УДК 631.528.1:633.16"321"
САБАДИН В.Я., кандидат с.-г. наук
Білоцерківський національний аграрний університет
Україна,09100, м. Біла Церква, пл. Соборна 8/1, e-mail: sabadinv@ukr.net

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ МУТАГЕНУ НА ГОСПОДАРСЬКО ЦІННІ ОЗНАКИ ГЕНОТИПІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Вивчено вплив концентрації мутагену гідроксиламін на показники урожайності, схожості і енергії проростання у M_1 поколінні рослин ячменю ярого, а також на змінені форми в M_2. Відмічено істотний вплив концентрації мутагену на схожість насіння ячменю ярого залежно від генотипу. Встановлено, що зниження біометричних показників росту і розвитку рослин в основному залежить від концентрації мутагену. Виявлено сильні і середні зв'язки за певних концентрацій мутагену між показниками пригнічення прояву досліджуваних ознак і виходом змінених форм в M_2. Встановлено, що найінформативнішими на першому етапі є схожість і виживаність насіння, а за результатами елементів структури врожайності — висота рослин, довжина головного колоса, кількість зерен у головному колосі, маса зерна з головного колоса. Рекомендовано використовувати показники пригнічення зазначених ознак як критерії під час планування обсягів добору.

Ключові слова: *ячмінь ярий, гідроксиламін, концентрація, енергія проростання, схожість, зародкові корінці, господарсько-цінні ознаки, M_1, M_2 покоління.*

Постановка проблеми. Розкриття специфічної дії мутагенних факторів і ролі генотипу дає можливість наблизитися до вирішення проблеми управління мутаційним процесом. Оскільки селекціонера цікавлять не висока частота мутацій взагалі, а високий вихід корисних мутацій, важливим моментом досліджень є визначення оптимальних доз і концентрацій мутагенів, які забезпечують отримання максимальної кількості корисних мутацій. В дослідах, проведених на багатьох культурних рослинах [1,2], стало очевидним, що максимальний вихід корисних мутацій забезпечують не критичні, а навпаки, помірні дози мутагенів. Найбільш доцільно визначати оптимальні та критичні дози мутагенів в M_1 за показником життєздатності рослин.

Аналаз досліджень і публікацій. За роки розвитку експериментальної генетики стало очевидно, що штучний мутагенез це не тільки реальний шанс розширити селекційні прийоми, але і є принципово новим напрямом в отриманні цінних спадкових ознак з мінімальними витратами матеріальних засобів і в більш короткі терміни. Мутаційна мінливість лежить в основі вихідного матеріалу для селекції. За допомогою експериментального

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

мутагенезу можна розкрити можливості виду в напряму поліморфізму і на базі одержаних мутацій створювати обширні колекції генетичного різноманіття окремих рослин. Індукований мутагенез є вагомим методом, за допомогою якого можна вирішувати численні теоретичні і практичні завдання генетики і селекції [3,4].

Мутагени, поряд з мутаційними змінами, зумовлюють глибокі функціональні зміни фізіологічних, біохімічних та інших процесів у рослин M_1. Реакція рослин на дію мутагенів складається з ефекту пошкоджень клітинних структур і репараційних процесів на молекулярному рівні, елімінації пошкоджень на клітинному та клітинно-популяційному рівнях. Тому в генетико-селекційній роботі важливим етапом є вивчення фізіологічного впливу на ріст і розвиток рослин M_1 та визначення ступеня токсичності мутагенів, встановлення їх оптимальних і критичних концентрацій, реакції конкретних генотипів на мутагенну дію з метою раціонального використання мінімальних виборок вихідного матеріалу з максимальною ефективністю одержаних результатів [5].

Показники пригнічення росту і розвитку рослин за елементами структури врожайності, схожістю і виживаністю в першому поколінні є високоінформативними. У вивченому діапазоні доз і концентрацій застосованих мутагенів вони дають змогу передбачити вихід змінених форм у M_2 і, як припущення, частоту мутацій в M_3, у тому числі й практично цінних. Дослідниками виявлено, що на показник пригнічення найбільше впливає мутаген [6]. Залежно від концентрації, мутагени можуть виявляти депресивну або стимулюючу дію на процеси росту та розвитку рослин M_1. У більшості випадків мутагени проявляють депресивну дію на ці показники, особливо за високих концентрацій [7-9]. Проблема зняття депресивних наслідків дії мутагенів за збереження мутабельності організму на тому ж рівні є досить актуальною.

Мета досліджень. Встановити дію концентрації мутагену у M_1 поколінні рослин ячменю ярого на енергію проростання, схожість насіння, довжину

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

зародкових корінців. Визначити дію концентрації мутагену і генотипу на формування господарсько-цінних ознак у M_1, M_2 поколінні.

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом для досліджень були сорти ячменю ярого Святогор (Україна) та Pek (Чехія). Досліди проводили впродовж 2015-2016 рр. в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ. Насіння сортів ячменю ярого замочували у розчині мутагену гідроксиламін (ГА) з концентрацією 1,0; 0,5 і 0,1 %, а також у воді, експозиція становила 18 год. За контроль 1 брали сухе насіння, за контроль 2 – насіння замочене у воді.

У першому поколінні M_1 для встановлення дії мутагенних чинників визначали показники енергії проростання в лабораторних умовах на третю добу та польову схожість. На четверту добу визначали довжину зародкових корінців. Проводили структурний аналіз рослин, для цього відбирали по 25 рослин із кожного варіанта. Аналіз проводили за такими показниками, як висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен, маса зерна з головного колоса.

Обліковували і виділяли змінені форми візуально шляхом огляду рослин впродовж вегетаційного періоду в поколіннях M_1 і M_2. В M_2 перевіряли успадкування домінантних мутацій, отриманих у першому поколінні. Отримані дані порівнювали з контрольними варіантами (без застосування мутагенних чинників). Результати оброблені математично за загальноприйнятими методиками [10] з використанням прикладної комп'ютерної програми Excel.

Результати досліджень та їх обговорення.

Оскільки, дія хімічних мутагенів на життєздатність сильніше проявляється на початкових етапах росту і розвитку рослин M_1, та вивчали чутливість рослин до дії мутагенів при визначенні польової схожості і енергії проростання насіння ячменю в лабораторних умовах.

Згідно отриманих результатів (рис. 1) встановлено, що в межах діапазону концентрацій мутагену ГА, у поколінні M_1 існує залежність між концентрацією енергією проростання і схожістю насіння – зі збільшенням концентрації мутагену ці показники знижувались. Найвищий ступінь ушкоджувальної дії насіння сорту Pek спостерігали при застосуванні ГА з концентрацією 1,0 % –

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

енергія проростання становила 36,4%, польова схожість – 45,0% (порівняно з контролем – 84,0-90,0%). Насіння сорту Святогор мало вищу стійкість до ушкоджувальної дії мутагену (енергія проростання 80,0-85,0% порівняно з контролем – 92,0-95,0%).

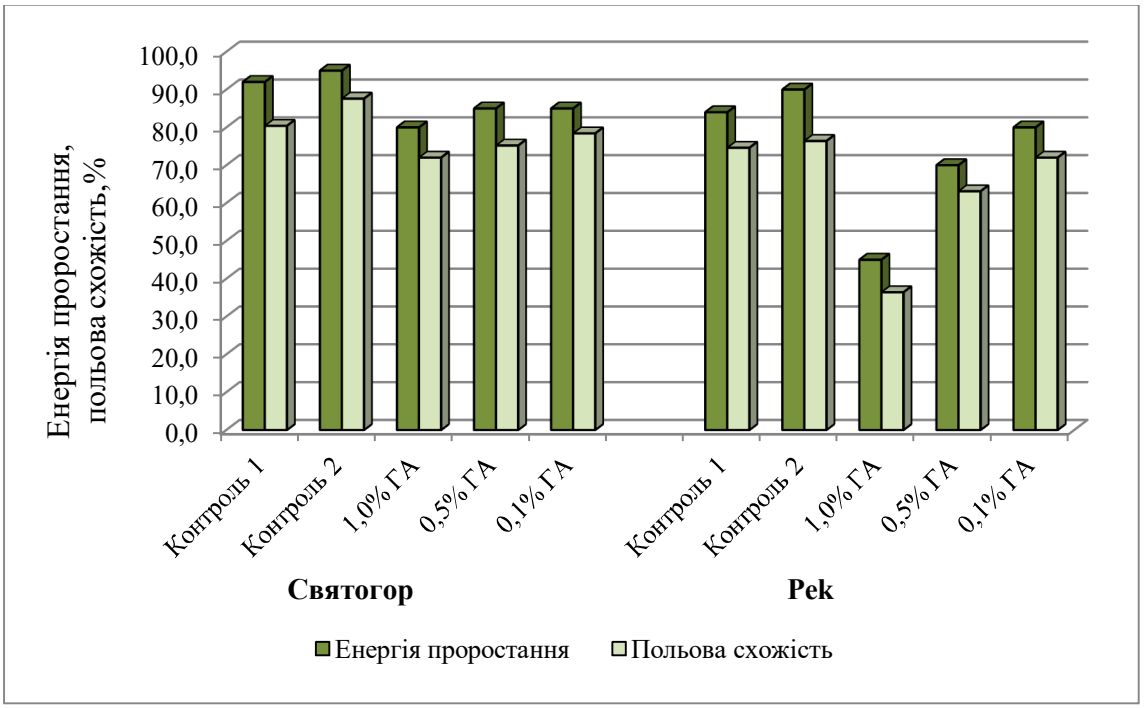


Рис. 1. – **Енергія проростання та польова схожість насіння ячменю ярого сортів Святогор і Pek після обробки мутагеном ГА, M_1, 2015 р.**

Наші дані свідчать, що хімічні мутагени, проникаючи в клітини зародка з водою при замочуванні насіння, блокують життєво важливі ферменти та пригнічують ріст зародкових корінців. Їх довжина варіювала у всіх сортів залежно від дози мутагену.

Проте, дія мутагену однієї концентрації неоднаково проявилася на різних генотипах. Так, мутаген ГА 1,0% концентрації спричинив зменшення довжини корінців до 55,5 мм (V-24,0%), проти 71,3 мм (V-17,9%) на контролі, у сорту Святогор, а у сорту Pek – до 28,4 мм (V-44,7%) порівняно з контролем 58,6 мм (V-32,3%) – табл. 1.

Ефективність дії мутагенів проявлялася не однаково за використання різних сортів. Так, у сорту Святогор виявлена закономірність зниження довжини корінців з підвищенням концентрації мутагену. Ефективність дії

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

мутагену ГА на насіння була сильнішою у сорту Pek і була більш пригнічуючою.

Таблиця 1 – **Мінливість довжини зародкових корінців насіння ячменю ярого обробленого ГА в лабораторних умовах, 2015 р. M_1**

Варіант	Середня довжина корінців, мм	Lim, мм		Розмах мінливості, мм	Коефіцієнт варіації (V),%
		min	max		
Святогор (Україна)					
Контроль 2 (H_2O)	71,3±12,8	48	98	44	17,9
1,0% ГА	49,2±13,6	26	71	45	27,7
0,5% ГА	55,5±13,3	30	75	45	24,0
0,1% ГА	54,3±15,6	35	88	53	28,7
Pek (Чехія)					
Контроль 2 (H_2O)	58,6±18,9	25	92	67	32,3
1,0% ГА	28,4±12,7	14	49	35	44,7
0,5% ГА	45,0±12,5	20	60	40	27,8
0,1% ГА	41,5±15,8	11	72	61	38,1

Мутагени, в рік обробки насіння, впливають не тільки на посівні якості (схожість) та виживаність рослин, а й на деякі кількісні ознаки (висота стебла, довжина колоса, число зерен з головного колоса), що певною мірою також може слугувати критерієм для визначення чутливості сорту до певного хімічного мутагену.

У результаті аналізу елементів структури врожайності рослин M_1 (табл. 2) встановлено, що мутагени мають різноспрямований вплив на досліджувані нами показники і можуть як зменшувати прояв аналізованої ознаки, так і стимулювати процеси росту і розвитку. Так, для сорту Pek зафіксовано статистично вірогідне збільшення висоти рослин на 6,5 см (67,1см), порівняно з контролем, за застосування середньої концентрації мутагену ГА. За високої та низької концентрації мутагену різниця у висоті рослин була не істотною. У сорту Святогор висота рослин знаходилася на рівні контролю.

Довжина головного колоса у сорту Pek, за застосування високої концентрації мутагену, становила 9,0 см проти 8,2-8,4 см на контролі. Проте ця різниця не істотна, на що вказує середнє варіювання ознаки (V-16,4%).

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

Відповідно кількість зерен у головному колосі значно варіювала (V-20,0%) порівняно з контролем. У сорту Святогор різниця за довжиною головного колоса і кількістю зерен у головному колосі, за різних концентрацій мутагену, була не істотною.

Маса зерна з головного колоса, в середньому, істотно не відрізнялася від контролю, проте варіювання ознаки було вищим за всіх варіантів обробки насіння мутагеном у сортів Святогор і Pek, порівняно з контролем.

Встановлено, що за збільшення концентрації мутагену, всі вивчені біометричні показники змінюються, а сила пригнічення залежала від концентрації мутагену і генотипу сорту. Так, усі концентрації мутагену ГА незначно впливали на елементи структури врожайності сорту Святогор. Сорт Pek більш чутливий до дії мутагенного чинника, так як виявлено вірогідні зміни прояву ознак.

Таблиця 2 – **Основні біометричні показники ячменю ярого M_1, 2015 р.**

Варіант	Висота рослини, см.		Довжина головного колоса, см.		Кількість зерен у головному колосі, шт.		Маса зерна з головного колоса, г	
	Середнє	V,%	Середнє	V,%	Середнє	V,%	Середнє	V,%
Святогор								
Контроль 1	62,9±3,1	5,0	8,4±0,8	9,7	24,6±1,9	7,6	1,5±0,1	7,2
Контроль 2	62,5±3,3	5,2	8,6±0,8	9,4	24,0±1,7	6,9	1,4±0,1	10,7
ГА – 1,0%	61,9±3,7	5,9	8,8±0,8	9,6	23,0±3,1	12,5	1,3±0,3	18,7
ГА – 0,5%	60,9±4,2	7,0	8,6±0,9	10,3	23,5±1,9	8,2	1,4±0,2	17,2
ГА – 0,1%	62,3±4,4	7,0	8,1±0,9	10,7	23,4±1,5	6,6	1,5±0,2	13,1
Pek								
Контроль 1	60,6±4,8	7,9	8,4±0,6	7,0	20,9±1,4	10,5	1,5±0,1	10,5
Контроль 2	59,3±4,2	7,1	8,2±0,5	5,9	19,3±1,4	8,5	1,2±0,1	10,0
ГА – 1,0%	60,6±3,2	5,3	9,0±1,5	16,4	20,2±4,0	20,0	1,4±0,3	19,4
ГА – 0,5%	67,1±4,8	7,2	8,0±1,0	12,5	19,9±2,6	13,1	1,3±0,2	16,0
ГА – 0,1%	62,2±5,6	9,0	8,0±1,2	15,2	19,8±2,3	11,5	1,3±0,2	13,4

Мета наших досліджень полягала в одержанні мутацій з господарсько корисними ознаками, тому при відборі мутантів ми користувалися кількісними ознаками: висота стебла, довжина, число і маса зерна з колоса. У покоління M_2 проведено облік змінених форм – табл. 3.

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

Сорт Святогор характеризувався найвищим показником стійкості до ушкоджувальної дії мутагену. Виявлено середні зв'язки, за певних концентрацій мутагену, між показниками пригнічення прояву досліджуваних ознак і виходом змінених форм в M_2. Сімей з достовірно зміненою висотою стебла, порівняно з стандартом, не виявлено. За довжиною і масою зерна з головного колоса за середньої і низької концентрації мутагену виявлено сім'ї з варіюванням цих ознак вищим, ніж на контролі.

У сорту Pek вихід змінених форм у M_2 був більш широким ніж у сорту Святогор. Виділено сім'ї, які за показниками компонентів елементів структури урожайності, а це довжина головного колоса, кількість зерен у головному колосі та маса зерна з головного колоса, перевищували контроль. Проте, у сорту Pek виявлено сильний зв'язок концентрації мутагену з показниками пригнічувального прояву досліджуваних ознак і виходом змінених форм в M_2.

Таблиця 3 – **Основні біометричні показники ячменю ярого M_2, 2016 р.**

Варіант	Висота рослини, см.		Довжина головного колоса, см.		Кількість зерен в головному колосі, шт.		Маса зерна з головного колоса, г	
	Середнє	V,%	Середнє	V,%	Середнє	V,%	Середнє	V,%
Святогор								
Контроль	78,5±3,7	4,7	7,8±0,6	8,6	21,0±1,9	8,8	1,2±0,1	11,9
1,0/ 3/1-16	79,8±4,3	5,4	7,8±0,6	7,6	22,5±1,5	6,7	1,3±0,2	13,4
1,0/ 3/2-16	77,4±4,5	5,8	8,0±0,6	7,2	23,1±1,4	5,9	1,4±0,2	12,4
1,0/ 3/3-16	82,0±3,7	4,5	7,8±0,6	7,5	22,7±1,7	7,5	1,3±0,2	14,0
0,5/ 4/1-16	79,8±4,3	5,4	7,7±0,9	12,0	22,8±2,1	9,2	1,3±0,2	16,3
0,5/ 4/2-16	77,4±4,5	5,8	7,9±1,0	12,4	23,0±2,1	9,2	1,4±0,2	15,6
0,1/ 5/1-16	79,6±6,0	7,5	7,6±0,9	11,9	22,8±2,4	10,5	1,3±0,2	18,8
0,1/ 5/2-16	81,6±6,3	7,8	7,8±1,0	13,0	22,9±2,1	9,3	1,3±0,3	21,4
Pek								
Контроль	77,7±4,5	5,8	7,5±0,4	5,9	19,1±1,3	6,7	1,2±0,1	12,9
1,0/8/1-16	75,1±4,1	5,5	7,8±0,8	9,7	19,2±1,3	6,9	1,4±0,2	18,2
1,0/8/2-16	74,5±4,5	6,0	8,0±0,9	10,9	19,0±1,8	9,6	1,3±0,2	17,7
1,0/8/3-16	76,5±4,9	6,4	8,4±1,2	14,0	20,3±2,3	11,4	1,5±0,2	15,7
0,5/9/1-16	76,7±5,3	6,9	8,0±1,0	12,0	21,1±3,0	14,7	1,4±0,1	10,9
0,5/9/2-16	73,8±3,5	4,7	8,0±0,9	10,9	21,0±2,9	13,8	1,4±0,2	12,2
0,1/10/1-16	71,5±4,8	6,7	8,2±1,4	17,6	20,7±1,8	8,5	1,4±0,2	14,2

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Виявлено, що після обробки насіння мутагеном, рослини першого покоління, сортів ячменю ярого, за схожістю, енергією проростання, показниками росту і розвитку мали високий рівень пригнічення, який здебільшого залежить від концентрації мутагену та генотипу.

Встановлено, що за збільшення концентрації мутагену всі компоненти елементів структури урожайності змінюються, сила пригнічення залежить від концентрації мутагену і генотипу сорту. Зниження біометричних показників росту і розвитку рослин здебільшого залежить від концентрації мутагену. Перед початком добору на основі аналізу елементів структури урожайності можна використовувати такі показники як висота рослин, довжина, кількість зерен і маса зерна з головного колоса. Рекомендовано використовувати показники пригнічення прояву зазначених ознак як критерії під час планування обсягів добору.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Артемчук І.П., Логвиненко В.Ф. Вплив експозиції дії мутагенів на частоту мутацій озимої пшениці // Физиология и биохимия культурных растений. – К.: Логос, 2003. – Т.35. – № 3, (203). – С.222-227.
2. Soeranto H., Nakanishi Tomoko M., Razzak M.T. Mutation breeding in sorghum in Indonesia / Radiioisotopes. – 2001. – 50. – P. 169-175.
3. Козаченко М.Р. Експериментальний мутагенез в селекції ячменю / М.Р. Козаченко: наукове видання // НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Х., 2010. – 296 с.
4. Васильківський С. П. Мутаційна селекція в світлі ідей Й.А. Рапопорта / С. П. Васильківський // Індукований мутагенез в селекції рослин. Збірник наукових праць, Біла Церква. – 2012. – С. 30-38.
5. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого: наукове видання / М.Р. Козаченко, О.В. Солонечна, П.М. Солонечний, та ін., за ред. М.Р. Козаченка / НААН, Ін-т рослинництва ім.. В.Я. Юр'єва. – Х, 2012. – 448 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 // В.П. Оксьом // Физиология и биохимия культурных растений. 2010. – Т. – 42. –№ 2. – С. 153-162.
7. Назаренко М.М. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці озимої / М.М. Назаренко, В.В. Ващенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – № 3(37). – 2015. – С. 17-24.
8. Yilmaz A. The Effects of Cobalt-60 Applications on Yield and Yield Components of Cotton (Gossipium barbadense L.) / A. Yilmaz, B. Erkan // Pakistan J. of Biol. Sci. – 2006. – Vol. 9, № 15. – P. 2761-2769.
9. Huaili Q. Biological effect of the seeds of Arabidopsis thaliana irradiated by MeV protons / Q. Huaili, X. Lanming, H. Fei // Radiation Effects & Defects in Solids. - 2005. - Vol. 160. -P. 131-136.

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

References

1. Artemchuk I.P., Logvy`nenko V.F., *Vply`v ekspozy`ciyi diyi mutageniv na chastotu mutacij ozy`moyi psheny`ci* [The effect of exposure of the action of mutagens on the frequency of mutations in winter wheat] *Fy`zy`ology`ya y` by`oxy`my`ya kul`turnыx rasteny`j* [Physiology and biochemistry of cultural plants], 2003, vol.35, № 3(203), pp. 222-227.

2. Soeranto H., Nakanishi Tomoko M., Razzak M.T. (2001), «Mutation breeding in sorghum in Indonesia», Radiioisotopes, № 50, pp. 169-175.

3. Kozachenko M.R. (2010). *Ekspery`mental`ny`j mutagenez v selekciyi yachmenyu* [Experimental mutagenesis in breeding barley], Xarkiv, 296 p.

4. Vasy`l`kivs`ky`j S. P., *Mutacijna selekciya v svitli idej J.A. Rapoporta* [Mutational breeding in the light of the ideas of I. A. Rapoport]. *Indukovany`j mutagenez v selekciyi rosly`n* [Induced mutagenesis in plant breeding], 2012 pp. 30-38.

5. Kozachenko M.R., Solonechna O.V., Solonechny`j P.M., ta in. (2012). *Selekcijno-genety`chni doslidzhennya yachmenyu yarogo: naukove vy`dannya* [Breeding and genetic studies of spring barley: scientific publication], Xarkiv, 448 p.

6. Oks`om V.P. *Vply`v mutagenny`x chy`nny`kiv na rosly`ny` M1 ozy`moyi psheny`czi ta jogo zv'yazok iz chastotoyu zmineny`x form u drugomu pokolinni* [The influence of mutagenic factors in M1 plants of winter wheat and its relationship with the frequency of changed forms in the second generation]. *Fy`zy`ology`ya y` by`oxy`my`ya kul`turnыx rasteny`j* [Physiology and biochemistry of cultural plants], 2010, vol. 42, № 2, pp. 153-162.

7. Nazarenko M.M., Vashhenko V.V. (2015). *Depresiya pid diyeyu deyaky`x ximichny`x mutageniv na pry`kladi psheny`ci ozy`moyi* [Depression under the influence of some chemical mutagens on the example of winter wheat]. *Visny`k Dnipropetrovs`kogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universy`tetu* [Bulletin of Dnipropetrovsk state agrarian-economic University], № 3(37), pp. 17-24.

8. Yilmaz A., Erkan B. (2006), «Effects of Cobalt-60 Applications on Yield and Yield Components of Cotton (Gossipium barbadense L.)», Pakistan J. of Biol. Sci, vol. 9, № 15, pp. 2761-2769.

9. Huaili Q., Lanming X., Fei H. (2005), «Biological effect of the seeds of Arabidopsis thaliana irradiated by MeV protons», Radiation Effects & Defects in Solids, vol. 160, pp. 131-136.

10. Dospexov B.A. (1985). *Metody`ka polevogo opыta (s osnovamy` staty`sty`cheskoj obrabotky` rezul`tatov y`ssledovany`j)* [Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results)], Moskva, Agropromy`zdat, 351 p.

Влияние концентрации мутагена на хозяйственно ценные признаки генотипов ячменя ярового

Сабадин В.Я.

Изучено влияние концентрации мутагена гидроксиламин на показатели компонентов урожайности, всхожести и энергии прорастания в M_1 поколении растений ячменя ярового, а также частоты измененных форм в M_2. Отмечено существенное влияние концентрации мутагена на всхожесть семян ячменя ярового в зависимости от генотипа. Установлено, что снижение биометрических показателей роста и развития растений в основном зависит от концентрации мутагена. Выявлены сильные и средние связи за определенных концентраций мутагена между показателями угнетения проявления изучаемых признаков и выходом измененных форм в M_2. Установлено, что более информативными на первом этапе являются всхожесть и выживаемость, а по результатам структурного анализа — высота растений, длина главного колоса, количество зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса. Рекомендовано использовать показатели угнетения указанных признаков в качестве критериев при планировании объемов отбора.

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU

Ключевые слова: ячмень яровой, гидроксиламин, концентрация, энергия прорастания, всхожесть, зародышевые корешки, хозяйственно-ценные признаки, M_1, M_2 поколение.

Создано демо-версией Универсального Конвертера Документов. Полная версия не добавляет этот штамп.
WWW.PRINT-DRIVER.RU