

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). У M_1 контроль – насіння замочене у дистильованій воді. Експозиція становила 18 год. Для встановлення дії мутагенних чинників у M_1 визначали енергію проростання в лабораторних умовах та польову схожість. Дослідження в M_2 проводили за такими показниками, як висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен та маса зерна з головного колоса. У M_2 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 %, Талісман Миронівський – до 51,0 %. Мутаген НМС у високій концентрації вплинув на довжину головного колоса, в результаті 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 низької концентрації мутагену ГА і високої концентрації мутагену НМС 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 багатий формотворчий процес з появою форм з новими морфологічними ознаками і властивостями, 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 дозірок вихідного матеріалу та максимальної ефективності одержаних результатів [1,4,5].

Інформативним є рівень пригнічення схожості і виживаності рослин у першому поколінні, залежно від форм і концентрацій 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. при кімнатній температурі. 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 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

(M₁) визначали енергію проростання на 3-ю добу в лабораторних умовах, брали 100 насінин, поміщали на вологий фільтрувальний папір і при температурі 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 M₁ 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 дослідження. Для отримання мутантних потомств M₂ сівбу проводили колоссям. Виявлені в M₂ окремі мутантні сім'ї піддавали детальному, загальноприйнятому за індивідуально-родинного добору в селекції біометричному аналізу.

Упродовж вегетаційного періоду проводили облік візуально виділених змінених форм у M₁ і M₂ 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 M₁ 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 високою концентрацією мутагену ГА знижувались енергія проростання (70,0 % порівняно з 96,0 % на контролі) та польова схожість у M₁ (73,6 %, що на 18,4 % нижче за контроль), а за обробки середньою та низькою концентрацією мутагену ГА енергія проростання насіння була близькою до контролю, польова схожість – нижчою за контроль (на 15,7 %). У сорту Талісман Миронівський за обробки насіння високою концентрацією мутагену ГА в M₁ спостерігали зниження порівняно з контролем енергії проростання (на 26 %) і польової схожості (на 21 %), за обробки середньою та низькою концентрацією мутагену ГА польова схожість також була нижчою за контроль (на 14,0 %).

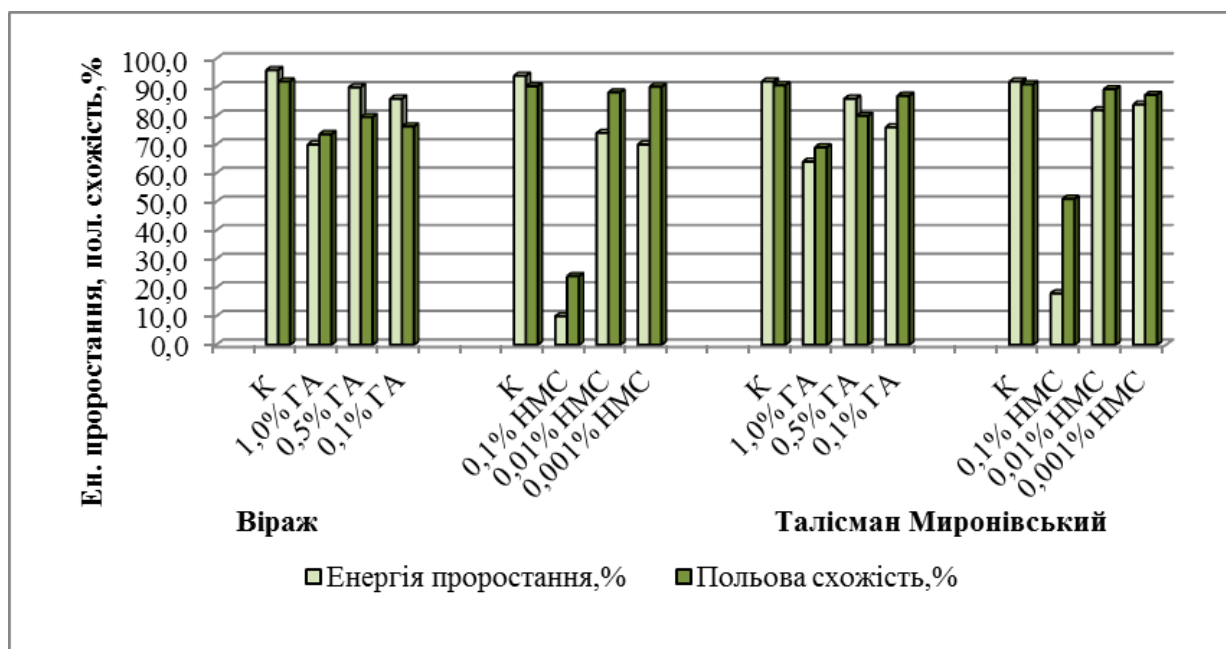


Рис. Енергія проростання та польова схожість насіння ячменю ярого за обробки мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (HMC), 2016 р.

За обробки насіння високою концентрацією мутагену HMC у M₁ 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 середньою і низькою концентрацією мутагену НМС 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 рослин), 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 М₁ за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2016 р.

Варіант обробки	Висота рослини, см		Довжина головного колоса, см		Кількість зерен у головному колосі, шт.		Маса зерна з головного колоса, г	
	середнє±s*	V*, %	середнє±s	V, %	середнє±s	V, %	середнє±s	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:* s - стандартне відхилення, V- коефіцієнт варіації, %

У сорту Віраж за обробки насіння мутагеном ГА середньої концентрації рослини М₁ 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 Миронівський за обробки насіння мутагенами ГА і НМС висота рослин була на рівні контролю.

У сорту Віраж за обробки мутагеном ГА довжина головного колоса в М₁ 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 високими концентраціями мутагенів довжина головного колоса в М₁ 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 М₁ сортів ячменю ярого були показники енергії проростання, схожості насіння і довжини головного колоса. Значно

вищий рівень депресії викликала висока концентрація мутагену НМС порівняно з такою мутагену ГА. На прояв ознак у М₁ ячменю ярого впливала концентрація мутагену його природа та генотип.

У М₂ 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 М₂ 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 середньої і низької 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 середньої та низької концентрації.

У М₂ 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 М₂ 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 М₂ за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	Середнє±s, см	Lim		Розмах мінливості (R)	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 змінені 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 високої концентрації мутагенів ГА і НМС. За всіх інших варіантів обробки мутагенами різниця була неістотною (табл. 3).

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	Середнє±s, см	Lim		Розмах мінливості (R)	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 достовірною зміненою довжиною головного колоса

За кількістю зерен у головному колосі в M_2 також відмічено змінені 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 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	Середнє±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 М₂ 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 М₂ 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 М₂ за обробки насіння мутагенами гідроксиламін (ГА) і нітрозометилсечовина (НМС), 2017 р.

Варіант обробки, сім'я	Середнє±s, г	Lim		Розмах мінливості (R)	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 М₂ 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 М₂ впливає генотип, концентрація мутагену та його природа.

Висновки. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії в М₁ 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 високою концентрацією мутагену ГА 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 в M_2 не всі зміни бувають спадковими. Пошук практично цінних мутацій буде проведено у M_3 і M_4 . Цінні форми буде залучено до гібридизації для одержання мутантнорасових 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., Іванова 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. Оксьом 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. Сабатин В. Я. Вплив концентрації мутагену на господарсько цінні ознаки генотипів ячменю ярого. *Агробіологія*. 2017. № 1 (131). С. 91–96.
8. Назаренко М. М., Ващенко В. В. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці озимої. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 3 (37). С. 17–24.
9. Оксьом 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. Vasylykivskyi, 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., Solonechnyi, 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. *Agrobiologia*, 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

Сабадин В.Я., кандидат с.-х. 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 у M_1 , M_2 сортов ячменя ярового. **Методика.** Опыты проводили в течение 2016-2017 гг. в условиях опытного поля Белоцерковского национального аграрного университета. Семена сортов Вираз и Талисман Миронивський замачивали в растворе мутагена гидроксилламин (ГА) в концентрации 1,0 % (высокая) 0,5 % (средняя) и 0,1 % (низкая) и нитрозометилмочевина (НММ) в концентрации 0,1 % (высокая), 0,01 % (средняя) и 0,001 % (низкая). В M_1 контроль - семена замоченные в дистиллированной воде. Экспозиция составляла 18 ч. В M_1 для установления действия мутагенных факторов определяли показатели энергии прорастания в лабораторных условиях и полевую всхожесть. Исследования в M_2 проводили по показателям: высота растения, длина главного колоса, количество зерен и масса зерна с главного колоса. В M_2 контроль - семена

собраны по контролю, который использовали в M_1 . **Результаты.** При действии высокой концентрацией мутаген НММ вызвал гораздо более высокий уровень депрессии у проростков ячменя ярового чем ГА. У сорта Вираз (при воздействии мутагена НММ) отмечено снижение полевой всхожести до 24,0 %, у сорта Талисман Миронивський - до 51,0 %. В M_1 поколении НММ высокой концентрации существенно повлиял на длину главного колоса сорта Вираз. Получены растения с длинными неплотным колосом 12,7 см по сравнению с контролем 10,0 см. В M_2 получены семьи 10/4, 11/2 и 11/4 сорта Вираз с существенно измененной высотой растения 53,0-53,3 см, они получены при действии мутагена НММ средней и низкой концентрации. При действии низкой концентрации мутагена ГА и высокой концентрации мутагена НММ на семена сорта Вираз получено семьи 5/1 и 9/2, которые по длине главного колоса существенно были больше чем на контроле (на 2,2-2,6 см). **Выводы.** Наиболее информативными по мутагенной депрессии в M_1 поколении растений ячменя ярового были показатели: энергия прорастания, всхожесть семян и длина главного колоса. Действие высокой концентрации мутагена НММ вызвало более высокий уровень депрессии чем высокая концентрация мутагена ГА. На всхожесть семян ячменя ярового влияла концентрация мутагена, происхождение мутагена и генотип. На сортах Вираз и Талисман Миронивський в M_2 отмечено выход измененных форм по показателям: высота растения, длина главного колоса, количество зерен и масса зерна с главного колоса. Лучших результатов достигнуто при действии мутагена НММ высокой концентрации, а также высокой и низкой концентрация ГА. На формирование показателей структуры урожайности в M_2 влияет генотип, концентрация мутагена и происхождение мутагена. Работа с мутантными поколениями будет продолжаться в M_3 и M_4 для поиска практически ценных мутаций.

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

The influence of mutagen factors on economically valuable features of M_1 spring barley genotypes and the output of the altered forms in M_2 generation

Sabadyn V.Ya., Candidate of Agricultural Sciences

*Bila Tserkva National Agrarian University
Ukraine, 09100, Bila Tserkva, Soborna ploshcha, 8/1
e-mail: sabadynv@ukr.net*

Purpose. To establish the effect of the mutagens concentration on the germination and the energy of germination of the seeds in the M_1 generation of spring barley plants. To investigate the effect of mutagens on the genotypes of spring barley and the formation of economically valuable features in the M_1 , M_2 generation. **Methods.** The experiments were carried out during 2016-2017 in the conditions of the experimental field of the Scientific-Research Center of Bila Tserkva National Agrarian University. The seeds of the varieties Virazh and Talisman Myronivsky were soaked in a solution of mutagen hydroxylamine (HA) at a concentration of 1.0% (high); 0.5% (medium) and 0.1% (low) and nitrosomethylurea (NMU) at a concentration of 0.1% (high), 0.01% (medium) and 0.001% (low), as well as in water. As the control were used the seeds soaked in water. The exposition was 18 hours. To establish the effect of mutagenic factors in the M_1 generation, parameters of germination energy in laboratory conditions and field germination were determined. In the M_2 generation assessment of the next features was carried out: height of the plant, length of the head ear, number of grains and weight of grain from the head ear. **Results.** Due to the high concentration of mutagens, the NMU caused a much higher level of depression of the barley seedlings than HA. Under the action of the NMU mutagen, the Virazh variety demonstrated a decrease of field germination to 24.0 %, the Talisman Myronivsky variety - up to 51.0 %. In the M_1

generation, the NMU mutagen of high concentration significantly affected the length of the head ear of the Virazh variety. Plants with a long, loose ear of 12.7 cm were obtained compared with control of 10.0 cm. The families 10/4, 11/2 and 11/4 of the Virazh variety were identified, which have a significantly altered stem height of 53.0 - 53.3 cm compared with the control of 60.2 cm. They were obtained by the action of the NMU mutagen of the medium and low concentrations. Due to the low concentration of HA mutagen and the high concentration of NMU mutagen on the Virazh variety, the families 5/1 and 9/2 were obtained, which were substantially larger by the ears length than the control (at 2.2-2.6 cm). **Conclusions.** The most informative about mutagenic depression in the M_1 generation of spring barley plants were the indices of germination energy, seed germination and head ear length. The effect of high concentrations of mutagenic NMU caused a significantly higher level of depression than a high concentration of HA mutagen. The germination of spring barley seeds was influenced by the mutagen concentration, then the nature of the mutagen and genotype. In the M_2 generation the varieties Virazh and Talisman Myronovsky have been marked by the output of altered forms in terms of the plant height, the head ear length, the number of grains and the mass of grain from the head ear. The best results were achieved by the action of high concentration of NMU and high and low concentration of HA in the varieties Virazh and Talisman Myronivsky. In the M_2 generation the genotype, then the mutagen concentration and the nature of the mutagen influenced on the formation of yield structure indicators. Work with mutant generations will continue in M_3 and M_4 .

Key words: *spring barley, hydroxylamine, nitrosomethylurea, concentration, germination energy, seed germination, economically valuable features, M_1 , M_2 generation.*