

УДК 633.1: 631.528

Т.В. Юрченко, здобувач

С.І. Волощук, кандидат сільськогосподарських наук

МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ імені В.М. РЕМЕСЛА НААН

## МІНЛИВІСТЬ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДНО-МУТАНТНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Селекція постійно потребує нового вихідного матеріалу, що є невичерпним джерелом генетичного різноманіття селекційних ознак і властивостей при створенні нових високоврожайних сортів пшениці озимої [1]. Використання селекційних індексів на ранніх етапах селекційного процесу дає можливість підвищити вірогідність пошуку генотипів за продуктивністю колоса, потенціалом урожайності, поєднанням господарсько цінних ознак з адаптивними властивостями [2].

Застосування індексних показників пов’язано з нижчим рівнем мінливості під впливом навколишнього середовища та високим ступенем успадкування [3].

Застосування індексів у селекції рослин корисно і абсолютно необхідно, оскільки більшість із фізіолого-генетичних систем підвищення продуктивності представляють собою індекси, які дозволяють дати кількісну оцінку у чітко визначених ознакових двовимірних координатах [4].

**Мета досліджень** – визначити мінливість та успадкування кількісних ознак за індексом озерненості колоса, індексом щільності колоса та індексом синхронності розвитку колосів у гібридно-мутантних популяціях  $F_3M_2-F_5M_4$  пшениці м’якої озимої за дії мутагенів.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження проводили у Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МІП) у 2010-2014 роках за методикою [5]. Матеріалом для дослідження служили гібридно-мутантні популяції  $F_3M_2-F_5M_4$  та їх батьківські форми. Сухе насіння гібридів першого покоління обробляли хімічними мутагенами. Використовували N-нітрозо-N-етил-сечовину (НЕС-0,01 %), N-нітрозо-N-метил-сечовину (НМС-0,0125 %), диметилсульфат (ДМС-0,0125 %). Насіння в марлевих мішечках замочували у водних розчинах мутагенів. Експозиція становила 18 годин. Контролем було насіння гібридів, замочене у воді (18 год).

© Т.В. Юрченко, С.І. Волощук, 2015

Сівбу обробленого насіння проводили у полі лабораторії селекції озимої пшениці МПП.

Вихідним матеріалом досліджень є гібридні комбінації Богдана (UKR) / Станичная (RUS), Колумбія (UKR) / Розкішна (UKR), Юбилейная 100 (RUS) / Золотоколоса (UKR), Graciја (SER) / Литанівка (UKR), Tilek (UZB) / Панна (UKR). Проводили структурний аналіз рослин гібридно-мутантних популяцій  $F_3M_2$ – $F_5M_4$  та батьківських форм за ознаками: довжина колоса (см), кількість колосків (шт.) і зерен у колосі (шт.), маса зерна з головного колоса (г) та середня маса зерна з колоса (г).

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм „Statistica 6.0” та „MS-Excel” з використанням алгоритмів, описаних Б.О. Доспеховим [6].

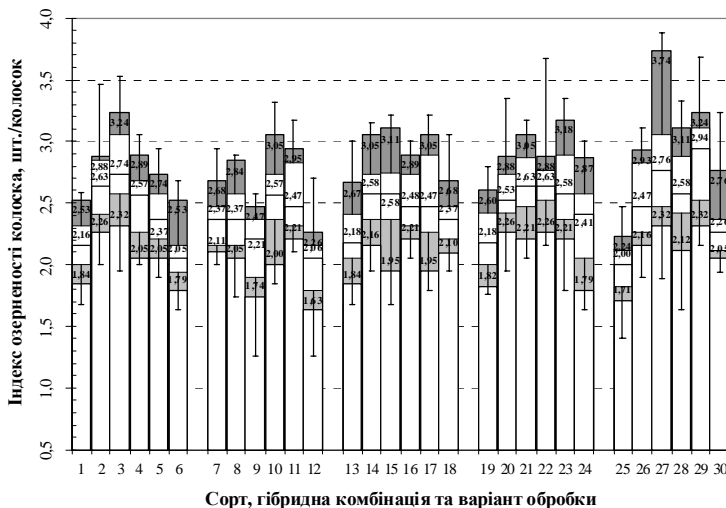
**Результати досліджень.** Кількість зерен у колосі формується на V–IX етапах органогенезу. Зазвичай зерна утворюються не у всіх квітках колосу, і цей процес залежить від погодних умов, фертильності квіток і біології запліднення тощо [7]. На наш погляд, інформативним показником, який поєднує число колосків у колосі та число зерен, є індекс озерненості колоска, який, власне, є індексом фертильності квіток колоска. Цей показник є відношенням числа зерен у колосі до числа колосків і показує середню озерненість колоска.

При аналізі батьківських форм виявлено, що за роками досліджень цей показник не залежав від умов року, однак вплив генотипу був вірогідним при  $p < 0,001$ , що свідчить про значну генотипову обумовленість цього показника. Середнє значення склало  $2,21 \pm 0,01$ , за роками відповідно 2012 р. –  $2,21 \pm 0,02$ ; 2013 р. –  $2,16 \pm 0,02$ ; 2014 р. –  $2,25 \pm 0,02$  шт./колосок. Коефіцієнт варіації (Cv) у середньому становив 14,4 %, за роками відповідно 2012 р. – 14,4; 2013 р. – 16,2; 2014 р. – 12,7 %.

На озерненість колоса гібридних популяцій впливали всі фактори експерименту (рік, генотип, мутаген) та їх взаємодії. Середнє значення показника у популяції  $F_3M_2$  коливалось від 2,13 до 2,85 у варіантах з обробленням мутагенами, при середньому 2,53 шт./колосок у контролі (без обробки мутагенами); відповідно у  $F_4M_3$  –  $1,57 \div 2,87$ , при середньому 2,44 шт./колосок у контролі, у  $F_5M_4$  –  $2,15 \div 2,71$ , при середньому 2,44 шт./колосок у контролі. Ознака характеризується помірною фенотиповою мінливістю: Cv для  $F_3M_2$  коливався від 11,1 до 18,9 % у варіантах з обробленням мутагенами, при середньому 12,1 % у контролі; Cv для  $F_4M_3$  –  $9,5 \div 28,1$  %, при середньому 13,5 % у контролі; Cv для  $F_5M_4$  –  $8,5 \div 18,4$  %, при середньому 14,1 % у контролі.

Важливо те, що коефіцієнти варіації озерненості колоса батьків були меншими, ніж у гібридів, а у гібридно-мутантних популяціях у більшості випадків переважали варіанти без оброблення.

Для більш наглядного представлення характеристик розподілу за кількісними ознаками був проведений квантильний аналіз, і кожна гібридно-мутантна популяція та їх батьківські форми були охарактеризовані за такими параметрами: нижній дециль, значення якого відповідає 10 % спостережень, медіана (50 %), верхній дециль (90 %), мінімум та максимум – позначені лініями. Квантильний аналіз структури популяцій  $F_3M_2$  (рис. 1) і  $F_4M_3$  (рис. 2) показав,



**Рис. 1.** Квантильний аналіз за індексом озерненості колоска батьківських форм та гібридних комбінацій за оброблення мутагенами (розсадник  $F_3M_2$ , 2012 р.). По осі абсцис – варіанти, по осі ординат – індекс озерненості колоска, шт./колосок; числа на графіках означають нижній дециль (10 % спостережень), медіану (50 %), верхній дециль (90 %), значення мінімуму та максимуму позначені лініями

Примітка: 1 – Богдана, 2 – Богдана / Станична (НЕС 0,01 %), 3 – Богдана / Станична (НЕС 0,0125 %), 4 – Богдана / Станична (НМС 0,0125 %), 5 – Богдана / Станична (ДМС 0,0125 %), 6 – Станична, 7 – Колумбія, 8 – Колумбія / Розкішна (контроль), 9 – Колумбія / Розкішна (НЕС 0,01 %), 10 – Колумбія / Розкішна (НМС 0,0125 %), 11 – Колумбія / Розкішна (ДМС 0,0125 %), 12 – Розкішна, 13 – Юбилейная 100, 14 – Юбилейная 100 / Золотоколоса (контроль), 15 – Юбилейная 100 / Золотоколоса (НЕС 0,01 %),

16 – Юбилейная 100 / Золотоколоса (НМС 0,0125 %), 17 – Юбилейная 100 / Золотоколоса (ДМС 0,0125 %), 18 – Золотоколоса, 19 – Gracija, 20 – Gracija / Литанівка (контроль), 21 – Gracija / Литанівка (НЕС 0,01 %), 22 – Gracija / Литанівка (НМС 0,0125 %), 23 – Gracija / Литанівка (ДМС 0,0125 %), 24 – Литанівка, 25 – Tilek, 26 – Tilek / Панна (контроль), 27 – Tilek / Панна (НЕС 0,01 %), 28 – Tilek / Панна (НМС 0,0125 %), 29 – Tilek / Панна (ДМС 0,0125 %), 30 – Панна.

Нумерація сортів і гібридів зберігається на рис. 2-5.

що розподіли в досліджуваних варіантів за цією ознакою відрізнялись, хоча в цілому були подібними. Проте в  $F_4M_3$  порівняно з  $F_3M_2$  зменшились величини максимального значення ознаки, а також значення мінімумів, тобто в цілому відбулося зміщення розподілів у бік менших значень озерненості колоска. Це може свідчити про те, що результати кожного циклу доборів гібридно-мутантних популяцій необхідно оцінювати по нащадках, передбачаючи повторні добори елітних рослин із кращих родин.

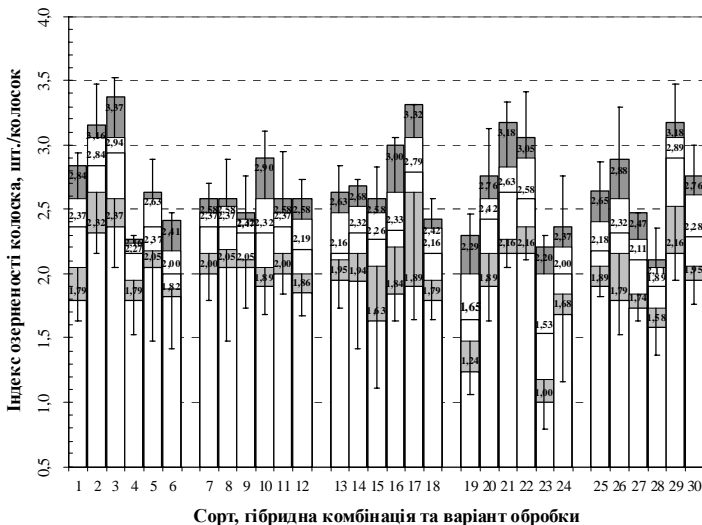


Рис. 2. Квантильний аналіз за індексом озерненості колоска батьківських форм та гібридних комбінацій за оброблення мутагенами (розсадник  $F_4M_3$ , 2013 р.)

Наші дослідження показали, що у різних варіантах досліджувані показники успадковуються по-різному: за типом позитивного (додатнього) домінування, тобто домінування кращого з батьків, за

проміжним типом і за типом негативного (від’ємного) домінування чи навіть депресії – варіант, коли в гібридній комбінації показники ознаки рівні чи гірші, ніж у “гіршого” батька.

Позитивне домінування за індексом озерненості колоска у популяції  $F_5M_4$  спостерігалось у більшості варіантів досліду (рис. 3), а саме у гібридів: Богдана / Станична, Колумбія / Розкішна – НМС 0,0125 %, ДМС 0,0125 %; Юбілейная 100 / Золотоколоса, Tilek / Панна – НЕС 0,01 %, НМС 0,0125 %, ДМС 0,0125 %; Gracіja / Литанівка – НЕС 0,01 %, НМС 0,0125 %.

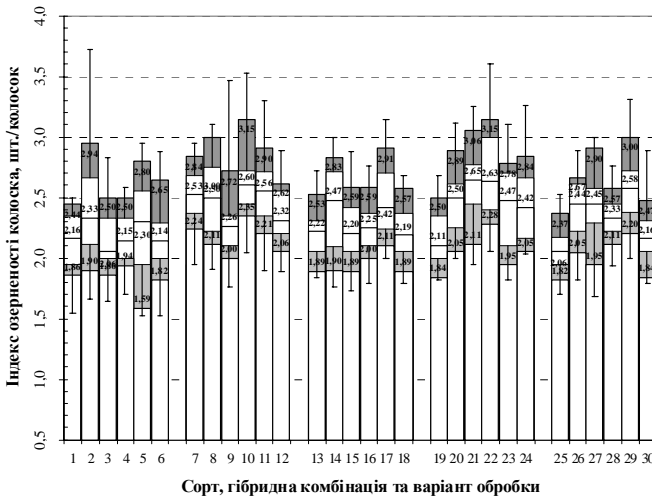


Рис. 3. Квантильний аналіз за індексом озерненості колоска батьківських форм та гібридних комбінацій за оброблення мутагенами (розсадник  $F_5M_4$ , 2014 р.)

Найефективнішими за середнім значенням порівняно з контрольним варіантом виявилися мутагени ДМС 0,0125 % у гібридів Колумбія / Розкішна (2,55 шт./колосок), Юбілейная 100 / Золотоколоса (2,46), Tilek / Панна (2,46); НМС 0,0125 % у комбінацій Колумбія / Розкішна (2,66), Gracіja / Литанівка (2,71); НЕС 0,01 % у гібриду Gracіja / Литанівка (2,59). Така тенденція за індексом озерненості колоса у виділених гібридів спостерігалася і у  $F_3M_2$ – $F_4M_3$ .

Редукція певних елементів продуктивності, які формуються на ранніх етапах розвитку колоса, може бути частково компенсована активізацією органогенезу на наступних етапах [8].

Навпаки, надмірне утворення елементів продуктивності колоса на попередніх етапах його розвитку може викликати помітне зменшення кількості інших елементів, які закладаються пізніше [9]. Комплексним показником, який може характеризувати морфобіотип колоса, на наш погляд, може служити індекс щільності колоса, який є відношенням кількості колосків у колосі до його довжини. Він показує середню кількість колосків на одиницю довжини колоса. Цей індекс відображає також зазначені вище компенсаторні механізми при формуванні елементів продуктивності. У батьківських форм він виявився нечутливим до умов року, так само як і довжина колоса, однак вплив генотипу був суттєвим при  $p < 0,001$ . До того ж, зазначимо, що у гібридно-мутантних варіантів усі чинники експерименту суттєво ( $p < 0,001$ ) впливали на індекс щільності колоса.

Цей показник, на відміну від попереднього, виявився середньоваріабельним, причому, порівнюючи розсадники  $F_3M_2 - F_5M_4$  можна відзначити більшу варіабельність у поколінні  $F_4M_3$  (2013 р.).

При цьому за роками варіабельність щільності колоса у батьківських форм була нижчою, ніж гібридів (крім сорту Юбилейная 100 у 2012 р.), а гібридно-мутантних варіантів у більшості випадків переважала варіабельність варіантів без оброблення мутагенами. Отже, цей індекс може виявитись цікавішим у селекційному плані, оскільки він відображає генотипово зумовлену стабільність процесів росту і розвитку як при закладанні елементів структури колоса (III та IV етапи органогенезу), так і при подальшому формуванні генеративних органів.

У  $F_3M_2$  (2012 р.) середнє значення індексу щільності колоса змінювалось від 1,96 до 2,26 шт./см у варіантах з обробленням мутагеном при середньому значенні 2,03 шт./см у контролі. У  $F_4M_3$  (2013 р.) середнє значення індексу змінювалось у ширших межах – 1,80 ÷ 2,30 шт./см у варіантах з обробленням мутагеном, при середньому значенні 2,08 шт./см у контролі. Середнє значення коефіцієнта варіації індексу щільності у контролі становило 8,7 %, у варіантах з обробленням варіювало від 8,5 до 12,4 %. У  $F_4M_3$  середнє значення було 23,5 % у контролі при його варіюванні за варіантами з обробкою 13,5 ÷ 41,7 %, що значно перевищує значення  $F_3M_2$ .

Успадкування ознаки у різних поколіннях за різних варіантів було неоднозначним, і певної закономірності у цьому відношенні встановити не вдалося. Тип успадкування не залежав від комбінації. Наприклад, у гібридів Богдана / Станичная у всіх варіантах в обох поколіннях успадкування було проміжним; Юбилейная 100 / Золо-

токолоса та Tilek / Панна в  $F_3M_2$  ознака успадковувалась за типом позитивного, а в  $F_4M_3$  – негативного домінування. Аналіз структури популяцій різних гібридних комбінацій  $F_5M_4$  показав наявність широкого спектра морфобіотипів за щільністю колоса (рис. 4).

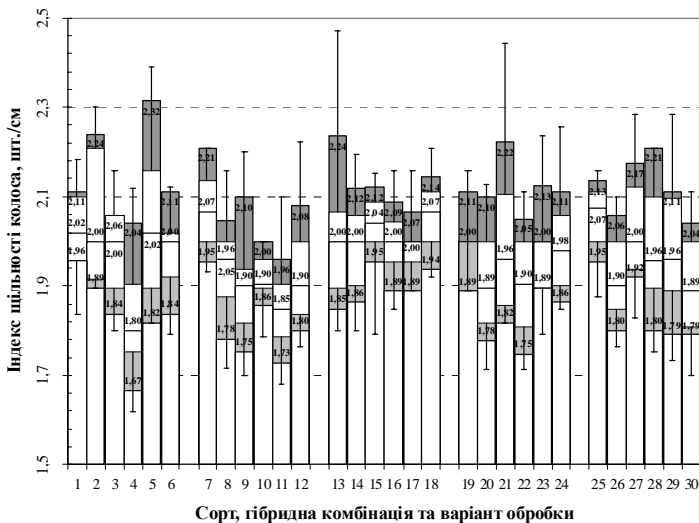


Рис. 4. Квантильний аналіз за індексом щільності колоса батьківських форм та гібридних комбінацій за оброблення мутагенами (розсадник  $F_5M_4$ , 2014 р.)

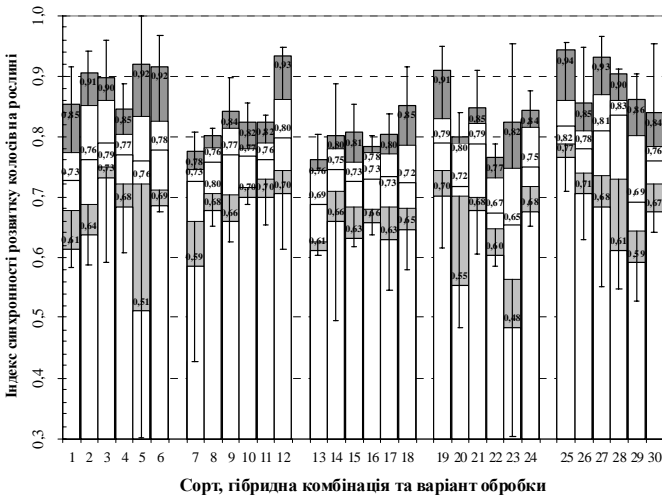
За індексом щільності колоса гібридів середні значення у варіантах з обробленням мутагенами варіювали від 1,83 до 2,03 шт./см, при середньому 1,96 шт./см у контрольному варіанті.

У батьківських компонентах середні значення і коефіцієнт варіації становили 2,0 шт./см та 4,9 %. Щільність колоса гібридів успадковувалась як за проміжним типом, так і за типом негативного домінування.

Збільшення цього показника за середнім значенням у варіантах, оброблених мутагенами, порівняно з контролем спостерігалось у комбінацій за дії мутагенів: Юбілейная 100 / Золотоколоса, Tilek / Панна – НЕС 0,01 %, НМС 0,0125 %, ДМС 0,0125 %; Gracія / Литанівка – НЕС 0,01 %, ДМС 0,0125 %. Позитивного домінування за досліджуваним показником у  $F_5M_4$  не спостерігали, що скоріш за все, пов’язано з наддомінуванням довжини колоса рослин у цьому поколінні.

Порівнюючи популяції розсадників  $F_3M_2$  та  $F_4M_3$ , можна відмітити, що вплив мутагена НЕС 0,01 % в комбінації Юбілейная 100 / Золотоколоса збільшував спектр позитивної мінливості щільності колоса більшості генотипів. Генотипна мінливість комбінації Tilek / Панна характеризувалась підвищеним рівнем в  $F_3M_2$  при дії ДМС 0,0125 %, в  $F_4M_3$  діапазон мінливості зменшився, але збільшення за чисельністю окремих морфобіотипів з позитивними домінуваннями збереглося.

Індекс синхронності розвитку колосів на рослині розраховували як відношення середньої маси зерна колоса до маси зерна з головною колоса. Він показує, наскільки синхронно проходив розвиток продуктивних пагонів.



**Рис. 5.** Квантильний аналіз за індексом синхронності розвитку колосів на рослині батьківських форм та гібридних комбінацій за оброблення мутагенами (розсадник  $F_5M_4$ , 2014 р.)

Індекс синхронності розвитку колосів батьківських форм у середньому за роками становив  $0,75 \pm 0,014$ . Коефіцієнт варіації у середньому був 12,5 %, відповідно у 2012 р. – 14,7 %; у 2013 р. – 10,4 %; у 2014 р. – 12,5 %. У популяціях  $F_3M_2$ – $F_5M_4$  середні значення синхронності розвитку колосів на рослині знаходились у діапазоні від 0,61 до 0,80 у варіантах з обробленням мутагенами, при середньому 0,69 у контролі. С<sub>v</sub> у популяціях варіював від 5,9 до 22,3 % у варіан-



тах з обробленням мутагенами, при середньому 11,7 % у контролі. Позитивне домінування виявлено за дії мутагена НЕС 0,01 % у комбінації Богдана / Станична.

Таким чином, у гібридів  $F_3M_2$ – $F_5M_4$  формувалась підвищена кількість морфобіотипів, які за індексом синхронності розвитку колосів перевищували кращих за цією ознакою батьків та необроблені мутагенами гібридні популяції. Про це свідчить аналіз структури популяцій різних гібридних комбінацій, який показав наявність широкого спектра морфобіотипів (рис. 5).

Порівнюючи структури популяцій розсадників  $F_4M_3$  та  $F_5M_4$ , можна відмітити, що вплив мутагена НЕС 0,01 % в комбінації Tilek / Панна збільшував спектр позитивної мінливості. Це свідчить про розширення спектра доступної селекціонеру мінливості за таким важливим елементом продуктивності, яким є індекс синхронності розвитку колосів. Це може також свідчити про можливість розширення спектра мінливості гібридних комбінацій за рахунок мутагенезу.

#### Висновки.

1. Генетична мінливість за дії хімічних мутагенів (НЕС, НМС, ДМС) у концентраціях 0,01 %, 0,0125 % на гібридні популяції  $F_1$  сприяє підвищенню мінливості за показниками продуктивності колоса порівняно з варіантом без оброблення.

2. Найефективнішими за середнім значенням індексу озерненості колоска порівняно з контрольним варіантом виявились мутагени ДМС 0,0125 % у гібридів Колумбія / Розкішна, Юбилейная 100 / Золотоколоса, Tilek / Панна; НМС 0,0125 % у гібридів Колумбія / Розкішна, Grасія / Литанівка; НЕС 0,01 % у гібриду Grасія / Литанівка у популяції  $F_3M_2$ – $F_5M_4$ .

3. Успадкування за індексом щільності колоса у поколіннях  $F_3M_2$ – $F_5M_4$  за різних варіантів було неоднозначним, і певної закономірності у цьому відношенні встановити не вдалося. Тип успадкування не залежав від комбінації.

4. Вплив мутагена НЕС 0,01 % в комбінації Tilek / Панна збільшував спектр позитивної мінливості за індексом синхронності розвитку колосів.

*1. Селекційна еволюція миронівських пшениць / [В.А. Власенко, В.С. Кочмарський, В.Т. Колючий, Л.А. Коломієць, С.О. Хоменко, В.Й. Солоня]. – Миронівка, 2012. – 329 с.*

*2. Тищенко В.Н. Изменчивость признаков и индексов при группировке селекционных линий озимой пшеницы по индексу линейной плотности*

колоса / В.Н Тищенко // *Сільське господарство. Рослинництво: Вісник Полтавської державної аграрної академії.* – 2007. – № 1. – С. 5–10.

3. Индексна селекція як метод вдосконалення геному гречки за архітектонікою рослин, ознаками продуктивності та адаптивності / [Л.К. Тараненко, П.Ф. Каражбей, О.Л. Яцишен, О. А. Дидиченко] // *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: зб. наук. пр.* – К.: Логос, 2007. – Т. 2. – С. 176–181.

4. Кочергина Н.В. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов / Н.В. Кочергина, В.А. Драгавцев. – СПб.: АФИ, 2008. – 87 с.

5. Зоз Н.Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур / Н.Н. Зоз // *Мутационная селекция.* – М.: Наука, 1968. – С. 217–230.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 335 с.

7. Natrova Z. Pocasi a productivita klasu pšenice Vroda / Z. Natrova. – 1987. – Р. 104–106.

8. Крупнов В.А. Гены низкорослости и их проявление у пшеницы / В.А. Крупнов, Ю.В. Лобачев // *Сельскохозяйственная биология.* – 1988. – № 2. – С. 118–124.

9. Петр И. Формирование урожая основных с.-х. культур / И. Петр, В. Черны, Л. Грушко. – М.: Колос, 1984. – 125 с.

*Виявлено мінливість та успадкування кількісних ознак за індексами озерненості колоска, щільності колоса та синхронності розвитку колосів у гібридно-мутантних популяціях  $F_3M_2-F_5M_4$  пшениці м'якої озимої за дії мутагенів на гібридні популяції  $F_1$ . Встановлено, що дія хімічних мутагенів у концентраціях НЕС 0,01 %, НМС 0,0125 % та ДМС 0,0125 % сприяє підвищенню мінливості за показниками продуктивності колоса порівняно з варіантом без оброблення. Виділені гібридно-мутантні комбінації, які проявляють наддомінування за цими показниками.*

**Ключові слова:** озима пшениця, гібридна комбінація, покоління, озерненість колоска, щільність колоса, синхронність розвитку колосів, мутаген, концентрація.

*Виявлені изменчивость и наследование количественных признаков по индексам озерненности колоска, плотности колоса и синхронности развития колосов в гибридно-мутантных популяциях  $F_3M_2-F_5M_4$  пшеницы мягкой озимой при действии мутагенов на гибридные популяции  $F_1$ . Установлено, что действие химических мутагенов в концентрациях НЭМ 0,01 %, НММ 0,0125 % и ДМС 0,0125 % способствует повышению изменчивости по показателям продуктивности колоса по сравнению с вариантом без обработки. Выделены гибридно-мутантные комбинации, проявляющие сверхдоминирование по данным показателям.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, гибридная комбинация, поколение, озерненность колоска, плотность колоса, синхронность развития колосов, мутаген, концентрация.

*Variability and inheritance of quantitative traits by indices of spikelet grain set, of spike density and of spike development synchrony in soft winter wheat hybrid-mutant populations  $F_3M_2-F_5M_4$  when treating  $F_1$  hybrid populations with mutagens have been shown. It was established that the effect of chemical mutagens at concentrations NEU 0.01 %, NMU 0.0125 % and DMS 0.0125 % contributes to increased variability for indicators of spike productivity compared to no treatment variant. Hybrid-mutant combinations that exhibit overdominance for these indicators were identified.*

**Key words:** winter wheat, hybrid combination, generation, spikelet grain set, spike density, spike development synchrony, mutagen, concentration.

Рецензенти:

Михайлов В.Г. — д. с.-г. наук

Дергачов О.Л. — канд. с.-г. наук

Стаття надійшла до редакції 25.02.2015 р.