Отже, у M_2 сортів ячменю ярого Віраж і Талісман Миронівський виявлено зміни елементів структури врожаю залежно від концентрації мутагенів як наслідок чутливості цих сортів до їхньої дії. На формування господарськи цінних показників у M_2 впливає генотип, концентрація мутагену та його природа.

Висновки. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії в M_1 сортів ячменю ярого Віраж і Талісман Миронівський були енергія проростання, схожість насіння та довжина головного колоса. Дія мутагену НМС високої концентрації викликала значно вищий рівень депресії, аніж ГА високої концентрації. За дії НМС у сорту Віраж польова схожість знижувалась до 24,0 %, у сорту Талісман Миронівський – до 51,0 %. На схожість насіння ячменю ярого впливали концентрація мутагену його природа та генотип.

У M_2 сортів ячменю ярого Віраж і Талісман Миронівський відмічено форми зі змінами висоти рослин, довжини головного колоса, кількості зерен і маси зерна з головного колоса. У сорту Віраж виявлено сім'ї 10/4,

11/2 і 11/4 з достовірно зменшеною висотою стебла (53,0–53,3 см). Отримано сім'ї 5/1 і 9/2 з довжиною головного колоса 11,2–11,6 см та кількістю зерен у ньому 25,4–25,7 шт., що істотно перевищувало контроль. За обробки мутагеном ГА у високій концентрації насіння сорту Талісман Миронівський виділено сім'ю 6/6 з кількістю зерен у головному колосі 25,1 шт. (на 3,7 шт. більше за контроль).

Сорти ячменю ярого Віраж і Талісман Миронівський виявилися чутливими до дії досліджуваних мутагенів, яка була найвищою за високої концентрації НМС та високої і низької концентрації ГА. На формування кількісних ознак (висота рослини, довжина головного колоса, кількість і маса зерна з головного колоса) у M_2 впливали генотип, концентрація мутагену та його природа.

Роботу з мутантними поколіннями буде продовжено, адже у M_2 не всі зміни будуть спадковими. Пошук практично цінних мутацій буде проведено у M_3 і M_4 . Цінні форми будуть залучено до гібридизації для одержання мутантносортових гібридів, що значно розширить генотипову мінливість.

Список використаних джерел

1. Козаченко М. Р. Експериментальний мутагенез в селекції ячменю. Харків : [б. в.], 2010. 296 с.
2. Васильківський С. П. Мутаційна селекція в світлі ідей Й. А. Рапопорта. *Індукований мутагенез в селекції рослин*. Біла Церква : БНАУ, 2012. С. 30–38.
3. Оксём В. П. Разширение биоразнообразия исходного материала озимой мягкой пшеницы посредством мутагенных факторов. *Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (посвящ. 140-летию А. Г. Дояренко)*: Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии (18–19 марта 2014 г., Саратов). Саратов : Ракурс, 2014. С. 89–93.
4. Козаченко М. Р., Солонечна О. В., Солонечний П. М., Иванова Н. В., Васько Н. І., Наумов О. Г. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого / за ред. М. Р. Козаченка. Харків : [б. в.], 2012. 448 с.
5. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы. Киев : Наукова думка, 1995. 628 с.
6. Оксём В. П. Вплив мутагенних чинників на рослини M_1 озимої пшениці та його зв'язок із частотою змінених форм у другому поколінні. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 2. С. 153–162.
7. Сабадин В. Я. Вплив концентрації мутагену на господарсько цінні ознаки генотипів ячменю ярого. *Агробіологія*. 2017. № 1 (131). С. 91–96.
8. Назаренко М. М., Вашченко В. В. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці озимої. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 3. С. 17–24.
9. Оксём В. П. Частота і спектр хромосомних аберацій як тест чутливості до дії мутагенних чинників на прикладі озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 3. С. 232–239.
10. Зоз Н. Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур. *Мутационная селекция*. Москва : Наука, 1968. С. 23–27.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Kozachenko, M. R. (2010). Experimental Mutagenesis in Barley Breeding. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
2. Vasylykivskiy, S. P. (2012). Mutational breeding in the light of the I. A. Rapoport's ideas. In *Induced Mutagenesis in Plant Breeding* (pp. 30–38). Bila Tserkva: BNAU. [in Ukrainian]
3. Oksem, V. P. (2014). The expansion of biodiversity of source material of bread winter wheat by means of mutagenic factors. In *Perspective Directions of Research in Changing Climatic Conditions (Devoted to 140-th Anniversary of A. G. Doyarenko): Collection of Reports of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists* (pp. 89–93). March 18–19, 2014, Saratov, Russia. [in Russian]
4. Kozachenko, M. R., Solonechna, O. V., Solonechniy, P. M., Ivanova, N. V., Vasko, N. I., & Naumov, O. H. (2012). Breeding and Genetic Studies of Spring Barley. M. R. Kozachenko (Ed.). Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
5. Morgun, V. V., & Logvinenko, V. F. (1995). Mutational Wheat Breeding. Kiev: Naukova dumka. [in Russian]
6. Oksom, V. P. (2010). Influence of mutagenic factors on M_1 plants and its relation with the frequency of altered forms in the second generation. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 42(2), 153–162. [in Ukrainian]
7. Sabadyn, V. Ya. (2017). The effect of the concentration of the mutagen on spring barley genotypes economic characters. *Agrobiology*, 1, 91–96. [in Ukrainian]
8. Nazarenko, M. M., & Vaschenko, V. V. (2015). Depression caused by some chemical mutagens action on winter wheat sample. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University*, 3, 17–24. [in Ukrainian]
9. Oksem, V. P. (2010). Frequency and spectrum of chromosomal aberrations as a test of sensitivity to the action of mutagenic factors on the example of winter wheats. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 42(3), 232–239. [in Ukrainian]
10. Zoz, N. N. (1968). Methods of using chemical mutagens in crop breeding. In *Mutation Breeding* (pp. 23–27). Moscow: Nauka. [in Russian]
11. Dospekhov, B. A. (1985). Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]

Действие мутагенных факторов на хозяйственно ценные признаки сортов ячменя ярового в M_1 и выход измененных форм в M_2

Сабатин В. Я., кандидат сельскохозяйственных наук

Белоцерковский национальный аграрный университет
Украина, 09100, г. Белая Церковь, ул. Соборная 8/1
e-mail: sabadinv@ukr.net

Цель. Определить чувствительность сортов ячменя ярового к действию различных концентраций мутагенов в M_1 . Исследовать действие мутагенов на формирование хозяйственно ценных признаков в M_1 , M_2 сортов ячменя ярового. **Методика.** Исследования с сортами ячменя ярового мирановской селекции Вираз и Талисман Миранівський проводили в 2016, 2017 гг. в условиях опытного поля учебно-производственного центра Белоцерковского национального аграрного университета и в лабораторных условиях. Семена замачивали в растворах мутагенов гидроксилламин (ГА) в концентрации 1,0 % (высокая), 0,5 % (средняя) и 0,1 % (низкая) и нитрозометил-мочевина (НММ) в концентрации 0,1 % (высокая), 0,01 % (средняя) и 0,001 % (низкая). Контроль – семена, замоченные в дистиллированной воде. Экспозиция составляла

18 ч. В M_1 определяли энергию прорастания в лабораторных условиях и полевую всхожесть. В M_2 определяли высоту растения, длину главного колоса, количество зерен и массу зерна с главного колоса. Контроль – семена, собранные в контроле, который использовали в M_1 . **Результаты.** По сравнению с ГА мутаген НММ при высокой концентрации вызвал у проростков ячменя ярового гораздо более высокий уровень депрессии, вследствие чего у сорта Віраж полевая всхожесть снижалась до 24,0 %, у сорта Талісман Миронівський – до 51,0 %. При обработке НММ в высокой концентрации в M_1 сорта Віраж получены растения с неплотным длинными (12,7 см) колосом, на контроле – 10,0 см. В M_2 сорта Віраж выявлены семьи (10/4, 11/2 и 11/4) с существенным снижением высоты растения (53,0–53,3 см, контроль 60,2 см), которые получены при действии мутагена НММ в средней и низкой концентрациях. При действии мутагена ГА в низкой концентрации и мутагена НММ в высокой концентрации на семена сорта Віраж получены семьи (5/1 и 9/2), которые по длине и количеству зерен с главного колоса существенно превышали контроль. **Выводы.** Наиболее информативными по мутагенному действию в M_1 ячменя ярового были показатели энергии прорастания, всхожесть семян и длина главного колоса. Действие мутагена НММ в высокой концентрации вызывало более высокий уровень депрессии, чем мутагена ГА. На всхожесть семян влияли концентрация мутагена, природа мутагена и генотип. В M_2 сортов Віраж и Талісман Миронівський отмечен выход измененных форм по таким показателям, как высота растения, длина главного колоса, количество зерен и масса зерна с главного колоса. Лучшие результаты достигнуты при действии мутагена НММ в высокой концентрации и ГА в высокой и низкой концентрациях. На формирование элементов структуры урожая в M_2 влияет генотип, концентрация мутагена и его природа. Работа с мутантными поколениями будет продолжаться в M_3 и M_4 для поиска практически ценных мутаций.

Ключевые слова: ячмень яровой, гидроксилламин, нитрозометилмочевина, концентрация мутагена, энергия прорастания, всхожесть, хозяйственно ценные признаки, поколения M_1 , M_2

The influence of mutagenic factors on agronomic traits of spring barley varieties in M_1 and emergence of modified forms in M_2

Sabadyn V. Ya., Candidate of Agricultural Sciences

Bila Tserkva National Agrarian University

8/1, Soborna Sq., Bila Tserkva city, Kyiv region, 10117, Ukraine

e-mail: sabadinv@ukr.net

Purpose. To determine response of spring barley varieties to action of different concentrations of mutagens in M_1 . To study effect of the mutagens on the formation of agronomic traits in M_1 , M_2 spring barley varieties. **Methods.** The experiments with the varieties of Myronivka breeding Virazh and Talisman Myronivskiy were carried out in 2016, 2017 in the conditions of the experimental field of the Scientific-Research Center of Bila Tserkva National Agrarian University as well as in laboratory. The seeds were soaked in solutions of mutagen hydroxylamine (HA) at concentrations 1.0 % (high), 0.5 % (medium), and 0.1 % (low) and mutagen nitrosomethylurea (NMU) at concentrations 0.1 % (high), 0.01 % (medium) and 0.001 % (low). Seeds soaked in water were as the control. The exposition was 18 hours. In M_1 seed vigor in laboratory conditions and field germination were evaluated. In M_2 plant height, main spike length, grain number and grain weight per main spike were determined. Seeds harvested from the control variants in M_1 were used as the control in M_2 . **Results.** As compared with HA the mutagen NMU at high-concentration caused high level of depression in spring barley seedlings resulted in decrease of field germination for the variety Virazh to 24.0 %, for the variety Talisman Myronivskiy to 51.0 %. When treating seeds with NMU at

high concentration, in M_1 of the variety Virazh the plants with loose and long (12.7 cm) spike were obtained, whereas 10.0 cm in control. In M_2 the variety Virazh families were obtained (10/4, 11/2, and 11/4) with significant decrease in plant height (53.0–53.3 cm, control 60.2 cm) which were obtained by the action of mutagen NMU at medium and low concentrations. When mutagen HA in low concentration and mutagen HMM in high concentration acting on seeds of the variety Virazh, families (5/1 and 9/2) were obtained which significantly exceeded control in main spike length and grains number per main spike. **Conclusions.** The indices seed vigor, field germination and main spike length were the most informative ones for mutagenic action in spring barley M_1 . The action of mutagen NMU in high concentrations caused higher level of depression than mutagen HA. Seed germination was influenced by mutagen concentration, mutagen nature and genotype. In M_2 of the varieties Virazh and Talisman Myronivskiy the appearance of modified forms in terms of plant height, main spike length, grain number and grain weight per main spike have been marked. The best results were achieved by the action of high concentration of NMU and high and low concentration of HA. The genotype, mutagen concentration and the nature of the mutagen influenced on the formation of yield components in M_2 . Studies on mutant generations will continue in M_3 and M_4 to search valuable mutations.

Key words: *spring barley, hydroxylamine, nitrosomethylurea, mutagen concentration, seed vigor, germination, agronomic traits, M_1 , M_2 generations*