

УДК 633.63:631.52:575.125

## Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками

Дубчак О.В. 

Верхняцька дослідно-селекційна станція ІБК і ЦБ НААН України



Дубчак О.В. Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 47–55.

Dubchak O.V. Stvorennja samofertyl'nyh ZS i ChS linij cukrovyh burjakiv ta dobir krashhyh za selekcijno i gospodars'ko cinnymy oznakamy. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 47–55.

Рукопис отримано: 23.06.2020 р.  
Прийнято: 07.07.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-47-55

Метою дослідження було створення нових комбінаційно-цінних самофертильних (Sf) закріплювачів стерильності (ЗС) та їх чоловічостерильних (ЧС) аналогів (а). Водночас, проведення підбору до новостворених SfЗС неспоріднених ЧС ліній-тестерів (т) з комплексом цінних ознак.

Встановлено, що у самофертильному гібридному поколінні частка самозапилених рослин коливалася від 62,0 до 80,0 %. Найнижчі показники мали гібриди-синтетики (ГС) з донором D<sub>3</sub>MTD<sub>3</sub>Sf за обома реципієнтами – 64,4 і 62,0 %, відповідно. Потомство донора D<sub>1</sub>PVG<sub>5</sub>Sf380 мало більшу частку самозапилених рослин: від 76,2 % з реципієнтом R<sub>1</sub>ЗС<sub>1</sub> і 74,7 % – з R<sub>2</sub>ЗС<sub>2</sub>. Проведено добори рослин кращих за рівнем зав'язування насіння від самозапилення.

В умовах жорсткого інбридингу проводили аналізуючі схрещування кандидатів у SfЗС, з їх ЧСа та неспорідненими ЧСт з наступним вивченням потомства (F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>) ЧС рослин для оцінювання закріплювальної здатності. Третє покоління (F<sub>3</sub>) отримали за послабленого інбридингу в групових ізоляторах та F<sub>4</sub> – на ізольованих ділянках вільного перезапилення. За 100 % фертильності кандидатів у SfЗС і їх ЧСа зі стерильністю 95–98 %, гібридне покоління мало стерильність і одностійність 99–100 %. За усіма селекційно цінними ознаками задовільні показники мали лише 25 % досліджуваного матеріалу з ЧСа нових SfЗС та їх прості стерильні гібриди. У решті номерів, де формували гібриди з ЧС тестером та неспорідненим з ним ЗС О типу (ЧСт×SfЗС), відмічено значні відхилення за ознакою «стерильність» (92–58 %).

З метою більш глибокого вивчення кращі новостворені матеріали досліджували у сортовипробуванні для оцінювання їх власної продуктивності. Кандидати в SfЗС мали задовільні показники за ознакою «вміст цукру» – 19,18 %, тимчасом стандарт – 19,01 %. Для успішного ведення селекційної роботи за створення гібридів важливим було вивчення показників продуктивності ЧСа і ЧСт ліній з наступним добором перспективних. У результаті проведеної селекційної роботи колекцію вихідних форм Верхняцької ДСС поповнено новими SfЗС та їх ЧС лініями – джерелом цінних ознак майбутніх материнських компонентів гібридів.

**Ключові слова:** цукрові буряки, одностійність, запилювач, фертильність, добір, гібрид, урожайність.

**Постановка проблеми.** Цукрові буряки за своєю природою є самостерильною культурою, тому самофертильні форми серед них зустрічаються дуже рідко. Введення гена самофертильності (Sf) в селекційні матеріали відкриває можливість для широкого використання цього явища в селекційній практиці. Самозапилення

сприяє швидшому підвищенню рівня гомозиготності за всіма генами. Присутність гена Sf в пилку знімає обмеження в системі самонесумісності. Самофертильні форми можуть бути відмінним матеріалом для прискореного отримання ліній-донорів за цукристістю, формою коренеплодів, комбінаційною цінністю. Вони

можуть стати донорами адаптивності до умов вирощування, типу і обнасіненості насінника, стійкості до шкідників і хвороб та ін. Їх можна використати під час формування гібридів-синтетиків та створення закріплювачів стерильності (ЗС) О типу. Виділення самофертильних ЗС проводять методом аналізуючих схрещувань. Як джерело чоловічої стерильності (ЧС) можна взяти форму близьку за морфологією, фенотипом і циклом розвитку з кандидатом в ЗС. Кандидат у закріплювачі має володіти, окрім ознак самофертильності і однонасінності, хорошою пилкоутворювальною здатністю, комбінаційною цінністю і достатньо високою цукристістю [1, 14, 20].

**Аналіз останніх досліджень.** Найскладнішим у селекції гібридів на стерильній основі є створення закріплювачів стерильності (ЗС), або ліній О типу, названих так на честь Ф.В. Оуена. Складність переважно пов'язана з поганою зав'язуваністю насіння під час самозапилення, тобто з дією самонесумісності [1, 15–17]. У популяції цукрових буряків переважають самостерильні рослини, які у разі примусового самозапилення зав'язують поодинокі насінини, або не зав'язують їх взагалі [2, 18, 19]. Гени, що контролюють самонесумісність, можуть мутувати, унаслідок чого відбувається запліднення яйцеклітини власним пилом. У цукрових буряків невелика кількість рослин здатна зав'язувати частину насіння в результаті самозапилення, такі рослини є самофертильними [3]. За даними науковців Гринько Т.Ф. (1927), Перетяцько В.Г. (1977) та інших, ознака самофертильності у цукрових буряків контролюється дволокусною системою генів і є домінантною. Самофертильність, за дослідженнями Оуена Ф.В. (1942), є не лише домінантною ознакою, а і все потомство  $F_1$  виявляється гетерозиготним за геном Sf та фенотипово є самофертильним. У  $F_2$  проходить розщеплення на самофертильні і самостерильні форми. Примусове самозапилення самофертильних рослин майже не впливає на фертильність пилкових зерен, тому їх проростання у самофертильних рослин за ізоляції, як за вільного цвітіння, проходить активно [4, 12, 13]. Отже, явище самофертильності виникає в результаті мутування s-локусу гена несумісності і виникнення гена Sf, алельного s. Ознака самофертильності дасть змогу змінити систему розмноження у буряка цукрового і створити можливість зав'язування насіння під час самозапилення, що значно спрощує роботу з одержання гібридів цукрових буряків та їх розмноження [5]. За дослідженнями Хаджінова М.І. (1966), принципом створення стерильних аналогів є можливість перенесення

одного чи групи генів від однієї лінії в гени другої. Для практичних цілей селекції достатня тотожність настає після 4–5 насичуючих схрещувань. За таких умов чоловічостерильна лінія дуже схожа з фертильним закріплювачем і її можна вважати чоловічостерильним еквівалентом, або аналогом. Основою методики створення стерильних аналогів є схрещування з постійним відбором за закріплювальною здатністю і однонасінністю [1, 6].

**Метою дослідження** було створення нових Sf закріплювачів стерильності (SfЗС) і їх ЧС аналогів (ЧСа). Проведення підбору різних неспоріднених ЧС тестерів (ЧСт) з комплексом цінних ознак для схрещування з SfЗС та подальшим використанням їх потомств у селекції.

**Матеріал і методи дослідження.** На Верхняцькій дослідно-селекційній станції (ВДСС) впродовж багатьох років створювали колекцію нових вихідних однонасінних стерильних та фертильних форм вітчизняного та зарубіжного походження, яку було використано для досліджень [7, 8, 11–13]. Для створення інбредних ліній цукрових буряків проводили схрещування реципієнтів (R) – самостерильних форм верхняцької селекції ( $R_1ЗС_{1635/73}$  і  $R_2ЗС_{28524}$ ), які мають задовільні показники власної продуктивності, з донорами (D) зарубіжного походження:  $D_1PVG_5Sf380$ ;  $D_2KWS_6Sf$ ;  $D_3MTD_3Sf$ ;  $D_4KYV_7Sf$ , які містять ген самофертильності (Sf). Крім того, донори Sf з різною генетичною основою мають високі показники утворення насіння в умовах жорсткої ізоляції і закріплювальну здатність 98–100 %. У  $F_4$  проведено добір та розмноження самофертильних інбредних ліній, коренеплоди яких використали для схрещувань як кандидатів у закріплювачі стерильності О типу. Для цього в парі з пилкостерильними рослинами (схема посадки  $1Sf \times 1ЧС$ ) висаджували під бязевими ізоляторами для контрольованих аналізуючих схрещувань з перевіркою їх закріплювальної здатності в подальших репродукціях. Для відтворення компонентів проводили повторні схрещування в умовах послабленого інбридингу в групових ізоляторах за аналогічною схемою посадки, для відбору ліній з високим ступенем стерильності, однонасінності. В умовах вільного переапилення на просторово ізольованих ділянках методом черезрядної посадки компонентів (схема  $1Sf \times 1ЧС$ ) фіксували генотип чоловічостерильних рослин, вибраковуюючи неповністю стерильні, з чітким визначенням серед них кількості стерильних, напівстерильних та фертильних біотипів з подальшим індивідуальним добром рослин, які відповідали меті досліджень для селекційної

практики. Насінники індивідуальних доборів ЗС та ЧС рослин обмолочували на стаціонарній молотарці «Wintersteiger LD 350» з наступною первинною очисткою на міні-гірці, вторинною – вручну на сито Ø 3,0. Кращі матеріали, за результатами аналізу посівних якостей насіння, вивчали в станційному сортовипробуванні для визначення власної продуктивності. Матеріал вивчали за однофакторною схемою у триразовому повторенні [9]. Площа живлення рослин – 45×22 см. Для визначення цукристості і маси коренеплоду на дослідних ділянках відбирали 20-кореневі проби для аналізу на напівавтоматичній лінії «Венема».

#### Результати дослідження та обговорення.

На Верхняцькій ДСС у процесі селекційної роботи зі створення однонасінних материнських компонентів експериментальних гібридів інколи виникали проблеми. Під час парних аналізуючих схрещувань під ізоляторами майже не зав'язувалося насіння у самостерильних кандидатів в ЗС О типу, тому виникла ідея створення нових закріплювачів стерильності через введення гена Sf в існуючі форми. Для досліджень у роботу залучили як реципієнта (R) матеріали власної селекції під шифром ЗС<sub>1</sub> і ЗС<sub>2</sub>, як донора (D) – іноземні генотипи (D<sub>1</sub> – D<sub>4</sub>).

Селекційні дослідження виконували впродовж 2010–2019 рр. Провели насичення, бекросування, самозапилення, аналізуючі схрещування з подальшими індивідуальними доборами. Щорічно здійснювали більше 250 схрещувань, у результаті яких було виділено матеріали, що мають високу пилкоутворювальну здатність і задовільну зав'язуваність плодів. Стабілізацію ознаки «самофертильність» проводили впродовж ряду поколінь. Отримали гібридні матеріали, рослини яких в умовах інцухту мали високий рівень зав'язування насіння – 63,8–77,0 % (табл. 1).

Встановлено, що у самофертильному гібридному поколінні частка самозапилених

рослин коливалася від 62,0 до 80,0 %. Крім того, найнижчі показники мали гібриди з донором D<sub>3</sub>MTD<sub>3</sub>Sf за обома реципієнтами – 64,4 і 62,0 %, відповідно. Потомство донора D<sub>1</sub>PVG<sub>5</sub>Sf380 мало більшу частку самозапилених рослин: до 76,2 % з реципієнтом R<sub>1</sub>ЗС<sub>1</sub> і 74,7 % – з R<sub>2</sub>ЗС<sub>2</sub>. Кращі результати за рівнем зав'язування насіння від самозапилення на рослині цукрових буряків було отримано у 1,2 та 7,8 комбінаціях з донорами D<sub>1</sub> і D<sub>4</sub>, які коливалися в межах 77,0 %; 76,8; 76,0, 74,3 %, відповідно. Проведено індивідуальний добір кращик за ознакою «самофертильність» кандидатів у закріплювачі стерильності. Перехресне запилення сприяло обміну генами, що підтримало високий рівень гомозиготності потомства. Під час розмноження таких особини розщеплення ознаки Sf може не відбутися. Однак відомо, що одна і та сама особина може бути гомозиготною за однією або декількома алельними парами і гетерозиготною за іншими.

В умовах жорсткого інбридингу проводили пробні аналізуючі схрещування кандидатів у SfЗС, їх ЧС аналогів (ЧСа) та неспоріднених ЧС тестерів (ЧСт) з подальшим вивченням потомства першого покоління (F<sub>1</sub>) чоловічостерильних рослин для оцінювання закріплювальної здатності SfЗС. Самофертильні форми зберігали до виявлення його цінності як закріплювача. З кращими відібраними комбінаційно-цінними парами проводили повторні аналізуючі схрещування. У другому поколінні (F<sub>2</sub>) проводили добір рослин за ознаками «фертильність», «стерильність», «роздільноплідність», «однонасінність» з оцінкою не нижче 85–95 %. Бракували рослини, які не відповідали меті досліджень.

Потомства F<sub>3</sub> отримали за послабленого інбридингу під груповими ізоляторами та F<sub>4</sub> – на ізольованих ділянках вільного перезапилення. Для селекційної практики відбирали кращі ЧС лінії (ЧСа і ЧСт) за ознаками «однонасін-

Таблиця 1 – Оцінка нових ЗСF<sub>4</sub> з умістом гена Sf на предмет зав'язування насіння

№ комбінації	Компоненти схрещування		Кількість рослин, шт		Кількість самозапилених рослин, %	Проаналізовано квіток на 1 рослині, шт	Сформовано насіння на 1 рослині, шт	Рівень зав'язування насіння, %
	реципієнт	донор	для самозапилення	зав'язали насіння				
1	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> PVG <sub>5</sub> Sf380	105	80	76,2	522	402	77,0
2	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		99	74	74,7	508	390	76,8
3	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> KWS <sub>6</sub> Sf	102	75	73,5	447	327	73,2
4	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		98	71	72,4	434	315	72,6
5	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>3</sub> MTD <sub>3</sub> Sf	101	65	64,4	430	278	64,6
6	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		100	62	62,0	425	271	63,8
7	R <sub>1</sub> ЗС <sub>1</sub>	D <sub>4</sub> KYV <sub>7</sub> Sf	100	74	74,0	524	398	76,0
8	R <sub>2</sub> ЗС <sub>2</sub>		99	72	72,7	545	405	74,3

ність» 95 % і «стерильність» 95–100 %. Провели добір комбінаційно-цінних пар, які за 100 % фертильності Sf кандидатів у ЗС і ЧС ліній зі стерильністю 95–98 % мали у гібридному поколінні стерильність і однонасінність 99–100 %. Для них був характерний високий ступінь обнасеності рослини – 99–108 г з одного насінника кондиційного насіння. Маса 1000 плодів становила 11,5–13,1 г за схожості насіння від 87,2 до 91,3 %. Відмічено наявність цінних генотипів, які наведено в таблиці 2.

За усіма характеристиками кращими простими гібридами були 5 і 16 комбінації. Задовільні показники мали лише 25 % досліджуваних SfЗС і ЧС ліній. Вищі показники ознак, які вивчали, мали ЧСа та їх прості гібриди. За формування компонентів простих стерильних гібридів для схрещування ЧСт з неспорідненими закріплювачами стерильності О типу відмічено значні відхилення за ознакою «стерильність» (78–92 %). У зв'язку з цим прості гібриди створені на їх основі мали дещо нижчі показники досліджуваних ознак.

З метою більш глибокого вивчення кращі новостворені матеріали досліджували у сортовипробуванні для оцінювання їх власної продуктивності. За результатами аналізу кращим за урожайністю коренеплодів та збором цукру виявився однонасінний запилювач під номером 1 (586), що перевищив стандарт (в

абсолютних показниках), відповідно, на 7,2 та 1,6 т/га. Кандидат у закріплювачі стерильності № 2 (595) мав задовільні показники за ознакою «вміст цукру» – 19,18 %, тимчасом стандарт – 19,01 %. Селекційний матеріал за номером 3 (597) показав урожайність 117,9 % і збір цукру 119,0 % до групового стандарту (табл. 3).

Проведені дослідження дали змогу охарактеризувати кожен номер і відібрати для подальшої селекційної практики найбільш цінні закріплювачі стерильності урожайного типу.

Для успішного ведення селекційної роботи під час створення простих гібридів (табл. 4).

Поряд з вивченням селекційно цінних ознак «однонасінність» та «стерильність» майбутніх материнських компонентів, важливим було вивчення показників їх продуктивності. За даними досліджень, як джерело господарсько цінних ознак відібрано лінії ЧСт 604 і 606, які виявились урожайного напрямку. Лінії ЧСа за номерами 587 і 592 відібрали в селекційну роботу за підвищений вміст цукру – 19,18 і 19,17 %, відповідно, який, імовірно, вони успадкували від SfЗС, оскільки є аналогами вказаних запилювачів. За збором цукру перевищували груповий стандарт лінії-тестери ЧСт 604 і 606 (+11,8 і +11,1 %) та лінії-аналоги 587 і 594 (+10,4 і +10,0 %), відповідно.

Створені прості стерильні гібриди, на основі самофертильних закріплювачів стериль-

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика компонентів аналізуючих схрещувань та їх потомств F<sub>3</sub> і F<sub>4</sub>

№ комбінації	Лінії, прості гібриди	Фертильність*, стерильність, %	Роздільно-плідність**	Маса зібраного насіння з 1 рослини, г	Показники якості насіння		
					схожість, %	однонасінність, %	M <sub>1000</sub> плодів, г
1	1 лінія SfЗС <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	100*	2.1.1	108	90,1	99	13,1
2	1 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	97	2.1.1.	95	87,2	99	11,4
3	1 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	1.1.1.	99	89,9	100	11,9
4	ЧСт <sub>1</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>1</sub> )F <sub>4</sub>	99	2.1.1	102	90,4	99	12,5
5	ЧСа <sub>1</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>1</sub> )F <sub>4</sub>	100	1.1.1	109	91,2	100	12,9
6	2 лінія SfЗС <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	100*	1.1.1	100	90,0	100	12,4
7	2 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	96	2.1.1	100	86,8	99	11,5
8	2 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	2.1.1	102	87,4	99	11,7
9	ЧСт <sub>2</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>2</sub> )F <sub>4</sub>	98	2.1.1	99	91,0	99	12,3
10	ЧСа <sub>2</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>2</sub> )F <sub>4</sub>	99	1.1.1	101	91,1	100	12,8
11	4 лінія SfЗС <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	100*	2.1.1	102	90,2	99	12,9
12	4 лінія SfЗС <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	100*	1.1.1	100	90,3	100	12,9
13	4 лінія ЧСтF <sub>3</sub>	98	2.1.1	104	88,2	99	11,7
14	4 лінія ЧСаF <sub>3</sub>	98	2.1.1	106	89,8	99	11,9
15	ЧСт <sub>4</sub> ×(ЗС <sub>1</sub> ×SfD <sub>4</sub> )F <sub>4</sub>	99	1.1.1	101	91,0	100	12,7
16	ЧСа <sub>3</sub> ×(ЗС <sub>2</sub> ×SfD <sub>4</sub> )F <sub>4</sub>	100	1.1.1	109	91,3	100	12,9

Примітка: \*\* – кількість квіток у бутоні, що розміщуються на пагонах першого, другого та третього порядків рослини.

Таблиця 3 – Вивчення та оцінка нових Sf закріплювачів стерильності у сортопробуванні

№ запліловача	Селекційний № і повторення	Походження матеріалу	Фертильність, %	Однонасінність, %	Показники продуктивності					
					абсолютні показники			% до групового стандарту		
					урожайність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/га	урожайність	вміст цукру	збір цукру
1	586/1	R <sub>2</sub> 3C <sub>2</sub> ×D <sub>1</sub> Sf	100	100	45,3	19,24	8,7	119,0	101,6	121,6
	586/2				45,1	19,39	8,7			
	586/3				45,6	19,32	8,8			
	середнє за номером					45,3	19,32	8,8		
2	595/1	R <sub>1</sub> 3C <sub>1</sub> ×D <sub>2</sub> Sf	100	99	41,8	19,16	8,0	111,9	100,9	113,5
	595/2				42,3	19,18	8,1			
	595/3				43,8	19,21	8,4			
	середнє за номером					42,6	19,18	8,2		
3	597/1	R <sub>2</sub> 3C <sub>2</sub> ×D <sub>4</sub> Sf	100	100	45,5	19,11	8,7	117,9	100,4	119,0
	597/2				45,0	19,17	8,6			
	597/3				44,3	18,95	8,4			
	середнє за номером					44,9	19,08	8,6		
Середнє групового стандарту					38,1	19,01	7,2	100	100	100
НІР <sub>0,5%</sub>					1,1	0,2	0,3			

Таблиця 4 – Оцінка показників продуктивності досліджуваних ЧС ліній

№ ЧС лінії	Походження матеріалу	Стерильність, %	Однонасінність, %	Показники продуктивності					
				абсолютні показники			% до групового стандарту		
				урожайність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/га	урожайність	вміст цукру	збір цукру
587	ЧСа <sub>1/1</sub>	99	99	41,7	19,18	8,0	109,4	100,9	110,4
592	ЧСа <sub>1/2</sub>	100	100	41,3	19,17	7,9	108,4	100,8	109,3
594	ЧСа <sub>2/1</sub>	99	100	41,6	19,14	8,0	109,2	100,7	110,0
604	ЧСт <sub>2/2</sub>	98	99	42,5	19,07	8,1	111,5	100,3	111,8
606	ЧСт <sub>4/1</sub>	99	100	42,3	19,03	7,9	111,0	100,1	111,1
608	ЧСт <sub>4/2</sub>	100	100	41,9	19,09	8,0	110,1	100,4	110,5
середнє групового стандарту				38,1	19,01	7,2	100	100	100
НІР <sub>0,5%</sub>				1,1	0,2	0,3			

ності та їх ЧС аналогів і ЧС тестерів, проявили себе як гібриди урожайного напрямку (рис. 1).

За даними досліджень, показник вмісту цукру в коренеплодах гібридів знаходився на рівні групового стандарту. У гібридів, де в основі материнського компонента стали ЧСа 589, 607, і 609, ці показники були в межах 102,1; 101,8 і 101,5 % відповідно. У гібридів, де материнська лінія була з ЧСт, збір цукру становив 100,8; 100,6 і 101,1 % за номерами 610, 611, 612, відповідно.

Вказані ЧС лінії вважаємо перспективними і плануємо вивчати у топкросних схрещуваннях з аборигенними високопродуктивними багатонасінними запліловачами з метою визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності.

Отже, на станції було створено нові кандидати в закріплювачі стерильності, їх ЧС аналогів та підібрано однонасінні стерильні форми

з ЧС тестерів, на основі яких створено прості стерильні гібриди – материнські компоненти майбутніх експериментальних гібридів. Хоча показники їх власної продуктивності були на рівні стандарту, вони показали високі оцінки за ознаками закріплюючої здатності, стерильності і однонасінності. Для визначення ефектів загальної і специфічної комбінаційної здатності кращі за продуктивністю прості стерильні гібриди надалі будуть розмножені і висаджені на ділянках гібридизації під багатонасінні запліловачі з метою проведення пробних схрещувань за схемою топкрос для одержання експериментальних гібридів. І вже за оцінками продуктивності нових гібридів з урахуванням комбінаційної здатності їх компонентів схрещування будуть відібрані кращі для вивчення в екологічному сортопробуванні.



Рис. 1. Характеристика кращих простих стерильних гібридів за показниками продуктивності.

Дослідження методів створення селекційно цінних матеріалів цукрових буряків проводили на Верхняцькій ДСС впродовж 2010–2019 рр. Перехресне запилення самонесумісних форм власної селекції з донорами самофертильності іноземного походження сприяло обміну генами, що підтримало високий рівень гомозиготності потомства за ознакою Sf і високу зав'язуваність насіння на рослині під час самозапилення в умовах інцухту. У таблиці 1 наведено оцінку нових ЗСF<sub>4</sub> з вмістом гена Sf на предмет зав'язування насіння. Проведено індивідуальний добір кращих за ознакою «самофертильність» матеріалів як кандидатів у SfЗС О типу з високою закріплювальною здатністю. У результаті контрольованих аналізуючих схрещувань до новостворених закріплювачів стерильності відібрано ЧС аналоги та підібрано ЧС тестери. Потомства кращих ЧС ліній використали для створення простих гібридів з подальшим вивченням матеріалу за показниками продуктивності. Добори високопродуктивних компонентів схрещування розмножили для подальшого вивчення експериментальних гібридів як материнських компонентів.

**Висновки.** Під час створення однонасінних самофертильних закріплювачів стерильності на основі самостерильного селекційного матеріалу є необхідним і доцільним введення гена Sf в кандидати ЗС О типу. У такому разі потомства самофертильних матеріалів характеризуються високим рівнем гомозиготності і генетично обумовленою високою зав'язуваністю насіння. Чоловічостерильні лінії, залежно від їх походження та структури, характеризуються високою оцінкою за селекційно цінними ознаками та показниками власної продуктивності.

Серед простих гібридів, створених за їх участі, виділено 6 перспективних материнських форм за господарсько цінними ознаками. Створені ЧС лінії можуть бути в наступних дослідженнях цінним вихідним матеріалом для формування гетерозисних гібридів цукрових буряків.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Перетятко Н.А. Создание самофертильных линий О типа (закрепителей стерильности) и МС аналогов у сахарной свеклы: методические рекомендации. Киев. ВНИС. 1986. 8 с.
2. Малецкий С.И., Малецкая Е.И. Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы. Генетика. 1996. Т. 32. № 12. С. 1643–1650.
3. Малецкий С.И. Энциклопедия рода Beta. Биология, генетика и селекция свеклы: сб. науч. тр. Институт цитологии и генетики СО РАН, Россия; Институт сахарной свеклы. Украина – Новосибирск: Издательство Сова, 2010. 686 с.
4. Лейбович А.С. Создание самофертильных односемьянных закрепителей стерильности у сахарной свеклы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. К.: 1983. 21 с.
5. Вивчення похідних ЧС форм як донорів самофертильності буряка цукрового / О.В. Єщенко та ін. Зб. наук. пр. ІБКіЦБ. К.: 2012. Вип. 14. С. 426–429.
6. Дубровна О.В., Лялько І.І., Тищенко О.М. Генетика якісних ознак буряків. Київ: Лотос. 2010. 246 с.
7. Дубчак О.В., Чепуренко О.В., Орлов С.Д. Біологічна і господарська оцінка нових зразків буряків. Інститут ім. Юр'єва. Зб. наук. праць. Генетичні ресурси рослин. Харків, 2017. Вип. № 20. С. 63–72.
8. Корнєєва М.О., Ненька М.М. Реакція простих стерильних гібридів буряку цукрового на регульовані фактори середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 1 (22). 2014. С. 19–23.
9. Методика исследований по сахарной свекле. Киев: ВНИС, 1988. 292 с.
10. Корнєєва М.О., Тимчишин С.М., Тимчишин Л.С. Продуктивність і комбінаційна здатність компонентів цу-

крово-кормових гібридів, придатних для виробництва біопалива. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2018. № 86. С. 67–70.

11. Korneeva M.O., Nenka M.M. Variability of Combining Abilities of MS (Male Sterility) Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Chemical and Biochemical Technology Materials, Processing, and Reliability*. Toronto – New Jersey: Apple Academic Press. 2014. P. 321–332.

12. Дубчак О.В., Орлов С.Д. Рекомбінування господарсько-цінних ознак у кормових буряків. Київ: Цукрові буряки. 2015. №5 (107). С. 4–7.

13. Дубчак О.В. Особливості рекомбінування господарсько-цінних ознак буряків кормово-цукрових. Селекційно-генетичний інститут. Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Зб. наук. праць. Одеса, 2014. Випуск 23 (63) С. 141–149.

14. Метод прискороного створення закріплювачів стерильності та їх ЦЧС аналогів у селекції цукрових буряків: методичні рекомендації / Роїк М.В. та ін. Умань: ВПЦ Візаві. 2016. 30 с.

15. Корнеева М.А., Мацук М.Б. Модель гибридов сахарной свеклы, выращиваемых по биоадаптивной технологии. Научное обеспечение агропромышленного комплекса в современных экономических условиях: материалы международной научно-практической конференции и заседания совета по ведению земледелия в засушливых условиях 9–10 июня 2014 г. Волгоград: ФГБНУ Нижневолжский НИИСХ, 2014. С. 38–47.

16. Nenka M.M., Korneeva M.O. Of Combining Abilities of Male Sterility Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Apple Academic Press, Ecological consequences of increasing crop productivity, Plant Breeding and Biotic Diversity*. Toronto-New Jersey. 2014. P. 191–202.

17. Роїк М.В., Корнеева М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції. Цукрові буряки. № 6. 2015. С. 7–9.

18. Дубчак О.В. Вивчення впливу різних факторів на показники продуктивності гібридів цукрових буряків. Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва. Черкаси, 2010. Вип. 10. С. 130–135.

19. Корнеева М.А., Чеченева Т.Н. Новые гибриды сахарной свеклы и их адаптивные способности. Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России: материалы конференции с международным участием. Майкоп. 27–28 сентября 2018 г. С. 238–247.

20. Дубчак О.В. Створення одностатевих простих гібридів цукрових буряків на стерильній основі. Цукрові буряки. Київ, 2014. №4. 6 с.

## REFERENCES

1. Peretjtko, N.A. (1986). Sozdanie samofertil'nyh liniy O tipa (zakrepitelej steril'nosti) i MS analogov u saharnoj svekly: metodicheskie rekomendacii [Creation self-fertile of lines About a type (maintainers of sterility) and MS of analogues at sugar beet]. Kyiv, VNIS, 8 p.

2. Maletskiy, S.I., Maleckaja, E.I. (1996). Samofertil'nost' i agamospermija u saharnoj svekly [Self-fertile and agamospermij at sugar beet]. *Genetika [Genetics]*. Vol. 32, no. 12, pp. 1643–1650.

3. Maletskiy, S.I. (2010). Jenciklopedija roda Beta [The encyclopedia of a sort Beta]. *Biologija, genetika i selekcija*

svekly: sb. nauch. tr. Institut citologii i genetiki SO RAN, Rossija; Institut saharnoj svekly [Biology, genetics and selection of beet: collection of scientific papers Institute of selection and genetics SB RAS, Russia; Institute of sugar beet]. Ukraine–Novosibirsk, Publishing house Owl, 686 p.

4. Leybovych, A.S. (1983). Sozdanie samofertil'nyh odnosemjnyh zakrepitelej steril'nosti u saharnoj svekly: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk [Ampere-second. Creation self-fertile monogerm maintainers of sterility at sugar beet: avtoref. dis. Candidate of Agricultural Sciences]. Kyiv, 21 p.

5. Yshchenko, O.V. Adroshchuk, M.P., Pariy, F.M., Ryabovol, L.O. (2012). Vyvchennja pohidnyh ChS form jak donoriv samofertil'nosti burjaka cukrovogo [Study of the initial forms ka of the donors samofertility of sugar beet]. *Zb. nauk. works. IBCSB [Collection of scientific works of IBKICB]*. Kyiv, no. 14, Vol. 14, pp. 426–429.

6. Dubrovna, O.V., Lialko, I.I., Tyshchenko, O.M. (2010). Genetyka jakisnyh oznak burjakiv [Genetics of qualitative characteristics of beets]. Kyiv, Lotos, 246 p.

7. Dubchak, O.V., Chepurenko, O.V., Orlov, S.D. (2017). Biologichna i gospodars'ka ocinka novyh zrazkiv burjakiv [A biological and economic estimation of new samples of beet. Institute of a name Ureva]. *Zb. nauk. prac'. Genetychni resursy roslyn. Instytut im. Jur'jeva. [Zb. nauk. prats: Genetic resources of plants. The Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuryev]*. Kharkiv, no. 20, pp. 63–72.

8. Kornyejeva, M.O., Nehka, M.M. (2014). Reakcija prosty steryl'nyh gibrydiv burjaku cukrovogo na regul'ovani faktory seredivyshha [Reaction of simple sterile hybrids of beet sugar on the adjustable factors of environment]. *Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty roslyn [Variety research and protection of plant variety rights]*, no. 1 (22), pp. 19–23.

9. Metodika issledovanij po saharnoj svekle [Research methodology for sugar beets]. Kyiv, 2011, VNIS, 292 p.

10. Kornyejeva, M.O., Timchishin, S.M., Timchishin, L.S. (2018). Produktivnist' i kombinacijna zdattist' komponentiv cukrovo-kormovyh gibrydiv, prydatnyh dlja vyrobnyctva biopalyva [Productivity and combination ability of components of sugar-feed hybrids suitable for biofuel production]. *Kormy i kormovyrobnyctvo: mizhvidomchyj tematychnyj naukovyj zbirnyk [Feed and feed production: interdepartmental thematic scientific collection]*. Vynnytsia, no. 86, pp. 67–70.

11. Korneeva, M.O., Nenka, M.M. (2014). Variability of Combining Abilities of MS (Male Sterility) Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. *Chemical and Biochemical Technology Materials, Processing, and Reliability*. Toronto – New Jersey: Apple Academic Press. pp. 321–332.

12. Dubchak, O.V., Orlov, S.D. (2015). Rekombinuvannja gospodars'ko-cinnyh oznak u kormovyh burjakiv [Recombination of valuable attributes at fodder beet]. *Kyiv, Sugar beet, no. 5 (107), pp. 4–7.*

13. Dubchak, O.V. (2014). Osoblyvosti rekombinuvannja gospodars'ko-cinnyh oznak burjakiv kormovo-cukrovych [Features recombination of valuable economic attributes of beet fodder – sugar]. *Selekcijno-genetychnyj instytut. Nacional'nyj centr nasinnjeznavstva ta sortovyvchennja. Zb. nauk. prac' [Selection-genetic institute. The national centre study seed and grade. Collection of scientific works]*. Odessa, no. 23 (63), pp. 141–149.

14. Royk, N.V., Orlov, S.D., Korneeva, M.O., Kulik, A.G., Trush, S.G., Morgun, A.V., Kucherenko, E.P., Balanuk, L.O., Tatahchuk, V.M., Parphenyk, O.O. (2016). Metod pryskorenogo stvorennya zakripljuvachiv steryl'nosti ta i'h CChS analogiv u selekcii' cukrovih burjakiv: metodychni rekomendacii' [A method of the accelerated creation to fix sterility and them CMC analogue in selection of sugar beet]. Uman, VPC Vizavi, 30 p.

15. Korneeva, M.A., Macyk, M.B. (2014). Model' gibridov saharnoj svekly, vyrashhivaemyh po bioadaptivnoj tehnologii [Model of hybrids of sugar beet to grow on bioadaptive technology]. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa v sovremennyh jekonomicheskikh uslovijah: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii i zasedanija soveta po vedeniju zemledelija v zasushlivyh uslovijah 9–10 ijunja 2014 g. [Scientific maintenance of an agrarian industry of a complex in modern economic conditions: materials of the international scientific-practical conference and sessions of advice(council) on conducting agriculture in droughty conditions of June 9–10, 2014]. Volgograd, GBNU, Lower Volga Research Institute of Agriculture, pp. 38–47.

16. Nenka, M.M., Korneeva, M.O. (2014). Of Combining Abilities of Male Sterility Lines and Sterility Binders of Sugar Beets as to Sugar Content. Apple Academic Press, Ecological consequences of increasing crop productivity, Plant Breeding and Biotic Diversity. Toronto-New Jersey. pp. 191–202.

17. Royk, N.V., Korneeva, M.A. (2015). Naprjamu, metody ta strategija rozvytku selekcii' [Direction, methods and strategy of development of selection]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 6, pp. 7–9.

18. Dubchak, O.V. (2010). Vyvchennja vplyvu riznyh faktoriv na pokaznyky produktyvnosti gibrydiv cukrovih burjakiv [Study of influence of the various factors on parameters of efficiency of hybrids of sugar beet]. Visnyk Cherkas'kogo instytutu agropromyslovogo vyrobnictva [The bulletin of the Cherkassy institute of agroindustrial manufacture]. Cherkassy, no. 10, pp. 130–135.

19. Korneeva, M.A., Checheneva, T.N. (2018). Novye gibridy saharnoj svekly i ih adaptivnye sposobnosti [New hybrids of sugar beet and their adaptive abilities]. Problemy i perspektivy razvitija sel'skogo hozjajstva juga Rossii: materialy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Problems and prospects of development of an agriculture of the south of Russia: materials of a conference with the international participation]. Maykop, pp. 238–247.

20. Dubchak, O.V. (2014). Stvorenja odnonasinyh prostyh gibrydiv cukrovih burjakiv na steryl'nij osnovi [Creation monogerm of simple hybrids of sugar beet on a sterile basis]. Cukrovi burjaky [Sugar beet]. Kyiv, no. 4, 6 p.

#### Создание новых самофертильных ЗС и МС линий сахарной свеклы и отбор лучших по селекционно и хозяйственно ценным признакам

Дубчак О.В.

Цель исследований – создание новых комбинационно-ценных самофертильных (Sf) закрепителей стерильности (ЗС) и их мужкостерильных (МС) аналогов (а). Проведение подбора к новым SfЗС неродственных МС линий-тестеров (т) с комплексом ценных признаков.

Установлено, что в самофертильном гибридном поколении частица самоопыленных растений варьировала

от 62,0 до 80,0 %. Более низкие показатели имели гибриды-синтетики (ГС) с донором  $D_3MTD_3Sf$  обоих реципиентов – 64,4 и 62,0 %, соответственно. Потомство донора  $D_1PVG_3Sf380$  имело большую часть самоопыленных растений; от 76,2 % с реципиентом  $R_1ЗС_1$  и 74,7 % – с  $R_2ЗС_2$ . Проведено отборы лучших растений по уровню завязывания семян от самоопыления.

В условиях строгой изоляции проводили анализирующие скрещивания кандидатов в SfЗС, с их МСа и МСт с последующим изучением потомства ( $F_1 F_2$ ) МС растений для оценивания закрепительной способности. Третье поколение ( $F_3$ ) получили при ослабленном инбридинге в групповых изоляторах и  $F_4$  – на изолированных участках свободного переопыления. При 100 % фертильности кандидатов в SfЗС и их МСа со стерильностью 95–98 %, гибридное поколение имело стерильность и односемянность 99–100 %. По всем селекционно ценным признакам удовлетворительные показатели имели всего 25 % исследуемого материала с МСа новых SfЗС и их простые стерильные гибриды. У остальных номеров, где формировали гибриды с МС тестерами и неродственными с ними ЗС О типа (МСт×SfЗС), отметили значительные отклонения по признаку «стерильность» (92–58 %).

Для более глубокого изучения новые материалы исследовали в сортоиспытании для оценивания их собственной продуктивности. Кандидаты в SfЗС имели хорошие показатели по признаку «сахаристость» – 19,18 %, тогда как стандарт – 19,01 %. Для успешного ведения селекционной работы при создании гибридов важным было изучение показателей продуктивности МСа и МСт линий с последующим отбором перспективных. В результате проведенной селекционной работы коллекцию исходных форм Верхнячской OCC пополнено новыми SfЗС и их ЧС линиями – источником ценных признаков будущих материнских компонентов гибридов.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, односемянность, опылитель, фертильность, отбор, гибрид, урожайность.

#### Breeding self-fertile SM and MS of sugar beet lines and selecting best ones for breeding and economic valuable attributes

Dubchak O.

The aim of the researches was to breed new combination valuable self-fertile (Sf) sterility maintainers (FS) and their mail sterility (MS) analogues (a) as well as to select the new outbred SfMS line-testers (t), with a complex of valuable traits.

It was established, that the share of self-pollinated plants varied from 62.0 up to 80.0 % in self-fertile hybrid generation. The lowest parameters were noted for hybrids-synthetics with the donor  $D_3M_3Sf$  for both recipients (64.4 and 62.0 % respectively). The offspring of the donor  $D_1G_5Sf380$  showed a larger part of self-pollinated plants – from 76.2 % with the recipient  $R_1FS_1$  and 74.7 % with –  $R_2FS_2$ . Breeding for better seed pollination level was conducted.

Analyzing crossings of the candidates for SfFS, with their MSa and MSt with the subsequent study of the offspring ( $F_1 F_2$ ) MS of plants was carried out in conditions of strict isolation in order to estimate their sterility maintainers ability.  $F_3$  generations have received at weakened inbreeding, in group isolators and  $F_4$  on the isolated sites for free flight of pollen. At 100 % fertility of the candidates in SfFS and their MS



with 95–98% sterility, the hybrid generation had sterility and monogerm of 99–100 %. To all selection-valuable attributes the Only 25 % of the studied materials with MS new SfFS and their simple hybrids had satisfactory parameters. As for other numbers, formed with hybrids with MS hybrid and outbred FS of O type (MSt×SfFS), significant deviations in the "sterility" trait 92–58 % were noted.

The best new materials were studied in sort testing for their efficiency estimation. SfFS candidates had good parameters

for "sugar contents" trait – 19.18 %, while the standard had 19.01 %. The study of parameters MSa and MSt of lines with subsequent by selection perspective was important for successful hybrids breeding. The collection of the initial forms of Verhnyatska RSS was enlarged with new SfFS and their MS lines which is a source of valuable traits of the future parent components of hybrids as a result of the breeding.

**Key words:** sugar beet, monogerm, pollinator, fertility, selection, hybrid, productivity.



Copyright: Дубчак О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Дубчак О.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-1473-6935>