

UDC 633.179: 631. 53.01:631.559

**Doronin, V. A.\***, Kravchenko, Yu. A., Dryha, V. V., Doronin, V. V., & Honcharuk, H. S. (2021). Determination of swithgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds quality. *Naukovi praci Institutu bioenergetichnih kul'tur ta cukrovih burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 113–118. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: doronin1955@ukr.net*

**Purpose.** Developing a method for determination of the laboratory seed germination that could reduce the biological dormancy period and, accordingly, increase the intensity of germination. **Methods.** Laboratory, measuring and weighing, mathematical and statistical. **Results.** Cooling switchgrass seeds at a temperature of 10°C for 7 days on average for three years did not lead to a decrease in germination energy and germination compared to cooling for 14 days. These indexes were almost the same and amounted to 74 and 76%, 73 and 75%, respectively. There were no significant deviations in germination energy and seed germination over the years of research as affected by duration of the cool period. The production test of the developed method, carried out in the accredited control and measuring laboratory, confirmed the obtained in the laboratory results. **Conclusions.** Seed germination by an improved method, when pre-cooling is carried out for 7 instead of 14 days and counting of germinated seeds on 15<sup>th</sup> day instead of 20<sup>th</sup>, has reduced the time to determine germination by 13 days without reducing the quality of analysis. It is advisable to determine the 1000-seed weight in one of three ways, but the most accurate is the third way, i.e. counting the seeds in 10 repetitions.

**Keywords:** germination energy; germination; seed cooling; germination temperature; dormancy.

*Надійшла / Received 15.10.2021*

*Погоджено до друку / Accepted 29.11.2021*

УДК 633.63.631.52

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244452>

## Генетичний контроль урожайності гібридів цукрових буряків, отриманих на основі діалельних схрещувань

**М. О. Корнєєва**

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: mira31@ukr.net*

**Мета.** Визначити комбінаційну здатність ліній-запилювачів та виявити генетичний контроль ознаки врожайності у міжлінійних діалельних гібридів цукрових буряків. **Методи.** Вихідний матеріал був гомозиготним в результаті самозапилення. Комбінаційну здатність і генетичний контроль кількісних ознак визначали на основі моделі В. І. Науман. **Результати.** На основі генетичного аналізу лінії-запилювачі цукрових буряків виявили генетичний контроль врожайності у діалельних гібридів цукрових, який здійснюється 14 генами (або групами генів). Відібрані лінії з високою загальною комбінаційною здатністю (BZ 1 і BZ 4), які характеризувалися значним адитивним ефектом генів. Виявлені ефекти специфічної комбінаційної здатності, які значно вплинули на урожайність гетерозисних гібридів. Їх частка впливу становила відповідно 36,4 та 23,8 %. Відібрані високопродуктивні гібридні комбінації батьківських форм, які передано для їх розмноження і тестування на екологічну пластичність. **Висновки.** На основі моделі В. І. Науман для діалельних гібридів встановлено генетичний контроль ознаки урожайності. Визначено вплив комбінаційної здатності запилювачів цукрових буряків та відібрано кращі батьківські пари. За ефектами специфічної

взаємодії генів виявлено кращі комбінації, які можуть бути використані як джерела господарсько-цінних ознак.

**Ключові слова:** урожайність; запилювачі; гібриди; цукрові буряки; загальна комбінаційна здатність; специфічна комбінаційна здатність.

### Вступ

Сучасні гібриди цукрових буряків на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності спроможні давати у виробництві високий урожай – 40–50 т/га. Потенціал урожайності культури є досить високим, він оцінюється у 60–80 т/га [1]. Для стабільного відтворення гетерозису у кінцевих (товарних) ЧС-гібридів у схрещування необхідно вводити батьківські компоненти з високою комбінаційною здатністю, яку виявляють у системах контрольованих схрещувань (полікрос, топкрос, діалельні схрещування) [2, 3].

У сучасному генетичному аналізі кількісних ознак найінформативнішим є метод діалельних схрещувань, який дозволяє виявити генетичні параметри досліджуваних ліній: варіювання домінантних і адитивних ефектів генів, наявність неалельної взаємодії, загальну і відносну домінантність, а також визначити комбінаційну здатність, реципрокні ефекти, кількість генів або груп генів, що контролюють ознаку. При використанні даного методу необхідно зважати на деякі обмеження, зокрема, такі: відсутність порушень у мейозі, незалежна дія неалельних генів, відсутність множинного алелізму, гомозиготність батьківських форм, незалежний розподіл генів у компонентів гібридизації [4].

**Мета досліджень** – визначити комбінаційну здатність досліджуваних запилювачів та виявити генетичний контроль ознаки врожайності у міжлінійних діалельних гібридів цукрових буряків.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на Верхняцькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у 2015–2020 рр. До дослідження було залучено 6 ліній багатонасінних запилювачів, що відрізнялися походженням: БЗ 1, БЗ 2 (Верхнячка), БЗ 3, БЗ 4, БЗ 5 (Умань) та БЗ 6 (Рамонь). Вихідний матеріал був гомозиготним внаслідок самозапилення, близькородинного розмноження і тривалого селекційного опрацювання, проведеного на станції. Комбінаційну здатність і генетичний контроль кількісних ознак та їх інтерпретацію визначали на основі моделі В. І. Науман [4]. Сортовипробування здійснювали за загальноприйнятими у буряківництві методиками [5].

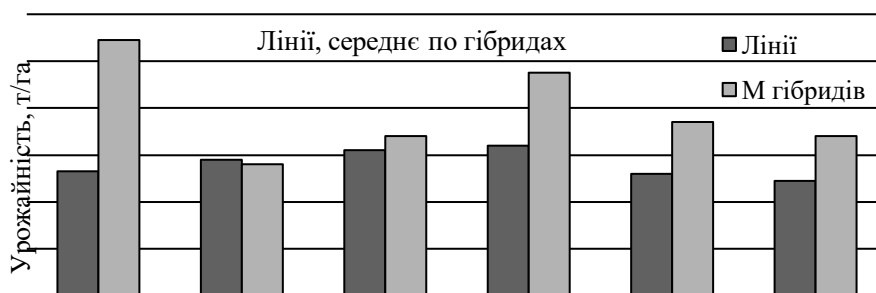
### Результати досліджень

На рисунку 1 наведена врожайність ліній-запилювачів і середні показники міжлінійних гібридів, створених на основі кожної із них. Як показав аналіз, міжлінійні гібриди за участю запилювачів БЗ 2 та БЗ 3 у результаті гібридизації (у середньому) не підвищили врожайність, яка становила відповідно 39,8 і 39,6 т/га та 40,2 і 40,8 т/га. Проте за участю ліній БЗ 1 та БЗ 4 було отримано високоврожайні гібридні комбінації (відповідно 44,9 та 43,8 т/га), а за участю ліній БЗ 5 та БЗ 6 – гібриди з проміжними значеннями цієї ознаки.

Решта ліній-запилювачів характеризувалися позитивною реакцією на гібридизацію, оскільки всі вони у міжлінійних гібридних комбінаціях достовірно перевищували урожайність запилювачів «у чистоті». Власна урожайність запилювача БЗ 1 становила 39,3 т/га, а у гібридів, створених на основі цих ліній, прибавка становила 5,6 т/га. Ця різниця була найбільшою у досліджуваному наборі селекційних матеріалів.

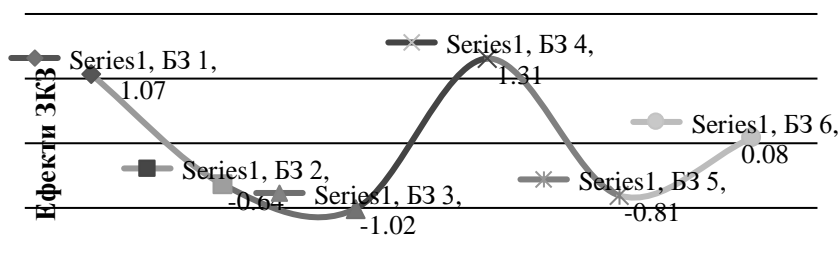
Причиною такої неоднозначної реакції на гібридизацію (за діалельною схемою) є різна комбінаційна здатність компонентів, яка виражається через ефекти адитивної (ЗКЗ) і неадитивної (СКЗ) дії генів. Проте тільки у діалельних гібридів можна виявити і реципрокні ефекти, що дозволяє більш точно з'ясувати генетичну природу гетерозису і цілеспрямовано підбирати батьківські пари для формування високоврожайних гібридів.

## СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО



**Рис. 1. Урожайність ліній-запилювачів цукрових буряків і діалельних гібридів (середні показники)**

Кращими лініями за урожайністю визнано лінії БЗ 1 та БЗ 4, у яких ефекти ЗКЗ були високодостовірними – +1,07\* та 1,31\* т/га (рис. 2). У гібридів, створених на основі цих ліній, адитивні ефекти генів є переважаючими у формуванні гетерозису. Проте, як відомо, у детермінації будь-якої кількісної ознаки, зокрема урожайності, беруть участь, крім адитивних ефектів, неадитивні і реципрокні ефекти компонентів, які можуть підвищувати або знижувати ознаку у гібриді.



**Рис. 2. Ефекти ЗКЗ багатонасінних запилювачів цукрових буряків**

Істотний внесок у формування високих позитивних неадитивних ефектів генів урожайності внесли компоненти БЗ 2 і БЗ 1, БЗ 5 і БЗ 1, БЗ 2 і БЗ 4, БЗ 6 і БЗ 4. Прояву гетерозису сприяли також позитивні реципрокні ефекти гібридних комбінацій БЗ 2/БЗ 1, БЗ 3/БЗ 1 БЗ 3/БЗ 4 БЗ 3/БЗ 5 та БЗ 4/БЗ 5. Сумарне вираження всіх позитивних ефектів дій і взаємодій генів сприяли формуванню гетерозису у гібридів F<sub>1</sub> (табл. 1).

Таблиця 1

**Ефекти специфічної комбінаційної здатності ліній і реципрокні ефекти гібридів цукрових буряків, одержаних за діалельною схемою**

Лінії	БЗ 1	БЗ 2	БЗ 3	БЗ 4	БЗ 5	БЗ 6
БЗ 1	#	2,08*	-0,84	-0,06	1,67*	2,47*
БЗ 2	0,97	#	-0,51	-0,40	0,26	1,55*
БЗ 3	1,07	3,03*	#	2,88*	-2,26*	1,78*
БЗ 4	-0,06	-0,40	2,88*	#	3,86*	-2,35*
БЗ 5	1,67*	0,26	3,86*	1,51*	#	1,51*
БЗ 6	2,47*	1,55*	1,78*	-2,35*	1,51*	#
	0,25	-1,50	2,50	4,00	0,88	

**Примітка:** у чисельнику – ефекти специфічної комбінаційної здатності, у знаменнику – реципрокні ефекти.

У досліджуваному наборі гібридів на основі шести ліній запилювачів методом дисперсійного аналізу встановили внесок кожного із типів генних взаємодій. Найбільша частка генотипової дисперсії припадала на адитивні ефекти – 39,8 %. Реципрокні ефекти генів були дещо меншими – 36,4 %, а неадитивні ефекти генів у генотиповій мінливості ознаки урожайності становили 23,8 % (рис. 3).

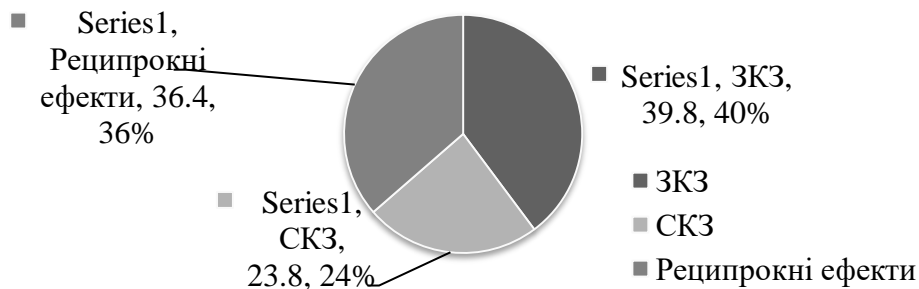


Рис. 3. Структура генотипової мінливості урожайності діалельних гібридів цукрових буряків

Метод діалельних схрещувань дозволяє виявити також і компоненти генетичної дисперсії, на основі яких встановлюють параметри генотипової мінливості полігенно контрольованих ознак. Так, загальна ступінь домінантності, визначена як відношення  $H_1/D$ , тобто домінантного ефекту до складової варіації, обумовленої адитивними ефектами генів, становила менше одного, тобто мало місце повне домінування. Це також підтверджується і на графіку регресії, оскільки лінія регресії перетинає вісь  $W_i$  нижче нуля (рис. 4).

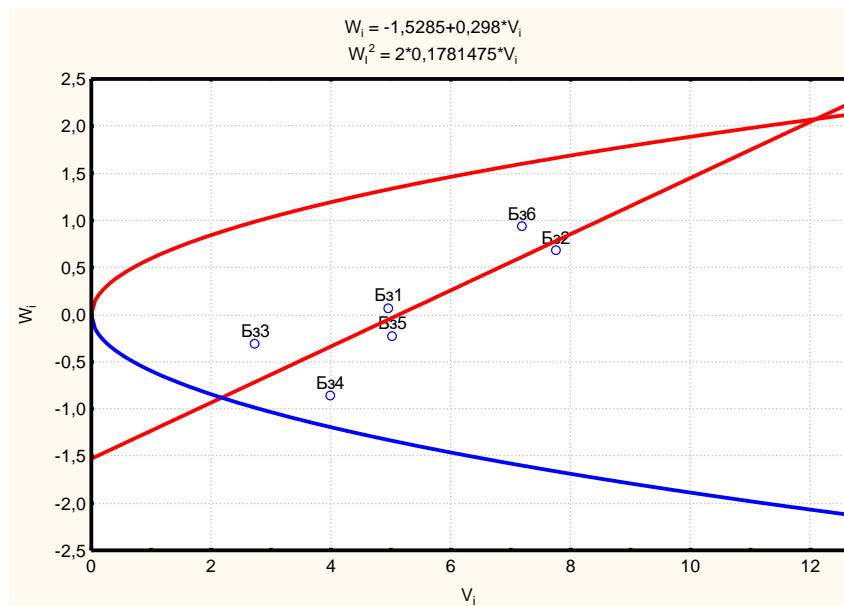


Рис. 4. Графік регресії  $W_i$  на  $V_i$  (графік Хеймана) для ознаки врожайності міжлінійних гібридів цукрових буряків

На основі генетичного аналізу була встановлена також відносна частка домінантних і рецесивних генів, які контролюють ознаку у батьківських ліній. Лінії, які мають найбільшу кількість домінантних генів, знаходяться у нижньому лівому куті графіка (це лінії БЗ 3 і БЗ 4), а лінії з найбільшою кількістю рецесивних генів — у верхньому правому куті (БЗ 2 і БЗ 6). Визначено для кожної із 6 ліній напрям домінування. Якщо числове його вираження більше нуля, то це вказує на домінування у бік збільшення ознаки (БЗ 3 та БЗ 4). У решти ліній напрям домінування був менше нуля (від -2,0 до -8,2), що свідчить про домінування ознаки у бік зменшення. Виявили асиметрію у розподілі домінантних і рецесивних генів, оскільки отримане значення 0,18 суттєво відрізнялось від теоретичного 0,25.

Відношенням  $h^2/H_1$  встановлено і кількість генів або груп генів, що зумовлюють ознаку урожайності у гібридів цукрових буряків. Їх виявилось 14, що свідчить про полігенний контроль урожайності і вказує на труднощі, пов'язані із селекцією ознаки, добором кращих ліній і формуванням високоврожайних гібридів на їх основі.

Коефіцієнти успадкування у широкому сенсі становили  $H^2 = 0,7$ , у вузькому –  $h^2 = 0,3$ , тобто генетичне покращення ознаки можливе ретельним підбором батьківських пар для гібридизації на основі прогнозування гетерозисного ефекту.

### Висновки

На основі генетичного аналізу ліній-запилювачів цукрових буряків встановлено генетичний контроль урожайності, який здійснюється 14 генами (або групами генів). Відібрано лінії з високою ЗКЗ (БЗ 1 та БЗ 4), які характеризувалися істотними адитивними ефектами генів. Виявлено реципрокні ефекти та ефекти СКЗ, які суттєво впливали на гетерозис гібридів, їх частка впливу становила відповідно 36,4 та 23,8 %. Відібрано високоврожайні гібридні комбінації, батьківські форми яких розмножено для їх відтворення і передачі в екологічне сортовипробування.

### Використана література

1. Роїк М. В., Корнеєва М. О. Гібриди нового покоління буряку цукрового і їхня роль у процесі інтенсифікації галузі. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2006. № 3. С. 71–78.
2. Singh R. K., Chandhary B. D. Biometrical method in quantitative genetic analysis. New Delhi, India : Kalyani Publ., 1977. P. 179–185.
3. Griffing B. A. Generalised treatment of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 1956. Vol. 31, Iss. 1. P. 45–48. doi: 10.1038/hdy.1956.2
4. Hayman B. I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*. 1954. Vol. 39. P. 789–809.
5. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.

### References

1. Roik, M. V., & Kornieieva, M. O. (2006). Sugar beet hybrids of new generation and their role in the process of intensification of the branch. *Plant Var. Stud. Prot.*, 3, 71–78. [in Ukrainian]
2. Singh, R. K., & Chandhary, B. D. (1977). *Biometrical method in quantitative genetic analysis* (pp. 179–185). New Delhi, India: Kalyani Publ.
3. Griffing, B. (1956). A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 10(1), 31–50. doi: 10.1038/hdy.1956.2
4. Hayman, B. I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39, 789–809.
5. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnystvii* [Methods of research in sugar beet growing]. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]

UDC 633.63.631.52

**Kornieieva, M. O.** (2021). Genetic yield control in sugar beet hybrids obtained by diallel crosses. *Naukovì pracì Institutu bìoenergetičnih kul'tur ta cukrovih burâkìv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 118–123. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: mira31@ukr.net*

**Purpose.** The aim of our study was to determine the combination ability of the studied pollinators and identify the genetic control of the yield sign in interline diallel hybrids of sugar beet. **Methods.** The source material was homozygous as a result self-pollination. The combination ability and genetic control of quantitative traits were determined by the Hayman model. **Results.** Genetic analysis revealed that sugar beet pollinator line demonstrated genetic control of yield in diallel sugar beet hybrids by 14 genes and gene groups. Lines (BZ 1 and BZ 4) with high general combination ability demonstrated a significant additive effect of genes were selected. The effects of specific combination ability, which significantly affected the yield of heterosis hybrids, were

revealed. Their share of influence was 36.4 and 23.8%, respectively. High-yielding hybrid combinations of parent genotypes were selected. They are transferred to reproduction and testing for ecological plasticity. **Conclusions.** Genetic control of the yield sign in diallel hybrids is found based on the Hayman model. The influence of the combination ability of sugar beet pollinators was determined and the best parent genotype pairs were selected. According to the effects of specific gene interaction, the best combinations have been identified that can be used as sources of economically valuable traits.

**Keywords:** *yield; pollinators; hybrids; sugar beet; general combination ability; specific combination ability.*

*Надійшла / Received 26.07.2021*

*Погоджено до друку / Accepted 11.08.2021*

УДК 633.635.63.52

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.249934>

## **Вплив біотехнологічних параметрів на вихід макроструктур із незапліднених насінневих зачатків диплоїдного буряка цукрового**

**О. А. Зінченко<sup>1</sup>, Н. С. Зацерковна<sup>1</sup>, О. А. Українець<sup>2</sup>, А. В. Заболотна<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна*

<sup>2</sup>*Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна*

<sup>3</sup>*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова 2, м. Умань, 20300, Україна*

**Мета.** Визначити вплив біотехнологічних параметрів на вихід макроструктур із незапліднених насінневих зачатків диплоїдного буряка цукрового. **Методи.** Біотехнологічні, лабораторні, аналітичні, статистичні. **Результати.** Встановлено, що використання 35 % розчину гіпохлориту натрію за експозиції 40 хв дозволяє отримати від 73,13 до 75,83 % стерильних насінневих зачатків. Експозиція 50 хв дозволяє отримати стерильність вихідного матеріалу від 83,58 до 85,39 %. Стерилізація експлантів упродовж 60 хв дозволяє отримати стерильність вихідного матеріалу від 86,88 до 92,80 %. Частка інфікованих насінневих зачатків зі збільшенням експозиції знижувалась від 20,09–22,14 до 6,52–12,61 % залежно від селекційного номера буряка цукрового. Експериментально підтверджено, що вихід макроструктур істотно залежить від селекційного номера та виду середовища. Найбільше утворилось калюсу за використання живильного середовища Гамборга і Евелега – 10–80 % залежно від селекційного номера. За використання середовища Мурасіге і Скуга їх частка була 10–35 %. Слід відзначити, що в селекційного номера 07–181 за використання середовища Гамборга і Евелега утворилось калюсу у 80 % генотипів, а бруньок у 35 %. У селекційного номера 07–178 55 % генотипів утворили калюс, а бруньок 80 %. **Висновки.** В результаті проведених досліджень визначено вплив біотехнологічних параметрів (експозиція 35 % розчином гіпохлориту натрію, вид живильного середовища) на вихід макроструктур із незапліднених насінневих зачатків диплоїдного буряка цукрового. Оптимально проводити оброблення 35 % розчином гіпохлориту натрію впродовж 50–60 хв незалежно від селекційного номера буряка цукрового. Для отримання макроструктур із незапліднених насінневих зачатків диплоїдного буряка цукрового необхідно використовувати живильне середовище Гамборга і Евелега для селекційних номерів 07–188, 07–178 і 07–181.

**Ключові слова:** *біотехнологічні параметри; гіпохлорит натрію; буряк цукровий; живильне середовище; калюс.*