

УДК 633.63.631.52

## Ефективність доборів за плоідністю рослин у тетраплоїдних популяціях запилювачів – компонентів ЧС гібридів цукрових буряків

Чемерис Л. М., Корнєєва М. О. \*, Федоренко І. А., Змієвський В. М.

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

**Мета.** Виявити ефективність доборів тетраплоїдних рослин залежно від генерацій поліплоїдних популяцій цукрових буряків і створити стабільні тетраплоїдні запилювачі – компоненти триплоїдних гібридів на ЧС основі. **Методи.** Для стабілізації запилювачів використано поліплоїдні покоління цукрових буряків  $C_3$ – $C_5$ . Під час проведення досліджень застосовано цитологічний контроль плоідності для доборів тетраплоїдних рослин. **Результати.** Досліджено склад популяцій тетраплоїдних запилювачів від третього до п'ятого поліплоїдних поколінь цукрових буряків селекції Білоцерківської дослідно-селекційної станції. У селекційних матеріалів у різних співвідношеннях зустрічалися рослини ди-, три- та тетраплоїдного рівня геному, що залежало від генотипу. Основна частка у складі популяцій належала тетраплоїдам. У поколінні  $C_3$  їх у середньому було 66,3 % з коливаннями залежно від генотипу від 52,5 до 80,0 %. У поколінні  $C_4$  тетраплоїдних рослин збільшилося у середньому до 85,5 % з максимальним їхнім вмістом у складі популяції до 90,0 %. Упродовж селекційного опрацювання матеріалів було вилучено із тетраплоїдних популяцій у третьому-четвертому поколіннях відповідно 12,7 та 3,0 % диплоїдних і 21,0 та 11,5 % триплоїдних біотипів. У результаті доборів на основі цитологічних аналізів кожної рослини у поколінні  $C_5$  досягнуто високого рівня генетичної «чистоти» тетраплоїдних матеріалів (97...100 %). **Висновки.** У схрещування тетраплоїдних запилювачів з пилкостерильними формами під час створення триплоїдних ЧС гібридів цукрових буряків необхідно попередньо проводити стабілізацію батьківського компоненту за рівнем плоідності. Різне співвідношення ди-, три- і тетраплоїдних рослин – складників популяції запилювачів залежить від генотипу. У разі застосування цитологічного контролю плоідності впродовж селекційного опрацювання поліплоїдних популяцій у поєднанні з негативним добром у поколінні  $C_5$  досягається практично повна стабілізація плоідності (97,0...100,0 % рослин з подвійним геномом). Створено два селекційних номери (1001 та 1003), які характеризувалися однорідністю за плоідністю рослин (100 % тетраплоїдів).

**Ключові слова:** запилювач, тетраплоїди, стабілізація, плоідність, добір, цитологічний контроль.

### Вступ

Багатонасінні матеріали як ди-, так і тетраплоїдного рівня у сучасній селекції цукрових буряків використовуються як запилювачі (батьківський компонент) до пилкостерильних форм з цитоплазматичною чоловічою стерильністю (материнський компонент). Це забезпечує практично повну їх гібридизацію. За використання тетраплоїдних компонентів як запилювачів до диплоїдної материнської форми гібриди мають триплоїдний рівень геному. У Державному Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні значна частка (до 50 %) належить триплоїдним ЧС гібридам цукрових буряків. Кращими із них є 'Злука' і 'Кварта', а також низка сучасних гібридів селекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України зареєстрованих у 2017 р., які виявили високий потенціал продуктивності [1].

Тому тетраплоїдні запилювачі, переведені на лінійну основу, становлять вагому частку у вітчизняному генофонді цукрових буряків. Велика колекція таких поліплоїдних форм створена на Білоцерківській дослідно-селекційній станції. Близько половини експериментальних

триплоїдних ЧС гібридів характеризувалися високим (понад 110 % порівняно із груповим стандартом) збором цукру [2, 3].

Тетраплоїдні популяції мають бути стабільними за плоїдністю, тобто бути генетично «чистими» за складовими генотипами [4, 5]. Чим ретельніше проводяться добори за плоїдністю, тим краще будуть стабілізовані за цією ознакою тетраплоїдні запилювачі [6]. Проте, як свідчать дослідження, деяка частка генотипів з іншим (ди- або триплоїдним) рівнем геному присутня у популяції запилювачів, вона впливає на фенотиповий прояв господарсько-цінних ознак, знижуючи їх рівень [7]. Тому для стабілізації тетраплоїдних запилювачів від покоління до покоління потрібно за результатами цитологічного контролю проводити негативні добори, залишаючи тетраплоїдні рослини.

**Мета досліджень** – виявити ефективність доборів тетраплоїдних рослин залежно від покоління генерацій поліплоїдних популяцій цукрових буряків і створити стабільні тетраплоїдні запилювачі – компоненти триплоїдних гібридів на ЧС основі.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протягом 2015–2017 рр. Вирощували насінники цукрових буряків за методикою [8]. Селекційними матеріалами для досліджень були лінії С<sub>3</sub>–С<sub>5</sub> поколінь, в яких проводили добори тетраплоїдних рослин, видаляючи анеуплоїди, ди- і триплоїдні біотики [9]. Для поліплоїдизації цукрових буряків використовували метод нанесення краплин колхіцину на точку росту молодих проростків. Цитологічний аналіз з визначення числа хромосом проводили за методикою [10].

### Результати досліджень

У 2015 р. на висадках поліплоїдних матеріалів покоління С<sub>3</sub> попередніх років поліплоїдизації аналізували за кількістю хромосом. Цитологічний аналіз на насінниках проводили на початку вегетаційного періоду. У процесі стрілкування фіксуються точки росту. Після проведення аналізу за рівнем плоїдності на селекційних матеріалах відбракували небажані генотипи. Цитологічний контроль третього поліплоїдного покоління цукрових буряків С<sub>3</sub> засвідчив, що отримані селекційні зразки мали ще недостатній рівень стабільності за плоїдністю (табл. 1). З 1660 проаналізованих рослин у середньому дві третини (66,3 %) припадало на тетраплоїди.

Таблиця 1

### Результати цитологічного аналізу рослин цукрових буряків покоління С<sub>3</sub>

Польовий номер	Кількість проаналізованих рослин, шт.	Плоїдність					
		2×		3×		4×	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
1235	120	5	4,2	19	15,8	96	80,0
1237	140	21	15,0	25	17,9	94	67,1
1238	200	11	5,5	27	13,3	162	81,1
1251	400	39	9,7	58	14,5	303	75,8
1252	200	39	19,5	47	23,5	114	57,0
1253	200	35	17,5	59	29,5	106	53,0
1254	200	27	13,5	52	26,0	121	60,5
1255	200	34	17,0	61	30,5	105	52,5
Всього	1660	211	12,7	348	21,0	1101	66,3

Вихід тетраплоїдів після індукції колхіцином у поколінні С<sub>3</sub> залежав від генотипу і становив від 52,5 % (номер 1255) до 81,1 % (номер 1238). Частка триплоїдних рослин за номерами коливалася в межах від 13,3 до 30,5 %. Рослин диплоїдного рівня геному було менше. Їх кількість за номерами, що перевіряли за плоїдністю генотипів, становила від 4,2 до 19,5 %.

## СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО

У поліплоїдному поколінні цукрових буряків С<sub>4</sub> склад генотипів виявився іншим порівняно з поколінням С<sub>3</sub>. Як засвідчив цитологічний аналіз, за результатами доборів збільшилася частка тетраплоїдних рослин. Диплоїдних рослин виявилось найменше (від 1,4 до 4,3 %), знизилася також частка триплоїдних рослин, яка по генотипам у С<sub>4</sub> коливалася від 8,6 до 13,3 % порівняно з 13,3–30,5 % у поколінні С<sub>3</sub>. Основна частка рослин у поколінні С<sub>4</sub> незалежно від генотипу виявилася тетраплоїдами (82,9–90,0 %).

Таблиця 2

**Результати цитологічного контролю рослин цукрових буряків  
поліплоїдного покоління С<sub>4</sub>**

Польовий номер	Кількість проаналізованих рослин, шт.	Плоїдність					
		2×		3×		4×	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
2001	140	6	4,3	18	12,8	116	82,9
2002	140	2	1,4	12	8,6	126	90,0
2003	120	4	3,3	16	13,3	100	83,4
Всього	400	12	3,0	46	11,5	342	85,5

Подальша селекційна робота зі стабілізації тетраплоїдних популяцій показала, що, поєднуючи цитологічний контроль з негативним добром, коли усуваються рослини іншого, крім тетраплоїдів, рівня геному, можна досягти доброго результату. Так, диплоїдних рослин у поколінні С<sub>5</sub> не було виявлено, частка триплоїдів не перевищувала 3,0 %, а частка тетраплоїдів залежно від генотипу становила 97,0–100 % (табл. 3).

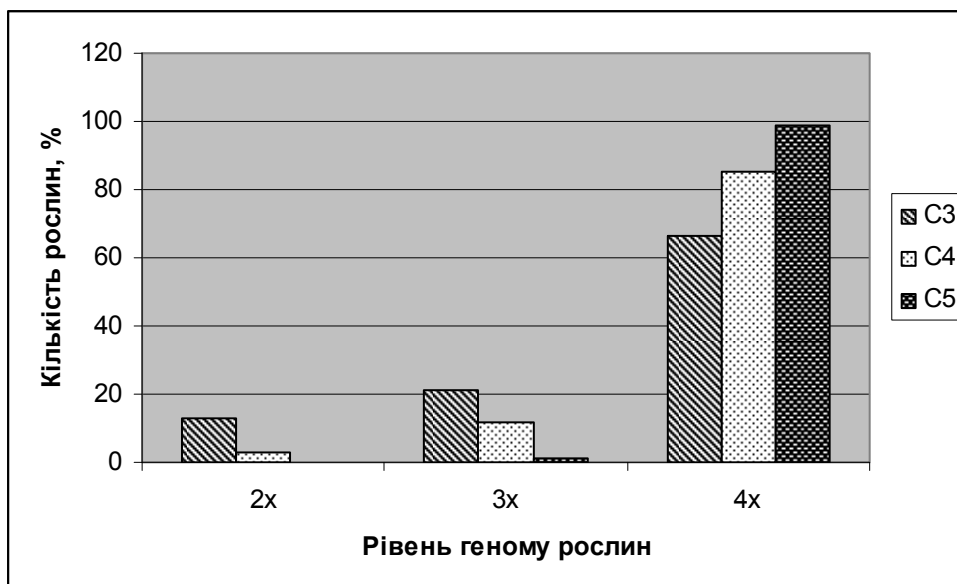
Таблиця 3

**Результати цитологічного контролю рослин цукрових буряків  
поліплоїдного покоління С<sub>5</sub>**

Польовий номер	Кількість проаналізованих коренеплодів, шт.	Плоїдність			
		3×		4×	
		шт.	%	шт.	%
1001	100	0	0	100	100
1002	100	1	1,0	99	99,0
1003	100	0	0	100	100
1004	100	1	1,0	99	99,0
1005	100	2	2,0	98	98,0
1006	100	1	1,0	99	99,0
1007	100	1	1,0	99	99,0
1008	100	3	3,0	97	97,0
1009	100	1	1,0	99	99,0
1010	100	1	1,0	99	99,0
1011	100	2	2,0	98	98,0
1012	100	1	1,0	99	99,0
1013	100	1	1,0	99	99,0
1014	100	1	1,0	99	99,0
1015	100	2	2,0	98	98,0
Всього	1500	18	1,2	1482	98,8

Два запилювачі (польові номери 1001 та 1003) внаслідок доборів за плоїдністю можна класифікувати як генетично «чисті», оскільки в їх складі всі рослини були тетраплоїдними.

Динаміку зміни структури складу генотипів запилювачів залежно від селекційного опрацювання від покоління С<sub>3</sub> до покоління С<sub>5</sub> наведено на рисунку. За усередненими даними по поколінням частка тетраплоїдних рослин зростає з 66,3 (С<sub>3</sub>) до 98,8 % (С<sub>5</sub>), при цьому постійно знижувався вміст у популяції запилювачів ди- і триплоїдних рослин.



**Рис. Склад популяції рослин запилювачів залежно від селекційного опрацювання у поліплоїдних поколіннях C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub> (середнє за 2015–2017 рр.)**

Отримані результати вказують на те, що у разі вилучення ди- та триплоїдних рослин серед нижчих генерацій поліплоїдів у поколінні C<sub>5</sub> досягається практично повна стабілізація тетраплоїдних запилювачів за рівнем плоїдності, яку слід здійснювати на основі проведення постійного цитологічного контролю у поєднанні з елімінацією небажаних рослин.

### Висновки

До введення в гібридизацію тетраплоїдних запилювачів як компонентів ЧС гібридів цукрових буряків необхідно проводити їх стабілізацію за рівнем плоїдності. Селекційні матеріали третього–п'ятого поліплоїдних поколінь мають у складі різне співвідношення ди-, три- і тетраплоїдних рослин, яке залежить від генотипу. За застосування цитологічного контролю плоїдності впродовж селекційного опрацювання поліплоїдних популяцій у поєднанні з негативним доббором у поколінні C<sub>5</sub> досягається практично повна стабілізація плоїдності (97–100 %), необхідна для схрещування батьківських форм (запилювачів) до пилкостерильних ліній під час створення триплоїдних ЧС гібридів цукрових буряків. Генетично «чистими» лініями визнано два номери 1001 та 1003, які будуть введені в гібридизацію під час формування експериментальних триплоїдних ЧС гібридів цукрових буряків.

### Використана література

1. Роїк М. В., Корнеєва М. О. Екологічна стабільність і пластичність перспективних гібридів цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2017. № 3. С. 4–8.
2. Роїк М. В., Корнеєва М. О. Гібриди нового покоління буряку цукрового і їхня роль у процесі інтенсифікації галузі. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 71–82. doi: 10.21498/2518-1017.3.2006.67681
3. Роїк М. В., Корнеєва М. О. Оцінка генетичного потенціалу вітчизняних цукрових буряків. *Наук. праці Ін-ту цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2005. Вип. 8. С. 17–27.
4. Бормотов В. Е., Загрекова В. Н., Матросов Б. Ф. Эффективность различных вариантов получения мейотических тетраплоидов свеклы от скрещивания растений различной плоидности. *Исследования по цитогенетике полиплоидных форм сахарной свеклы* Минск : Наука и техника, 1976. С. 88–97.
5. Бормотов В. Е., Загрекова В. Н. Мейотическая полиплоидия у сахарной свеклы. *Успехи полиплоидии*. Киев : Наукова думка, 1977. С. 108–115.

6. Чемерис Л. М., Галашевський. В. Л. Створення і використання тетраплоїдних форм цукрових буряків на Білоцерківській дослідно-селекційній станції. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2010. Вип. 11. С. 209–219.
7. Корнеєва М. О., Мацук М. Б., Чемерис Л. М. Вплив гетерогенності тетраплоїдного запилювача на прояв господарсько-цінних ознак ЧС гібридів цукрових буряків. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 125–129.
8. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.
9. Роїк М. В., Чередничок О. І. Методичні рекомендації з оцінки та доборів за цитологічними та цитоембріологічними тестами в селекційному процесі для покращення біологічної якості насіння цукрових буряків. Київ : Науковий світ, 2008. С. 9–11.
10. Методические указания по цитоембриологическим исследованиям в селекции сахарной свеклы. Киев : ВНИС, 1984. 61 с.

## References

1. Roik, M. V., & Kornieieva, M. O. (2017). Ecological stability and plasticity of promising sugar beet hybrids. *Tsukrovi buriaky* [Sugar beet], 3, 4–8. [in Ukrainian]
2. Roik, M. V., & Kornieieva, M. O. (2006). New generation of sugar beet hybrids and their role in the process of intensifying the industry. *Plant varieties studying and protection*, 3, 71–82. doi: 10.21498/2518-1017.3.2006.67681. [in Ukrainian]
3. Roik, M. V., & Kornieieva, M. O. (2005). Estimation of genetic potential of domestic sugar beet. *Nauk. pracì Inst. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Sugar Beet], 8, 17–27. [in Ukrainian]
4. Bormotov, V. E., Zagrekova, V. N., & Matrosov, B. F. (1976). Efficiency of different variants of production of meiotic beet tetraploids through crossing plants of different ploidy. *Issledovaniya po tsitogenetike poliploidnykh form sakharnoy svekly* [Studies on cytogenetics of polyploid forms of sugar beet] (pp. 88–97). Minsk: Nauka i tekhnika. [in Russian]
5. Bormotov, V. E., & Zagrekova, V. N. (1977). Meiotic polyploidy in sugar beet. *Uspekhi poliploidii* [The success of polyploidy] (pp. 108–115). Kiev: Naukova dumka. [in Russian]
6. Chemerys, L. M., & Halashevskiy, V. L. (2010). Development and application of tetraploid sugar beet forms at the Bila Tserkva research and breeding station. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul' t. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 11, 209–219. [in Ukrainian]
7. Kornieieva, M. O., Matsuk, M. B., & Chemerys, L. M. (2015). Influence of heterogeneity of tetraploid pollinator on the manifestation of economically valuable characteristics in MS sugar beet hybrids. *Fakt. eksp. evol. org.* [Factors in experimental evolution of organisms], 16, 125–129. [in Ukrainian]
8. Roik, M. V. (Ed.). (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Research methods in beet growing]. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
9. Roik, M. V., & Cherednychok, O. I. (2008). *Metodychni rekomendatsii z otsinky ta doboriv za tsytolohichnymy ta tsytoembriolohichnymy testamy v selektsiinomu protsesi dlia pokrashchennia biolohichnoi yakosti nasinnia tsukrovykh buriakiv* [Methodical recommendations for the evaluation and selection by cytological and cytoembriological tests in the breeding process for improving biological quality of sugar beet seed] (pp. 9–11). Kyiv: Naukovyi svit. [in Ukrainian]
10. *Metodicheskie ukazaniya po tsitoembriologicheskim issledovaniyam v selektsii sakharnoy svekly* [Methodical recommendations for cytoembriological research in breeding sugar beet]. (1984). Kiev: VNIS. [in Ukrainian]



УДК 633.63.631.52

**Чемерис Л. Н., Корнеева М. А. \*, Федоренко И. А., Змиевский В. Н.** Эффективность отборов по пloidности растений в тетраплоидных популяциях опылителей – компонентов МС гибридов сахарной свеклы // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : сб. науч. тр. Киев, 2017. Вып. 25. С. 34–40.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, \*e-mail: mira31@ukr.net*

**Цель.** Выявить эффективность отборов тетраплоидных растений в зависимости от поколения полиплоидных популяций сахарной свеклы и создать стабильные тетраплоидные опылители – компоненты триплоидных гибридов на МС основе. **Методы.** Для стабилизации опылителей использовали полиплоидные генерации сахарной свеклы  $C_3$ – $C_5$ . При проведении исследований использовали цитологический контроль пloidности для отборов тетраплоидных растений. **Результаты.** Исследован состав популяций тетраплоидных опылителей от третьего до пятого полиплоидного поколения сахарной свеклы селекции Белоцерковской опытно-селекционной станции. В селекционных материалах в различных соотношениях встречались растения ди-, три- и тетраплоидного уровня генома, что зависело от генотипа. Основная доля в составе популяций принадлежала тетраплоидам. В поколении  $C_3$  их в среднем было 66,3 % с колебаниями в зависимости от генотипа от 52,5 до 80,0 %. В поколении  $C_4$  количество тетраплоидных растений увеличилось в среднем до 85,5 % с максимальным их содержанием в составе популяции до 90,0 %. В течение селекционной обработки материалов было удалено из тетраплоидных популяций в третьем–четвертом поколениях соответственно 12,7 и 3,0 % диплоидных и 21,0 и 11,5 % триплоидных биотипов. В результате отборов на основе цитологических анализов каждого растения в поколении  $C_5$  достигнута высокая степень генетической «чистоты» тетраплоидных материалов (97–100 %). **Выводы.** При скрещивании тетраплоидных опылителей с пыльцестерильными формами при создании триплоидных МС гибридов сахарной свеклы необходимо предварительно проводить стабилизацию отцовского компонента по уровню пloidности. Различное соотношение ди-, три- и тетраплоидных растений – составляющих популяции опылителей зависит от генотипа. При применении цитологического контроля пloidности в течение селекционной проработки полиплоидных популяций в сочетании с отрицательным отбором в поколении  $C_5$  достигается практически полная стабилизация пloidности (97–100 % растений с двойным геномом). Созданы два селекционных номера 1001 и 1003, которые характеризовались однородностью по пloidности растений (100 % тетраплоидов).

**Ключевые слова:** опылители, тетраплоиды, стабилизация, пloidность, отбор, цитологический контроль.

UDC 633.63.631.52

**Chemerys, L. M., Kornieieva, M. O., Fedorenko, I. A., & Zmiievskiy, V. M.** (2017). Efficiency of selection by ploidy in tetraploid populations of pollinator components of sugar beet MS hybrids. *Nauk. pracі Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 25, 34–40. [in Ukrainian]

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

**Purpose.** To identify the efficiency of tetraploid plants selection as affected by generations of polyploid populations of sugar beet and to create stable tetraploid pollinator components of MS triploid hybrids. **Methods.** Polyploid generations of sugar beet  $C_3$ – $C_5$  were used to stabilize pollinators. Cytological control of ploidy was used for selection of tetraploid plants. **Results.** The composition of tetraploid pollinator populations from the third to fifth polyploid generations of sugar beet of the Bila Tserkva Research Breeding Station was studied. In selection materials of various genotypes, different ratios of diploids, triploids and tetraploids occurred. The majority of

the populations were tetraploids. In  $C_3$  generation, their share averaged 66.3% ranging from 52.5 to 80.0%. In  $C_4$  generation, the share of tetraploid plants increased by an average of 85.5% with a maximum of 90.0%. In the course of selection, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> generations of tetraploid population yielded in 12.7, and 3.0% of diploids, respectively, 21.0, and 11.5% of triploid biotypes. As a result of the cytotoxic analyses of each plant in the generation  $C_5$ , a high level of genetic purity of tetraploid materials (97 to 100%) was recorded. **Conclusions.** In crossing tetraploid pollinators with pollen sterile component, it is necessary to pre-stabilize the ploidy of parent component. The ratio of diploid, triploid and tetraploid plants in the population of pollinator depends on the genotype. For the application of cytological control of ploidy during the selection of polyploid populations in combination with negative selection in  $C_5$  generation, practically complete stabilization of the ploidy was achieved (97 to 100% diploids). Two breeding numbers 1001 and 1003 were created, which were characterized by homogeneity of the ploidy (100% tetraploids).

**Keywords:** *pollinator, tetraploids, stabilization, pallidity, selection, cytological control.*

*Надійшла / Received 06.11.2017*

*Погоджено до друку / Accepted 14.12.2017*