

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РАКУЛ Інна Олександрівна

УДК 631.527.5:633.85:664

ДИСЕРТАЦІЯ

**СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ
ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМКУ
ВИКОРИСТАННЯ**

06.01.05 – селекція і насінництво

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата
(доктора філософії) сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____І. О. Ракул

Науковий керівник: доктор біологічних наук, Парій Федір Микитович
доктор сільськогосподарських наук професор,
Рябовол Людмила Олегівна

Умань – 2018

Анотація

Ракул І. О. Створення та оцінка вихідних матеріалів для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво (20 «Аграрні науки та продовольство»). – Уманський національний університет садівництва. Умань, 2017.

Дисертацію присвячено вирішенню завдання удосконалення технології створення вихідного селекційного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання для отримання гетерозисних гібридів.

Новим напрямом у селекції культури є створення гібридів соняшнику кондитерського. Нині існує потреба у створенні батьківських компонентів схрещування для створення вітчизняних гібридів, які повинні відповідати вимогам виробництва, мати крупне, виповнене насіння, велику масу 1000 насінин, високий вміст білку, низький відсоток лушпинності та олії, що забезпечує високі смакові якості.

Селекцією соняшнику кондитерського напрямку використання займалися відомі вчені В. В. Бурлов, В. В. Кириченко, Н. М. Леонова, Е. Н. Макляк, Ф. М. Парій, В. П. Петренкова, В. С. Пустовойт, О. С. Тронін, В. І. Троценко, Д. Шкорич та ін., які проводили дослідження у різних наукових установах і навчальних закладах України та за її межами. Проте нині у виробництві знаходиться незначна кількість гібридів соняшнику, що відповідають вимогам кондитерської промисловості.

Однією з проблем розвитку селекції культури є отримання гібридів резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин. Створення вихідного матеріалу для отримання гетерозисних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання є актуальним завданням селекції.

Метою роботи було вирішення завдання з удосконалення технології створення вихідного селекційного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання, зокрема, стійкого до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, для отримання гетерозисних гібридів.

Для досягнення поставленої мети на вирішення поставлено завдання з удосконалення селекційних технологій створення батьківських компонентів соняшнику кондитерського напрямку використання для ведення гетерозисної селекції культури; встановлення можливості використання іноземних гібридів як вихідного матеріалу для селекційного процесу; з'ясування особливостей процесу створення крупноплідних, низькорослих кандидатів у закріплювачі стерильності шляхом перенесення ядерних генів стерильності гібридів на нормальну плазму та виділення закріплювачів стерильності і відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання; створення крупноплідних вихідних форм стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин для ведення селекції на гетерозис; розробки та апробації способів візуальної ідентифікації зразків стійких до гербіцидів; створення та аналіз колекції вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні технології створення вихідних матеріалів, зокрема, резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин для ведення гетерозисної селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання.

Підтверджено ефективність способу отримання батьківських компонентів за використання промислових гібридів, так як за його застосування створено закріплювачі стерильності та відновлювачі фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання.

Вперше:

- доведено, що ген стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів *Imr/imr* може слугувати ефективним маркером для контролю ознаки «стерильність-фертильність» рослин, що дозволяє візуально виділяти стерильні форми;

- встановлено, що гомо- і гетерозиготні рослини за геном стійкості до гербіциду *Imr/imr* візуально відрізняються фенотипово за забарвленням листків, що дає змогу проводити відбір гомозиготних форм соняшнику кондитерського з високою резистентністю до гербіциду Євро-Лайтнінг за забарвленням листової пластини;

- з'ясовано, що для створення гібридів стійких до гербіцидів Експрес та Євро-Лайтнінг необхідно використовувати материнські та батьківські компоненти резистентні до гербіцидів;

- підтверджено, що висота рослин у соняшнику кондитерського напряму використання успадковується за домінантним типом. Для отримання низькорослих форм в якості батьківських компонентів доцільно використовувати короткостеблові зразки.

Удосконалено технологію створення вихідного матеріалу для селекції соняшнику кондитерського напряму використання резистентного до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, за якої стерильні аналоги отримують паралельно, шляхом бекросування із закріплювачами стерильності та ідентифікують за ознакою «стерильність-фертильність», що дозволяє значно скоротити селекційний процес.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо удосконалення та апробації селекційних схем створення закріплювачів стерильності, їх стерильних аналогів та відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напряму використання, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин за використання промислових гібридів.

Практичне значення роботи. Виділено зразки-донори генів господарсько-цінних ознак та створено колекцію вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напряму використання. Проведено морфо-біологічний опис 138 зразків культури.

Створено крупноплідні низькорослі форми соняшнику кондитерського напряму використання (1042, 1317, 2518, 3280), що використано як донори карликовості для виділення закріплювачів стерильності та проведено їх оцінку за комплексом господарсько-цінних ознак.

Виділено 12 відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського, з яких два – не мають стійкості до гербіциду (B2560/17, B1217/17), вісім – стійкі до гербіциду Євро-Лайтнінг (K404/15, K452/15, K453/15, K435/15, B1201/17, B1538/17, B725/17, B7458/17), два – стійкі до гербіциду Експрес (B1052/17, B2360/17).

Створено 19 закріплювачів стерильності та їх стерильні аналоги, що відповідають вимогам виробництва, з них шість не резистентні до гербіцидів (K652/17, K376/17, K701/17, K3519/17, K1185/17, K1275), чотири – стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (K9756/17, K4367/17, K9748/17, K8023/17) і три – стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин (K269/17, K1617/17, K1302/17);

Апробовано батьківські компоненти соняшнику кондитерського напряму використання, які впроваджено в селекційний процес Уманського національного університету садівництва та ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції» для отримання гетерозисних гібридів (акти впровадження 2016 р., 2017 р.).

Отримано 11 експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напряму використання, що характеризуються високим вмістом білка (до 33,0 %), низьким вмістом олії (до 49,5 %) та рівнем лушпинності до 33,0 %, мають потенційну урожайність 5,7–6,2 т/га і відповідають вимогам виробництва щодо характеристик кондитерських гібридів соняшнику.

Розроблено практичні рекомендації виробництву для створення вихідного матеріалу соняшнику резистентного до гербіциду Євро-Лайтнінг, що використовуються у селекційній практиці для ідентифікації стійких форм: «Спосіб ідентифікації зразків соняшнику кондитерського напряму використання резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів».

Ключові слова: *соняшник кондитерського напрямку використання, вихідний матеріал, стійкість, гербіциди, Євро-Лайтнінг, Експрес, крупноплідність, низькорослість, закріплювачі стерильності, стерильні аналоги, відновлювачі фертильності.*

Summary

Rakul I.O. Creation and evaluation of the source material for the breeding of sunflower hybrids confectionery use. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for a candidate degree in agricultural sciences (doctor of philosophy) in specialty 06.01.05 - breeding and seed production (20 «Agrarian sciences and food»). – Uman state university of horticulture. Uman, 2017.

The dissertation is devoted to solving the problem of improving the technology of creation of initial selection material for sunflower confectionery use direction for obtaining heterozygous hybrids.

A new direction in the selection of culture is the creation of hybrid sunflower confectionery. Now there is a need to create parent crossbreeding components for the creation of domestic hybrids that must meet the production requirements, have large, full seed, a large mass of 1000 seeds, high protein content, a low percentage of husk and oil, which provides high flavoring qualities.

Famous scientists V. V. Burlov, V. V. Kirichenko, N. M. Leonova, E. N. Maclyak, F. M. Pariy, V. P. Petrenkov, V. S. Pustovoyt, O. S. Tronin, V. I. Trotsenko, D. Shkorich and others who conducted research in various scientific institutions and educational establishments of Ukraine and abroad. However, there are currently a small number of sunflower hybrids in production that meet the requirements of the confectionery industry.

One of the problems of the development of culture selection is the production of hybrids resistant to herbicides of the imidazolinones group and sulfonylureas. Creating the source material for obtaining heterosexual hybrids of sunflower confectionery is an important task of breeding.

The aim of the work was to solve the problem of improving the technology of creating the source selection material for sunflower confectionery, in particular the herbicide-resistant group of imidazolinones and sulfonylureas, to obtain heterozygous hybrids.

To achieve the set goal, the task is solved with improvement of breeding technologies for the creation of parental components of sunflower confectionery for use in heteroseous culture selection; establishing the possibility of using foreign hybrids as the source material for the breeding process; elucidation of the peculiarities of the process for the creation of large-fat, low-growing candidates for sterility through the transfer of nuclear genes to the sterility of hybrids to normal plasma and the allocation of sterility and restorative fertility to sunflower confectionery use; creation of large-scale initial forms of herbicide-resistant groups of imidazolinones and sulfonylureas for selection for heterosis; development and testing of methods for the visual identification of samples resistant to herbicides; creation and analysis of the collection of raw material for sunflower confectionery use direction.

The scientific novelty of the obtained results is to improve the technology of the production of source materials, in particular, resistance to herbicides of the group of imidazolinones and sulfonylureas for heteroseous selection of hybrids of sunflower confectionery use.

The efficiency of the method of obtaining parental components for the use of industrial hybrids has been confirmed, as it has been used to establish sterility and fertilizer restorers for sunflower confectionery.

For the first time:

- it is proved that *Imr/imr* imidazolinone group herbicide resistance gene can serve as an effective marker for controlling the «sterility-fertility» feature of plants that allows visually to isolate sterile forms;
- it was established that homo- and heterozygous plants differ in the genotype of *Imr/imr* herbicide visibly by phenotypically coloring the leaves, which

makes it possible to select homozygous forms of confectionery sunflower with a high resistance to Euro-Laying herbicide by coloring the leaf blade;

- it has been found that parent and heritable components resistant to herbicides must be used to create hybrids resistant to herbicides Express and Euro-Laying;
- it was confirmed that the plant height in sunflower confectionery use direction is inherited by the dominant type. Short-stem samples should be used to obtain low-growth forms as parent components.

The technology of creating the source material for the selection of sunflower confectionery is used for the use of the imidazolinone-resistant herbicide group and the sulfonylureas group, in which sterile analogues are obtained in parallel, by means of a back-up with sterilization fixators and identified on the basis of «sterility-fertility», which significantly reduces the breeding process.

Further development of scientific provisions concerning the improvement and testing of breeding schemes for the establishment of sterility fixators, their sterile analogues and fertility restorers for sunflower confectionery, the herbicide-resistant groups of imidazolinones and sulfonylureas for the use of industrial hybrids.

Practical value of work. Samples of donor genes of economic and valuable features were selected and a collection of source material for sunflower confectionery was used. The morpho-biological description of 138 samples of culture was conducted.

Creamed large-fruited low-growing forms of sunflower confectionery use (1042, 1317, 2518, 3280), used as dwarf donors for the allocation of sterility fixation and their evaluation of a complex of economic and valuable features.

There are 12 restorers of fertility in sunflower confectionery, two of which – have no resistance to herbicide (B2560/17, B1217/17), eight – resistant to Euro-Laying herbicide (K404/15, K452/15, K453/15, K435/15 , B1201/17, B1538/17, B725/17, B7458/17), two – resistant to herbicide Express (B1052/17, B2360/17).

19 hardening sterols and their sterile analogues, corresponding to production requirements, were created, of which six are not resistant to herbicides (K652/17, K376/17, K701/17, K3519/17, K1185/17, K1275), four are resistant to herbicides groups of imidazolinones (K9756/17, K4367/17, K9748/17, K8023/17) and three resistant to the herbicides of the group of sulfonylureas (K269/17, K1617/17, K1302/17);

Parental components of sunflower confectionery use have been tested, which have been introduced into the breeding process of the Uman National University of Horticulture and LLC "All-Ukrainian Research Institute of Selection" for obtaining heterozygous hybrids (implementation acts 2016, 2017).

11 trial hybrids of sunflower confectionery were used, characterized by high protein content (up to 33,0%), low oil content (up to 49,5%) and huskiness to 33,0%, potential yield of 5,7–6, 2 t/ha and meet the production requirements for the characteristics of confectionery hybrids sunflower.

Practical recommendations for production for the creation of the source material of Euro-Leiting resistant herbicide sunflower used in breeding practice for the identification of resistant forms: «The method of identification of samples of sunflower confectionery for the use of imidazolinone-resistant herbicides».

Key words: *sunflower confectionery use direction, source material, resistance, herbicides, Euro-Laying, Express, large-fat, low fertility, sterilization fixators, sterile analogues, fertility restorers.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

Статті, що індексуються у Міжнародних наукометричних базах даних:

1. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг відновлювачів фертильності кондитерського соняшнику за використання іноземних гібридів // Наукові доповіді НУБіП України № 4 (68). 2017. Режим доступу:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9111> (особистий внесок 50 %, планування та проведення досліджень, аналіз

експериментальних даних, підготовка статті до друку).

2. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідних матеріалів для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 91. 2017. С. 236–243 (*особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка статті до друку).*

3. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до трибенурон-метилу // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва Вип. 92. 2018. С. 214–222 (*особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).*

Статті у наукових виданнях України, затверджених як фахові:

4. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення крупноплідних карликових форм соняшнику кондитерського напрямку використання // Вісник Житомирського НАЕУ №2 (61), т. 1. 2017. С. 68–71 (*особистий внесок 60 %, планування та проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).*

Статті у наукових періодичних зарубіжних виданнях:

5. Ракул І. А., Рябовол Л. О. Изучения фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и стойкости к гербицидам группы имидазолинонов. // Научно-практический журнал «Земледелие и защита растений». №4. Беларусь. 2017. С. 52–54 (*особистий внесок 50 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті до друку).*

Публікації, у яких засвідчено апробацію матеріалів дисертації:

6. Конуп І. О. Шляхи створення батьківських форм для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» – 18–20 березня 2015. Умань. С. 44–45.

7. Конуп І. О. Використання гібридів кондитерського соняшнику для створення компонентів схрещування // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах і дендропарках». Умань. 2015. С. 89–91.

8. Конуп І. О., Рябовол Л. О., Парій М. Ф. Створення крупноплідних батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напряму використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» – 16–18 березня 2016. Умань. С. 148–151. *(особистий внесок 40 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку).*

9. Конуп І. О., Ракул Я. В. Використання маркерних ознак у селекції соняшнику // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції» 20 квітня 2016. Умань. С. 51–52 *(особистий внесок 60 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку).*

10. Конуп І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику стійких до гербіциду Експрес // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» – 29–30 вересня 2016. Київ. С. 148–150. *(особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).*

11. Ракул І. О. Створення відновлювачів фертильності соняшнику стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг із використанням кондитерських гібридів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» – 22–23 листопада 2016. Дніпро. С. 159–161.

12. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та вивчення крупноплідних низькорослих форм соняшнику // Матеріали VI Міжнародної наукової

конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання) – 15–17 березня 2017. Умань. С 209–211. *(особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).*

13. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання та їх стерильних аналогів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика», присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – 11 липня 2017. Київ. С. 228–230. *(особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку).*

ЗМІСТ

ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 СЕЛЕКЦІЯ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ (огляд літератури)	24
1.1 Історія та стан розвитку селекції соняшнику	24
1.2 Класифікація та біологічні особливості соняшнику	30
1.3 Господарсько-цінні особливості соняшнику кондитерського	41
1.4 Селекція соняшнику на гетерозис	43
1.5 Створення гібридів соняшнику на основі ЦЧС	47
Висновки до розділу 1	53
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	54
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	54
2.2 Характеристика колекційного матеріалу	60
2.3 Методика проведення досліджень	63
2.4 Технологія створення вихідного матеріалу для ведення гетерозисної селекції соняшнику кондитерського напрямку використання	66
Висновки до розділу 2	68
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ	70
3.1 Оцінка колекційних зразків соняшнику кондитерського	70
3.2 Характеристика карликових форм соняшнику	79
3.3 Ідентифікація зразків соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин	84
Висновки до розділу 3	98
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОРТІВ ТА ГІБРИДІВ ПІД ЧАС СТВОРЕННІ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ	101

КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ

4.1 Аналіз результатів створення закріплювачів стерильності та їх стерильних аналогів у селекції соняшнику кондитерського напрямку використання	101
4.1.1 Оцінка використання географічно віддалених зразків для отримання вихідного матеріалу соняшнику	102
4.1.2 Результати використання гібридів для створення нових зразків соняшнику	109
4.2.Ефективність використання гібридів для створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання	118
Висновки до розділу 4	125
РОЗДІЛ 5 ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ БАТЬКІВСЬКИХ ФОРМ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО, СТІЙКИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГРУПИ ІМІДАЗОЛІНОНІВ ТА СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН	127
5.1 Удосконалення селекційних схем отримання та відбору батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів	127
5.2 Особливості селекційного процесу створення та відбору батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин	135
5.3 Морфологічна оцінка виділених селекційних зразків соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин	145
5.4 Цінність створених експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання	156
Висновки до розділу 5	158
Висновки	160

Рекомендації для селекційної практики	162
Список використаних джерел	163
Додатки	177
Список публікацій	237

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІР – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

НААН – Національна академія аграрних наук України

F₁ – перше покоління гібридів

BC₁ – перший беккрос

I₁ – перше інцухт-покоління

ЗКЗ – загальна комбінаційна здатність

СКЗ – специфічна комбінаційна здатність

UPOV – Міжнародний союз з охорони нових сортів рослин

ДАК – державна атестаційна комісія

ТВП – тривалість вегетаційного періоду

НІР – найменша істотна різниця

h_p – ступінь домінування

ЦЧС (CMS) – цитоплазматична чоловіча стерильність

ГЧС – генна чоловіча стерильність

Clearfield (ІМІ-технологія) – технологія вирощування резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів гібридів соняшнику

ІМІ-гібрид – стійкий до гербіцидів групи імідазолінонів гібрид соняшнику

ВСТУП

Нестача білків у харчуванні населення України є актуальною проблемою, що може бути частково вирішена за рахунок введення до раціону рослинних харчових білків, зокрема, ядра насіння соняшнику, яке містить білки, жири, вуглеводи, вітаміни, макро- і мікроелементи, має високу харчову та біологічну цінність та добре засвоюється організмом людини. Білки соняшнику містять усі незамінні амінокислоти та поліненасичені жирні кислоти з властивостями вітаміну F.

Соняшник кондитерського напрямку використання широко застосовується у харчовій промисловості, насамперед для виготовлення кондитерської та хлібобулочної продукції [1].

Харчове безлушпинне ядро використовують для додавання в харчові продукти в натуральному вигляді, для виготовлення білкових продуктів, зокрема, напівзнежиреного борошна і знежиреного харчового шроту, з яких виготовляють кондитерські вироби (аналоги м'ясних та молочних продуктів), а також збагачений білком хліб, макаронні вироби тощо [2].

У світовому виробництві під кондитерським соняшником щорічно збільшуються площі посіву.

Різноманіття напрямків використання кондитерських форм і зростаючий ринок збуту продукції стимулює розвиток селекційних програм культури у багатьох країнах світу.

На 2017 рік до Державного Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні внесено шість сортів і 16 гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання [3].

Актуальність теми. Соняшник кондитерський – новий напрям селекції культури. Площа посіву соняшнику в Україні становить 5,4 млн. га із яких 70 тис.га займає соняшник кондитерського напрямку використання. Нині існує потреба у створенні батьківських компонентів схрещування для отримання вітчизняних гібридів, що повинні відповідати вимогам

виробництва, мати крупне виповнене насіння, низький відсоток лушпинності, олії, високий вміст білку, що забезпечує високі смакові якості.

Селекцією соняшнику кондитерського напрямку використання займалися відомі вчені: В. В. Бурлов, В. В. Кириченко, Н. М. Леонова, Е. Н. Макляк, Ф. М. Парій, В. П. Петренкова, В. С. Пустовойт, О. С. Тронін, В. І. Троценко, Д. Шкорич та ін., які проводили дослідження у наукових установах України та за її межами. Проте, у виробництві знаходиться незначна кількість гібридів соняшнику, що відповідають вимогам кондитерської промисловості.

Однією з проблем розвитку селекції культури є отримання гібридів, резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин. Створення вихідних матеріалів для отримання гетерозисних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання є актуальним завданням селекції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження з теми дисертаційної роботи проводили впродовж 2014–2018 рр. в Уманському національному університеті садівництва. Тема роботи є складовою частиною наукових досліджень кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології підпрограми «Розробка генетичних та біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», програми «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистеми Правобережного Лісостепу України» (№ державної реєстрації 0101U004495).

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було вирішення завдання з удосконалення технології створення вихідного селекційного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання, зокрема, стійкого до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, для отримання гетерозисних гібридів.

Для досягнення поставленої мети на вирішення поставлено наступні завдання:

- удосконалити селекційні технології створення батьківських компонентів соняшнику кондитерського напрямку використання для ведення гетерозисної селекції культури;

- встановити можливість використання іноземних гібридів як вихідного матеріалу для селекційного процесу;

- з'ясувати особливості процесу створення крупноплідних, низькорослих кандидатів у закріплювачі стерильності шляхом перенесення ядерних генів стерильності гібридів на нормальну плазму та виділення закріплювачів стерильності і відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання;

- створити крупноплідні вихідні форми соняшнику кондитерського напрямку використання стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин для ведення селекції на гетерозис;

- розробити та апробувати способи візуальної ідентифікації зразків стійких до гербіцидів;

- створити та проаналізувати колекцію вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання.

Методи дослідження: польові – система діалельних схрещувань, проведення фенологічних спостережень, аналіз ознак резистентності до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, морфологічний опис зразків, визначення рівня стерильності-фертильності рослин; лабораторні – вимірювально-ваговий, визначення продуктивності створених селекційних матеріалів, маси 1000 насінин, розміру кошика та насінини, вмісту білка, рівня лушпинності насіння; статистичні – математичний аналіз отриманих експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні технології створення вихідних матеріалів, зокрема, резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин для ведення гетерозисної селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання.

Підтверджено ефективність способу отримання батьківських компонентів за використання промислових гібридів, так як за його застосування створено закріплювачі стерильності та відновлювачі фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання.

Вперше:

- доведено, що ген стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів *Imr/imr* може слугувати ефективним маркером для контролю ознаки «стерильність-фертильність» рослин, що дозволяє візуально виділяти стерильні форми;

- встановлено, що гомо- і гетерозиготні рослини за геном стійкості до гербіциду *Imr/imr* візуально відрізняються фенотипово за забарвленням листків, що дає змогу проводити відбір гомозиготних форм соняшнику кондитерського з високою резистентністю до гербіциду Євро-Лайтнінг за забарвленням листової пластини;

- з'ясовано, що для створення гібридів стійких до гербіцидів Експрес та Євро-Лайтнінг необхідно використовувати материнські та батьківські компоненти резистентні до гербіцидів;

- підтверджено, що висота рослин у соняшнику кондитерського напрямку використання успадковується за домінантним типом. Для отримання низькорослих форм в якості батьківських компонентів необхідно використовувати короткостеблові зразки.

Удосконалено технологію створення вихідного матеріалу для селекції соняшнику кондитерського напрямку використання резистентного до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, за якої стерильні аналоги отримують паралельно, шляхом бекросування із закріплювачами стерильності соняшнику та ідентифікують за ознакою «стерильність-фертильність», що дозволяє значно скоротити селекційний процес.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо удосконалення та апробації селекційних схем створення закріплювачів стерильності, їх стерильних аналогів та відновлювачів фертильності соняшнику

кондитерського напрямку використання, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин за використання промислових гібридів.

Практичне значення роботи. Виділено зразки-донори генів господарсько-цінних ознак та створено колекцію вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання. Проведено морфо-біологічний опис 138 зразків культури.

Створено крупноплідні низькорослі форми соняшнику кондитерського напрямку використання (1042, 1317, 2518, 3280), що використано як донори карликовості для виділення закріплювачів стерильності та проведено їх оцінку за комплексом господарсько-цінних ознак.

Виділено 12 відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання, з яких два – не мають стійкості до гербіциду (B2560/17, B1217/17), вісім – стійкі до гербіциду Євро-Лайтнінг (K404/15, K452/15, K453/15, K435/15, B1201/17, B1538/17, B725/17, B7458/17), два – стійкі до гербіциду Експрес (B1052/17, B2360/17).

Створено 19 закріплювачів стерильності та їх стерильні аналоги, що відповідають вимогам виробництва, з них шість не резистентні до гербіцидів (K652/17, K376/17, K701/17, K3519/17, K1185/17, K1275), чотири – стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (K9756/17, K4367/17, K9748/17, K8023/17) і три – стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин (K269/17, K1617/17, K1302/17);

Апробовано батьківські компоненти соняшнику кондитерського напрямку використання, які впроваджено в селекційний процес Уманського національного університету садівництва та ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції» для отримання гетерозисних гібридів (акти впровадження 2016 р., 2017 р.).

Отримано 11 експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання, що характеризуються високим вмістом білка (до 33,0 %), низьким вмістом олії (до 49,5 %) та рівнем лушпинності до 33,0 %,

мають потенційну урожайність 5,7–6,2 т/га і відповідають вимогам виробництва щодо характеристик кондитерських гібридів соняшнику.

Розроблено практичні рекомендації виробництву для створення вихідного матеріалу соняшнику резистентного до гербіциду Євро-Лайтнінг, що використовуються у селекційній практиці для ідентифікації стійких форм: «Спосіб ідентифікації зразків соняшнику кондитерського напряму використання резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів».

Особистий внесок здобувача. Здобувач брала участь у розробці програми досліджень та виконала низку запрограмованих експериментів. Нею проведено інформаційний пошук та аналіз наукових джерел літератури, статистичний аналіз отриманих результатів, сформульовано висновки і рекомендації селекційній практиці. Особисто та у співавторстві підготувала до публікації наукові праці у яких особистий внесок складає 40–60 %, а також впроваджувала результати досліджень у селекційну практику.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертаційної роботи оприлюднено та обговорено на Міжнародній науковій конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» (Умань, 2015 р.), Міжнародній науковій конференції «Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках» (Умань, 2015 р.), Міжнародній науковій конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Умань, 2016 р.), Всеукраїнській науковій конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції» (Умань, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Київ, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (Дніпро, 2016 р.), Міжнародній науковій конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання) (Умань, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 13 наукових праць, зокрема, чотири статті у наукових виданнях України затверджених як фахові, одна стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні, вісім матеріалів наукових конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 239 сторінках комп'ютерного набору, зокрема, основного тексту – 162 сторінки. Робота містить анотацію, п'ять розділів, висновки, рекомендації для селекційної практики, список використаних літературних джерел, що нараховує 148 посилань, з них 105 латиницею, 61 додаток. Робота ілюстрована 36 рисунками та 28 таблицями.

Автор висловлює щире подяку за допомогу у виконанні наукових досліджень керівникам: доктору біологічних наук Ф. М. Парію та завідувачу кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва, доктору сільськогосподарських наук, професору Л. О. Рябовол, керівникам ТОВ «ВНІС» Я. Ф. Парію та М. Ф. Парію за проведення апробації наукових досліджень та О. С. Троніну (ВНДІОК ім. В. С. Пустовойта) за методичну допомогу у проведенні окремих досліджень.

РОЗДІЛ 1

СЕЛЕКЦІЯ СОНЯШНИКУ КОНДИТРСЬКОГО НАПРЯМУ

ВИКОРИСТАННЯ (огляд літератури)

1.1 Історія та стан розвитку селекції соняшнику

Соняшник – цінна сільськогосподарська культура. Його вирощують, як олійну культуру, близько 150 років. Є відомості, що соняшник завезли до Європи після відкриття Америки [4]. Спочатку він потрапив до Іспанії, потім до Франції і лише у XVIII ст. – до Росії. Спочатку його вирощували як декоративну рослину, а пізніше – заради насіння, що використовувалося на ласощі. На початку XIX ст. почалася масова народна селекція соняшнику в напрямку одержання крупнонасінних форм. Протягом перших 30–40 років насіння соняшнику використовувалося населенням лише для лузання [4, 5].

У тридцятих роках XIX ст. звернули увагу на подібність ядра соняшнику до кедрових горішків з яких у той час уже виробляли олію і зробив вдалу спробу її добути. Відтоді й почалося виробництво соняшnikової олії [6, 7].

Першу олійницю для промислової переробки насіння соняшнику було збудовано у 1883 р. в Росії. З цього часу почався бурхливий розвиток олійної промисловості. Вже через 50 років виробництво олії лише в Саратовській губернії досягло 470 тис. пудів.

В Україні соняшник як польову культуру почали вирощувати в середині XIX століття. Проте його посівні площі зростали повільно. Так, навіть, у 1913 р. під соняшником було лише 76 тис. га, водночас як на Поволжі – 307 тис. га, на Північному Кавказі – 183 тис. га [8].

Культура соняшнику в Україні набула поширення в 90-ті роки. Поряд із значним збільшенням посівних площ підвищилася врожайність і валові збори насіння, а, відповідно, й виробництво олії. Порівняно до передвоєного часу врожайність соняшника в цілому збільшилася майже в двох, а валовий збір – у 2,5 рази [9, 10].

В Україні соняшник має промислове значення. Він дає смачну харчову олію та шрот. У зв'язку з постійним зростанням попиту на соняшникову олію площі під культурою постійно зростають. Так, лише за останні 10 років його площа збільшилася до 5,4 млн. га (2017 р.).

Сучасні гібриди цієї культури, які внесено до Державного Реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні, мають високий потенціал за врожайністю і збором олії з одиниці площі. За останні роки селекціонерами створено високоврожайні гібриди соняшнику для всіх зон України [7].

Соняшникова олія містить вітаміни А, D, Т, К, а також біля 1,0 % так званих фосфідів, що являють собою складний комплекс, до якого входять жири, білки, фосфорні сполуки та інші біологічні речовини. Фосфатиди є цінним харчовим продуктом як для людини, так і для тварин, особливо в молодому віці [11].

Низькосортову олію використовують у лакофарбовій і миловарній промисловості для виготовлення оліфи, мила, стеарину тощо.

Під час переробки насіння соняшнику одержують цінні кормові продукти макуху і шрот, що є концентрованим кормом для худоби. Вони містять 35–36 % перетравного білку, значну кількість жиру (в макусі – 5,5–7,0 %, у шроті – 1,0 %) і майже 20 % вуглеводів. Окрім того, вони мають фізіологічно активні речовини – фітин (3,0–3,5 %), пектин (13–14 %) і вітаміни групи В [11].

Рослини соняшнику використовують як корм, особливо силосних сортів, які під час цвітіння дають до 60,0 т/га зеленої маси, що містить 14–16 % білку і 35 мг на 1 кг каротину [9].

Кормову цінність мають і кошики соняшнику в них після обмолоту, містяться 6,2–9,9 % протеїну, 3,5–6,9 % жиру, 43,9–54,7 % безазотистих екстрактивних речовин та 13,0–17,7 % клітковини. Борошно з сухих кошиків за поживністю (0,7–0,8 кормових одиниць) не поступається сіну середньої якості і містить в 1 кг 38–43 г перетравного білку. Силосовані кошики мають

приємний запах і їх охоче поїдають тварини. За даними Науково-дослідного інституту сільського господарства Південного Сходу, силос з кошиків містить 6,25 % сирого жиру, 8,4 % сирого протеїну, 48,2 % безазотистих екстрактивних речовин. Кошики містять також до 25,0 % пектинових речовин, з яких виробляється харчовий пектин для кондитерської промисловості [12].

Попіл, одержаний від спалювання стебел, є цінним фосфорно-калійним добривом. З нього можна виробляти поташ.

Різносторонньо використовується і лушпиння соняшнику, що складає 16–20 % від маси насіння. У високоолійних сортів воно містить у середньому сирій олії – 3,0 %, сирого протеїну – 3,4 %, безазотистих екстрактивних речовин – 29,7 %, клітковини – 61,1 %, золи – 2,8 %. З лушпиння одержують гектозний цукор, який переробляють на етиловий спирт і кормові дріжджі, а також фурфурол. Борошно з лушпиння використовують як корм. Цей стислий перелік має широке господарське використання [7, 13].

Соняшник, як просапна культура має важливе й агротехнічне значення. Він є одним з кращих медоносів. Кожен гектар посіву соняшнику може дати 20–40 кг меду. Інтенсивне відвідування посівів бджолами сприяє кращому запиленню квіток і підвищенню його врожайності [13, 15].

Виробництво соняшнику вирізняється високою рентабельністю яка складає 700–800 % [12].

Щоб підвищити врожайність культури селекціонери постійно створюють нові сорти та гібриди.

У сільськогосподарському виробництві важливе значення має вдалий підбір гібридів, що пристосовані до місцевих умов і забезпечують одержання найвищих урожаїв і високої якості продукцію [16].

Для різних природних зон підбір здійснюється в результаті широкої перевірки врожайності і якості нових гібридів у системі Державного сортовипробування на сортодільницях й у виробничих умовах.

Різноманітність природних умов України вимагає наявності в Реєстрі значної кількості адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов високоврожайних гібридів.

Актуальною проблемою також є підвищення якісних показників нових гібридів – вмісту олії, білку тощо. Значних успіхів у селекції соняшнику і вирішенні цієї проблеми досягли селекціонери Всесоюзного науково-дослідного інституту олійних культур на чолі з академіком В. С. Пустовойтом [17].

Нині вчені наполегливо працюють над створенням нових гібридів, що поєднують високу врожайність насіння з підвищеним вмістом олії, комплексним імунітетом до ураження вовчком, грибковими хворобами тощо [7, 18].

Для сільськогосподарського виробництва необхідні адаптовані до місцевих умов гібриди, які забезпечують одержання високих і сталих урожаїв насіння та олії. Селекційна робота в Лісостепу України на перше місце висуває завдання зі створення гібридів з коротким вегетаційним періодом, вмістом олії на рівні 50–52 %, стійких до ураження вовчком і склеротинією (білою гниллю) [13].

У Степу України провідним напрямком селекції є створення високоврожайних середньостиглих і середньопізніх гібридів, насіння яких матиме 52–54 % олії, посухостійких, стійких до ураження вовчком, несправжньою борошнистою росою і склеротинією. Нові гібриди соняшнику для всіх природних зон повинні бути пристосованими до механізованого збирання, вирівняними за висотою стебла, групою стиглості, стійкими проти осипання, чутливими до внесення добрив тощо [13].

Тривалість вегетаційного періоду тісно пов'язана з рівнем продуктивності рослин. Чим тривалішим буде період упродовж якого рослина може асимілювати і вбирати з ґрунту поживні речовини і вологу, тим більше вона накопичить сухої речовини. З іншого боку, тривалість вегетаційного періоду обмежують природні умови зони вирощування. На

півночі України досягання пізньостиглих гібридів збігається з несприятливими умовами осені, що негативно впливає на врожай. Навпаки, ранньостиглі гібриди у південних регіонах не повністю використовують тривалість вегетаційного періоду цієї зони. Одним із завдань селекції є порушення залежності між тривалістю вегетаційного періоду і продуктивністю рослин шляхом зміни деяких фізіологічних особливостей соняшнику, насамперед, підсилення його фотосинтетичної активності [19, 20, 21].

Вчені вважають, що між вмістом олії і тривалістю вегетаційного періоду також існує пряма кореляційна залежність. Дійсно пізньостиглі гібриди за сприятливих умов накопичують, зазвичай, більше олії, ніж ранньостиглі. Проте, доведено, що методами цілеспрямованого добору можна створити середньостиглі гібриди, що мають вміст олії на рівні середньопізніх. У скоростиглих гібридів олійність і врожайність значно нижчі, ніж у середньостиглих [22].

Збір олії визначається двома показниками: врожаєм ядер і вмістом у них олії. В свою чергу врожай ядер залежить, насамперед, від рівня врожайності насіння і співвідношення між ядром і лушпинням.

Отже, селекція на високу продуктивність, зводиться до створення гібридів з високим врожаєм ядер. Для розв'язання цього завдання можна використати два шляхи: зменшення (до певної межі) лушпинності і збільшення розмірів ядер. Звичайно одночасно з цим завданням селекції є підвищення вмісту олії в ядрі. Щодо цієї ознаки, то вважають, що з біологічної точки зору максимальним вмістом олії в ядрі є 73–75 % за відношенням до абсолютно сухої речовини. Подальше збільшення вмісту олії, а це означає зменшення вмісту білків, крохмалю та інших речовин у зародку, погіршить умови гетеротрофного живлення [13, 14, 23].

Районовані нині гібриди мають лушпинність на рівні 21–23 %, а нові гібриди, які проходять Державне сортовипробування – 19–21 %. Мінімальний рівень лушпинності – 15–16 %. Насіння з тонким лушпинням

не буде стійким до несприятливих умов, окрім того, виникає проблема часткової втрати фітомеланового шару клітин, наявність якого зумовлює важливу ознаку, як панцирність насіння [18].

Селекціонери досягли значних успіхів у створенні гібридів соняшнику, стійких проти ураження вовчком. Створення сортів і гібридів, стійких проти ураження найвірулентнішими расами вовчка, залишається одним з найважливіших напрямків селекції. Це завдання вирішується створенням комплексно-імунних гібридів [19, 24, 25].

У селекційному процесі соняшнику застосовують різні методи залежно від напрямку і завдань селекції, рівня оснащення селекційної установи і можливостей її щодо проведення масових аналізів на вміст олії в насінні. Але незалежно від цих передумов основою селекційного процесу є індивідуальний добір. Гібридизація соняшнику використовується для створення вихідного матеріалу, добору (внутрішньовидова гібридизація), та отримання імунних до хвороб і шкідників гібридів (міжвидова і міжродова гібридизація) [14, 24].

За останні 50–60 років селекціонери в нашій країні і за кордоном займалися проблемою перенесення генів корисних ознак дикорослих видів соняшнику культурним формам шляхом гібридизації [14, 16, 25].

Дослідження з міжвидової гібридизації було розпочато у 1955 р. В. С. Пустовойтом [26]. Завданням цієї роботи є створення гібридів, що поєднуюватимуть комплексний імунітет до основних грибкових захворювань, вовчка і соняшnikової молі (властивості дикорослих видів) з високою продуктивністю насіння й олії, якою вирізняються сучасні гетерозисні гібриди. Міжвидова гібридизація соняшнику ґрунтується на повторних (насичуючих) схрещуваннях [26].

1.2 Класифікація та біологічні особливості соняшнику.

Соняшник належить до родини айстрових – *Asteraceae* (складноцвітих – *Compositae*) роду *Helianthus* L. Для виробництва олії вирощують однорічний соняшник – вид *Helianthus* L [24].

Класифікація соняшнику, що розроблено Всесоюзним науково-дослідним інститутом рослинництва, виділяє два окремих види однорічного соняшнику: *Helianthus cultus* Wenzl – культурний і *Helianthus ruderalis* Wenzl – дикорослий. У свою чергу *H. cultus* поділяється на два підвиди: польовий (*ssp. sativus*) і декоративний (*ssp. ornamentalis*) [27].

Види соняшнику формують поліплоїдний ряд, який включає диплоїдні ($2n=34$), тетраплоїдні ($2n=68$) і гексаплоїдні ($2n=102$) форми. Представником гексаплоїдів є *H. Tuberosus* L., тетраплоїдів – *H. Tomentosus* L., диплоїдів – *H. Grosseseratus* L. [28].

За біологічними особливостями соняшник є типовою культурою степового континентального клімату, яка має підвищену стійкість до ґрунтової та повітряної посухи [29].

Все різноманіття дикорослих видів роду *Helianthus* L. зосереджено у Новому світі. Центром походження видів роду *Helianthus* L. є Північна та Південна Америка. За ареалом та чисельністю однорічні види перевершують багаторічні. Між північноамериканськими та південноамериканськими дикорослими видами, які є самонесумісними, існує генетична ізоляція [6].

Північноамериканські дикорослі види соняшнику завжди трав'янисті і в більшості (85 %) багаторічні. Особливою їх ознакою є відсутність центрального кошика та сильне галуження стебла (гілки першого–четвертого порядків). Нижні гілки довші за верхні. Стебло шорстке, густо опушене жорсткими волосками, що формуються на невеликих виступах, плямисте від наявності антоціану. Існують форми без антоціану, яскраво-зелені, але зубчики трубчастих квіток, а часто і черешки листків, антоціанові. Кількість суцвіть, що квітнуть одночасно, може сягати 200 шт. (*H. nuttalli* T. & C.).

Кількість листків на стеблі від 160 до 1057 шт. (*H. microcephalus* T.& C.). Висота рослин від 100 см (*H. petiolaris* Nutt.) до 260–300 см (*H. salicifolius* Pigtr.). Кількість трубчастих квіток у суцвітті варіює від 72 (*H. tuberosus* L.) до 797 шт (*H. bolanderi* A.). На одне суцвіття зав'язується від 1–3 сім'янок (*H. Salicifolius* Dictr.) до 520 (*H. annuus* var. *lenticularis*, Dougl. Skll.), діаметр кошика – від 1,3 до 6,7 см (*H. annuus* var. *lenticularis*) [24, 29].

Південноамериканські дикорослі види *Helianthus* L. – високорослі рослини 4 м заввишки, відрізняються надщільним опушенням верхньої частини стебла та черешків листків. Листки великі. Листкові пластинки обгортки кошика – трирядкові [14, 29].

У однорічних дикорослих видів з диплоїдним набором хромосом ($2n=2x=34$), як і у культурного соняшнику, корінь стрижневий. Багаторічні диплоїдні види, мають кореневу систему у вигляді кореневищ з ризомами, що зумовлює їх багаторічність. У тетраплоїдних видів ($2n=4x=68$) коренева система з невеликою кількістю дрібних бульб (середнє між ризомами та бульбами). Коріння гексаплоїдних видів ($2n=6x=102$) з потовщеними столонами на яких утворюється багато справжніх бульб. Під час висмикування рослини бульби залишаються в ґрунті.

Рід *Helianthus* L. нараховує від 10 видів за систематикою О. В. Анащенка (1979) [30]. Нині у світовій практиці найпоширенішою є класифікація відповідно до якої рід *Helianthus* L. містить 49 видів, з яких 12 однорічні та 37 – багаторічні, об'єднані у три великі секції (групи) [31, 32]:

- *Annui* – багаторічні та однорічні види, що мають стрижневий корінь та диплоїдний набір хромосом;
- *Ciliares* – багаторічні види Заходу Північної Америки з диплоїдним, тетраплоїдним і гексаплоїдним наборами хромосом;
- *Atrorubentes* – багаторічні види Сходу та Центру Північної Америки з диплоїдним, тетраплоїдним і гексаплоїдним наборами хромосом [24].

У систему увійшли також природні міжвидові гібриди, такі як *H. Leatifloris* Pers. (*H. tuberosus* L. × *H. rigidus* (Cass.) D. C.) та *H. multiflorus* (*H. decapetalus* L. × *H. annuus* L.) [29].

Увесь культурний соняшник за класифікацією О. В. Анащенка належить до виду *Helianthus annuus* L. та підвиду *annuus*. У межах підвиду проведено розподіл на різновиди і форми [30].

Різновид *H. annuus* – проміжні форми між дикорослим та олійним соняшником. Характерне сильне (7–9 балів) галуження домінантного типу:

- форма *annuus*;
- форма *ornamentalis* (Wensl.) Anashcz. – декоративний соняшник (зокрема селекційні сорти).

Різновид *australis* Anashcz. – рослини пізньостиглі, високорослі, з великими листками, в основному кормового та силосного напрямку використання. Кількість листків велика (до 40 шт.)

- форма *australis*;
- форма *intermedius* – рослини в основному гібридного походження між формами *australis* та *annuus* або формою *primigenius*. За габітусом – проміжного типу з великими відхиленнями до типової форми *australis*.

Різновид *armeniacus* (Wensl.) Anashcz. – рослини міцні, добре розвинені, культурного типу. Характерними особливостями є крупний листок, що поникає за низької вологості повітря. Сім'янки великі, видовжені (до 25–28 мм) зі співвідношенням ширини до довжини як 1:3:

- форма *armeniacus*;
- форма *Hibridis* Anashcz. – гібридні рослини між формами *armeniacus* та *primigenius* або *pustovojtii*. Зберігається габітус культурної рослини (іноді з слабким верхнім галуженням). Листки великі, сім'янки зі співвідношенням ширини до довжини як 1:2.

Різновид *pustovojtii* Anashcz. – олійний соняшник:

- форма *ruralis* Anashcz. – вихідні форми культурного соняшнику. За габітусом рослини розгалужені (переважно верхній тип галуження), але

значно менше, ніж у форми *annuus*. Популяції не вирівняні за морфологічними ознаками. Сім'янки невеликі, здебільшого смугасті або різнокольорові, не осипаються;

– форма *primigenius* Anashcz. – культурний олійний соняшник, переважно однокошикового типу. До цієї форми віднесено місцеві сорти народної селекції, перші селекційні сорти колишнього СРСР, майже всі сорти закордонної селекції;

– форма *pustovojtii* – висококультурні сорти (вміст олії в ядрах сім'янок понад 58 %, лушпинність – менше 28 %) [6, 30].

Вчені розподілили однорічний соняшник за забарвленням і наявністю панцирного прошарку клітин сім'янок на 10 типів (найрозповсюдженіші з них наведено в табл. 1.1) [33].

Таблиця 1.1

Типи сім'янок соняшнику культурного

Номер типу	Назва типу	Забарвлення сім'янок (фон)	Наявність і забарвлення смужок	Панцирність
I	Білий	біле	без смужок	безпанцерні
II	Сіро-сріблястий	сіро-сріблясте	–//–	панцерні
VI	Біло-смугастий	сіре	біле	безпанцерні
VII*	Сіро-смугастий	темно-сіре	свинцеве (грифельне)	панцерні
VIII	Сіро-смугастий	сіре	сріблясте	панцерні
IX	Чорно-вугільний	чорне	без смужок	панцерні і безпанцерні
X	Чорно-фіолетовий	чорне	–//–	–//–

*Примітка: насіння найпоширеніших сортів-популяцій належить до VII типу.

Helianthus annuus L. – соняшник культурний олійний ($2n=2x=34$) – однорічна рослина від 0,4 до 3 і більше метрів заввишки з розвиненим стрижневим коренем. Стебло у висококультурних форм нерозгалужене з кінцевим великим кошиком до 40 см у діаметрі [34].

Основа кореневої системи – стрижневий головний корінь, який розвивається з первинного зародкового корінця (гіпокотилію) і проникає вертикально в ґрунт на глибину 2–3 м. Від стрижневого відходять досить міцні і сильно розгалужені бічні корені, що утворюють 2–3 яруси. Перший ярус розміщується у поверхневому шарі ґрунту (нижче кореневої шийки), спочатку горизонтально, а на відстані 10–40 см від головного кореня заглиблюється і йде майже паралельно йому на глибину до 50–70 см.

Другий ярус бічних, галужених коренів відходить від стрижневого кореня на відстані 30–50 см від поверхні ґрунту. Вони заглиблюються у ґрунт під кутом і утворюють міцне сплетіння великої кількості дрібних корінців на глибині понад 90–100 см [35].

Крім стрижневого кореня і його розгалужень соняшник утворює стеблові корінці, які відростають від підсім'ядольного коліна у вологому шарі ґрунту. Вони ростуть спочатку горизонтально і під невеликим кутом до вертикальної осі рослини, а на відстані 15–40 см заглиблюються та сильно галужаться. У суху погоду вони відмирають, а після навіть невеликих дощів знову відростають.

Ріст коренів у глибину і в ширину йде нерівномірно. Проростання сім'янки починається з інтенсивного росту первинного кореня. У фазі розкриття сім'ядольних листків головний корінь вже в 1,5–2,5 рази перевищує довжину гіпокотиліа та має 10–12 бічних корінців. У період від 12–14 листків до формування кошика приріст головного кореня за п'ять діб сягає 44 см; від фази формування кошика до цвітіння, коли значно зростає потреба рослин у воді і поживних речовинах – 48 см [22, 24].

У період цвітіння ріст кореня уповільнюється. У фазі дозрівання насіння головний корінь і кінці його галужень починають відмирати. Коренева система соняшнику дуже «мобільна» і добре пристосована до використання вологи та поживних речовин з глибоких шарів ґрунту (150–250 см). На будь-яке поліпшення агротехніки, зокрема внесення добрив, розпушення міжрядь, зрошення тощо, він реагує збільшенням бічних коренів.

Культурні форми соняшнику мають пряме, дерев'янисте, нерозгалужене зелене, кругле або ребристе стебло, вкрите жорсткими волосками. Висота стебла є сортовою ознакою, здебільшого 1,2–1,5 м, хоча може коливатись від 0,4 до 3,0 м і більше (у сортів силосного типу). Середина його виповнена губчастою тканиною. Товщина стебла біля поверхні ґрунту найбільша (від 1,0 до 7,0 см залежно від сортових особливостей) і поступово зменшується вгору (у 2 та більше разів порівняно з основою) [22, 26].

Росте стебло нерівномірно. За перші 15–23 діб до утворення 2–3 пар справжніх листків середня висота рослин становить 10–12 см. У цей час рослини інтенсивно формують кореневу систему, а добовий приріст стебла не перевищує 0,5–0,7 см. До формування кошиків (35–55 діб від появи сходів) рослини сягають 40–50 % своєї максимальної висоти. Добовий приріст становить 1–1,5 см. Найінтенсивніше росте стебло від початку формування кошиків до цвітіння, що становить 15–25 діб. Стебло щодоби збільшується на 4–5 см і наприкінці цвітіння досягає 95–98 % своєї висоти [24, 37].

У молодих рослин чітко виражена геліотропічна реакція, тобто верхівка стебла, з фази «зірочки» і до появи перших язичкових квіток у кошика, повертається впродовж доби за сонцем. Ця реакція зберігається і в похмурі дні. З початком цвітіння геліотропічна реакція зникає і майже всі квітучі рослини орієнтовані на схід.

У більшості сортів під час досягання верхня частина стебла разом з кошиком нахиляється, проте в процесі висихання насіння частково розпрямляється [24, 38].

Листки у соняшника прості, черешкові без прилистків, нижні пари розташовані супротивно, решта – почергово. У межах одного сорту зустрічаються листки різні за характером поверхні і листкової пластинки, конструкцією і навіть формою.

Пластинки листків цілокраї у нижнього ярусу та зубчасті або пильчасті у решти. Жилкування листка перисто-петлеподібне з трьома головними жилками [14].

Черешки листків за довжиною майже дорівнюють довжині листової пластинки. Всі листки вкриті короткими жорсткими волосками.

Перша пара листків утворюється на 2–4 добу після виходу сім'ядолей на поверхню, наступні – через кожні 2–3 доби. Ріст листових пластинок триває до початку досягання сім'янок. У цей період листова поверхня максимальна. У посушливі роки темпи утворення листків зростають [39].

Фізіологічне значення листків різних ярусів, щодо постачання проростаючого насіння асимілятами, неоднакове. Провідну роль в інтенсивності наливу відіграють листки середнього і верхнього ярусів. Нижні листки швидко «старіють», а верхні частково споживають поживні речовини, що надходять з середніх листків. За даними В. К. Морозова [12], відповідно до наростання площі листової поверхні відбувається нагромадження сухої речовини рослинами. Воно поступово збільшується і набуває максимуму, коли утворюються кошики та під час цвітіння [25].

Суцвіття соняшнику – багатоквітковий кошик у вигляді плескатого, випуклого або ввігнутого диска з обгорткою з декількох рядів змінених верхівкових листочків. Діаметр кошика від 10 до 20 см у олійних сортів і до 40 см та більше – у лузальних. Ріст кошика триває до фізіологічної стиглості рослини.

Суцвіття починає формуватися, коли рослини утворюють 5–6 (середньоранні) – 7–8 (середньопізні) пар листків. Кількість квіток, що закладається в суцвіттях у цей період, варіює і значно залежить, від агроecологічних умов. За сприятливих умов закладається 1500–3000 квіток.

На спільному плоскому квітколожі, вкритому зубчастими приквітками, які під час досягання стають колючими, формуються квітки двох типів: крайові – язичкові та серединні – трубчасті [22].

Язичкові квітки безстатеві, з малим або досить великим (до 10 см завдовжки) різнозабарвленим тризубчастим на верхівці віночком.

Трубчасті квітки двостатеві з приквітками, що утворюють пухкість кошика й утримують сім'янки в їх гніздах. Чашечка складається з двох сильно редукованих чашелистиків у вигляді двох ріжків, віночок актиноморфний, зрослопелюстковий, п'ятизубчастий, має кільцеподібне здуття всередині якого розміщені нектарники. Квітки запилюються бджолами та іншими комахами, інколи вітром. Квітка має п'ять тичинок, які зростаються у трубочку; зав'язь нижня одногнізда; стовпчик – один, на верхівці двороздільний. Тип розвитку статевих органів протерандричний, пиляки досягають раніше за приймочку, це унеможлиблює самозапилення квіток.

Пилок відносно великий (35–37 мкм у діаметрі), округлої форми з колючками, жовтого або оранжевого кольору. За зволоження пилкові зерна швидко набухають. Стерильний пилок різко відрізняється від фертильного. Він значно менший за розміром (23–27 мкм). У деяких стерильних форм пилок має кутасту форму, в окремих – колючок немає [20].

Кошик цвіте 7–10 діб. У суцвітті спочатку розпускаються язичкові квітки, це відбувається рано вранці. Наступного дня починають цвісти трубчасті квітки першого периферійного ряду, потім щодня розпускаються від периферії до центру квітки двох–трьох рядів. Розвиток однієї фертильної квітки від розкриття бутону до втягування приймочки після запліднення триває 28–36 годин, а стерильної – 10–16, проходячи за цей період кілька послідовних етапів (табл. 1.2).

Приймочки зберігають здатність до запліднення до 10 діб. За умови зберігання зерен пилку у вологій камері вони проростають на приймочках і запліднюють насіннєвий зачаток навіть на 15 добу [14].

Чоловічі та жіночі статеві клітини однієї квітки соняшнику визрівають неодноразово. Так, жіночі гамети дозрівають для запилення на другу добу після того, як пиляки квітки вже розкрились і з них висипались пилкові

зерна. Тому приймочка, зазвичай, не запліднена пилом своєї квітки. Вона запліднюється пилом інших квіток тієї ж або інших рослин [21].

Таблиця 1.2

Динаміка розвитку квіток соняшнику

Фаза розвитку квітки	Доба і години цвітіння																		
	Перша									Друга						Третя			
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			

*Примітка: — фертильна квітка; — стерильна квітка

Важливою особливістю квітки соняшнику є наявність спеціальних органів – нектарників. Виділення нектару залежить здебільшого від погодних умов. Максимальне його виділення під час цвітіння відбувається за температури повітря 20–25°C та оптимальної вологості ґрунту.

Плід соняшнику – сім'янка зі шкірястим оплоднем (лушпиння), який не зростається з насінною. Ядро сім'янки займає від 70 до 90 % внутрішньої порожнини сформованого оплодню і складається з двох сім'ядолей із запасом поживних речовин та зародку.

Співвідношення ядра та лушпиння (за масою) має господарське значення. За однакового вмісту олії в ядрі більший вихід олії дають тонколушпинні форми. Реєстрацію проходять сорти та і гібриди, що мають лушпинність до 22 % [18].

Лушпиння складається з трьох основних шарів клітин: поверхневого епідермісу, середньої гіподермальної паренхіми або пробкової тканими і внутрішньої склеренхіми. У більшості сім'янок між гіподермою та склеренхімою розташований панцирний (фітомелановий) прошарок темнозбарвленої тканини від 10 до 42 мкм завтовшки. Клітини цього шару

містять до 70 % вуглецю і досить міцні. Вони не ушкоджуються личинками соняшникової молі.

У тонколушпинних сортів спостерігається зменшення, а іноді втрата і гіподермального прошарку. Це зумовлює переривчастість, а іноді і втрату панцирності. Таке явище відбувається, коли рослини соняшнику ростуть у надпосушливих умовах.

За формою сім'янки бувають трьох основних типів: олійні, з щільно виповненим ядром та лузальні – ядро заповнює майже 2/3 сім'янки і становить 50 % її маси. Проміжне місце між основними типами займає межеумок [14].

Органогенез рослин соняшнику проходить дванадцять послідовних етапів (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Органогенез соняшнику (за Ф. М. Куперман) [40]

Етап органогенезу	Характеристика етапу	Зовнішні ознаки
I	Конус наростання ще не диференційований, ледь помітний, має плоску форму	Проростання, поява сім'ядолей
II	Утворюються зародки всіх листків і стебла. У одностеблових форм редукують пазушні бруньки. Конус наростання збільшується, набуває напівкулеподібної форми	Поява першої–другої пари листків
III	Утворюється майбутнє квітколоже	Посилений ріст нижніх листків, що мають найдовші черешки
IV	Закладаються квіткові горбинки	Поява 5–8 листків

Продовження таблиці 1.3

V	Формуються покривні і генеративні органи квіток. Квітковий горбик поділяється на нижню частину, з якої утворюється зав'язь, і верхню – майбутню оцвітину. У цей період зародковий кошик (суцвіття) має вигляд фасетки. Наприкінці періоду квітки майже повністю сформовані.	Листки нижнього ярусу (з четвертого до 11–13-го) набувають максимального розміру
VI	У пиляках формується пилок, у зав'язі – зародковий мішок	19–20-й листки мають найбільші розміри
VII	Підсилений ріст язичкових і трубчастих квіток. Разом з оплоднем ростуть тичинкові нитки і приймочка, пиляки жовтіють	Язичкові квітки набувають жовтого забарвлення
VIII	Ріст частин віночка, що зрослися, язичкові квітки подовжуються, обгортка кошика розгортається, з віночка виходять пиляки	Розгортання язичкових квіток, вихід пилку
IX	Цвітіння і запліднення	Інтенсивне цвітіння
X	Формується сім'янка	Лушпиння сім'янок біле і м'яке
XI	Відкладання запасних речовин. Сім'ядолі вже сформовані, але відрізняються від стиглого насіння конституцією і невеликим вмістом олії	Молочна стиглість насіння, що набуває властивого для сорту кольору
XII	Перехід нагромаджених речовин у запасні, збільшується вміст олії, закінчується повною стиглістю	Кошик жовтіє

Найважливішими етапами є VI і VII, коли формуються пилок і приймочки та відбуваються процеси запилення квіток і запліднення. Неприятливі умови у цей період, зокрема, похмура, прохолодна погода і недостатнє водопостачання спричиняють утворення значної кількості стерильного пилку, що збільшує пустозерність.

Формування насіння починається відразу після запліднення і триває 35–38 діб, залежно від умов вологості і температури повітря в цей період. У посушливі роки період формування насіння прискорюється, проте насіння нагромаджує менше сухої речовини. У перші дні після запліднення відбувається інтенсивний ріст сім'янок і формування оболонок – лушпиння. Пізніше, на 8–12 добу починає збільшуватись ядро, воно нагромаджує суху речовину впродовж трьох тижнів, поки його вологість не набуде критичного стану (близько 40 %). За цей час насіння нагромаджує від 70 до 80 % загальної кількості сухої речовини [14].

1.3 Господарсько-цінні особливості соняшнику кондитерського

Поживна цінність ядер соняшнику кондитерського дозволяє їх віднести до категорії так званих оздоровлюючих продуктів. Однією з головних особливостей таких ядер є високий вміст заліза, цинку, калію, тіаміну, вітаміну Е. Це чудове джерело дієтичної клітковини. Ядра містять зменшену кількість насичених жирних кислот, що знижує рівень холестерину в крові. Все це дає підставу надавати продукції, що містить ядра соняшнику кондитерського, такі привабливі бренди як «натуральний продукт», «продукт для спортсменів», «продукт–природа» тощо [41].

В Україні основними споживачами великоплідного соняшнику є кондитерські фабрики та заводи продтоварів, що займаються виробництвом халви. Саме з насіння соняшнику кондитерського отримують халву з найкращими смаковими якостями, що збалансована за вмістом олії, білку і карамельного компоненту. Перспективне використання ядер сім'янок, як замітника горіхової сировини, що широко практикується в країнах Західної Європи, поки не знайшло застосування в Україні [42].

Вирощування соняшнику кондитерського має економічні переваги у зв'язку з високою закупівельною ціною на цю продукцію в порівнянні з олійними сортами [1].

Різноманіття напрямків використання соняшнику кондитерських форм і зростаючий ринок збуту продукції стимулює розвиток селекційних програм у багатьох країнах світу.

Наведемо перелік основних ознак, що відрізняють кондитерські сортозразки соняшнику від олійних. По-перше, варто врахувати, що цей соняшник вирощується для споживання ядер сім'янок, а не для отримання олії. Тому маса його 1000 насінин повинна перевищувати 100 г. Ядро сім'янки велике і щільно прилягає до лушпиння. Його забарвлення чорно-смугасте або біле. Вміст олії у кондитерських сортів коливається на рівні 30–35 % [25].

Сорти соняшнику кондитерського напрямку використання мають перевагу завдяки ранньому дозріванню, високим врожайам, вирівняності та стійкості до хвороб [42].

У селекції на імунітет велике значення має створення гібридів і сортів, пристосованих до місцевих умов, оскільки збудники хвороб часто локалізовані в обмежених ареалах. У культурного виду соняшника відсутній імунітет до окремих збудників хвороб та шкідників. Тому, велике значення для створення вихідного матеріалу має використання в селекції дикорослих видів — носіїв генів стійкості до збудників хвороб. Домінуючим напрямком у селекції на імунітет є створення сортів та гібридів з комплексною стійкістю до найшкодочиннічих та розповсюджених хвороб, зокрема, біла гниль, несправжня борошниста роса, іржа, сіра гниль, вертицильоз, фомоз та шкідників — бавовникова совка, лучний метелик, соняшникова міль тощо [25].

Є різні вимоги ринку, пов'язані з кондитерськими гібридами. Наприклад, в Китаї, Індії, Туреччині й деяких інших країнах виробники потребують гібридів, у яких насіння довжиною повинно бути не менше 2 см. У цьому випадку важко досягти збільшення частки ядра за відношенням до лушпиння. Крім високої врожайності ядер, велике значення має стабільність параметрів, що гарантують їхню якість і смак. Для досягнення цієї мети

необхідно наявність фітомеланового прошарку в лушпинні для запобігання ушкодження та знищення ядер комахами, в основному личинками соняшникової молі. Для кондитерських гібридів бажано мати високий вміст олеїнової кислоти і бета- та гамма-токоферола в олії з метою досягнення тривалішого терміну зберігання ядер і насіння [25].

Селекційний процес створення гетерозисних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання не відрізняється від процесу створення олійних гібридів. На нинішньому етапі розвитку Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні не включає вітчизняних гібридів соняшнику кондитерського. Тому, розробка технологій їх створення є актуальним питанням селекції. Першочерговим завданням є отримання вихідних форм культури для гібридизації та створення колекції зразків для ведення гетерозисної селекції.

1.4 Селекція соняшнику на гетерозис

Існуючі моделі (теорії) гетерозису пояснюють його природу з погляду знань, накопичених класичною генетикою на різних етапах її розвитку. Осмислювання природи гетерозису з позиції сучасного рівня знань біології щодо багатоклітинності організмів підводить до висновку про об'єктивну складність цього явища, неможливість чіткого його пояснення в межах класичної дії і взаємодії генів [29].

Гетерозис – це явище підвищеної сили розвитку, життєдіяльності і продуктивності гібридів першого покоління порівняно з батьківськими формами [24].

В основі всіх моделей закладено дві концептуальні передмови. Перша полягає в можливості пояснення природи гетерозису на основі закономірностей класичної дії і взаємодії генів. Друга – в тому, що акцентується увага на фактах щодо механізмів функціональної реалізації різноякісності і фізіологічній диференціації батьківських форм.

Використання гетерозису соняшнику для практичних цілей розпочалося набагато пізніше, ніж на кукурудзі та інших польових культурах. Природа двостатевих квіток це головна причина, чому соняшник, як перехреснозапильна культура, може використовувати явище гетерозису тільки за наявності джерела цитоплазматичної чоловічої стерильності та генів відновлення фертильності (*Rf Rf*) [28].

Перше джерело цитоплазматичної чоловічої стерильності було виявлено Р. Леклерком [43], який застосував міжвидову гібридизацію між *H. petiolaris* Nutt. і генотипом культурного соняшнику. М. L. Kinman [44] виявив гени відновлення фертильності в лінії T66006-2. Це стало передумовою для практичного використання гетерозису і створення гібридів.

Промислове використання гетерозису можливе за розробки генетичних систем контрольованого розмноження (ГСКР). У соняшнику відомі ГСКР на основі генної чоловічої стерильності (ГЧС) та цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС).

Вченими було проведено дослідження з використання генної чоловічої стерильності (ГЧС) в селекції культури. Якщо на ділянках гібридизації висівати фертильні рослини, то пилом батьківської форми будуть запліднювати тільки стерильні рослини, які і дадуть виключно гібридне насіння. Але ця схема використання ГЧС має істотний недолік, який передбачає протягом 10–20 діб огляд кожної рослини, яка цвіте і видалення фертильних форм [29, 45].

Аналіз за маркерними ознаками спрощує процес ідентифікації.

У пошуках шляхів для спрощення трудомісткої роботи з видалення фертильних рослин на ділянках гібридизації було встановлено наявність генетичного взаємозв'язку чоловічої стерильності з фіолетовим (антоціановим) забарвленням вегетативних органів, властивим деяким формам і сортам соняшнику. Рослини з чоловічою стерильністю завжди мають зелене, а фертильні – антоціанове забарвлення підсім'ядольного

коліна, черешків, країв листків тощо. Антоціанове забарвлення є генетичним маркером чоловічої стерильності.

Для використання цієї генетичної особливості за вирощування гібридного насіння соняшнику запропоновано кілька схем схрещування з метою одержання на ділянках гібридизації розщеплення материнських форм за ознаками чоловічої стерильності і наявності антоціану. За появи сходів під час проріджування видаляють усі рослини, що мають фіолетове забарвлення. Рослини, що залишаються матимуть чоловічу стерильність і дадуть гібридне насіння. Цю систему за використання ГЧС було впроваджено у виробництво. Її замінила система на основі ЦЧС.

Використання ЦЧС можливо лише тоді, коли буде забезпечено спадкову передачу стерильності пилку з покоління в покоління. Для цього рослини з ЦЧС необхідно запилювати пилком рослин закріплювачів стерильності [19].

Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС, англ. Cytoplasmic male sterility, CMS) [24] — характеризується повною чи частковою стерильністю андроцею вищих рослин, причиною якого є наявність особливої мутації у мітохондріях. Фертильність рослин відновлюється повністю чи частково за наявності домінантного алеля ядерного гену-відновлювача фертильності [25, 29].

Цитоплазматична чоловіча стерильність забезпечується взаємодією ядерного геному з мітохондріоном. Мітохондрії і пластиди як органели, походять від ендосімбіонтних прокаріотичних мікроорганізмів. Вони мають свій унікальний геном, і хоча у процесі еволюції еукаріотичних клітин вони втратили більшу частину своєї автономності та більшість генів, частина важливих білків ще кодується під контролем генів мітохондрій і пластид. Мітохондрії і пластиди мають білоксинтезуючий апарат. Цитоплазматична чоловіча стерильність забезпечується відповідною мутацією у мітохондріоні, в результаті чого відбувається дегенерація андроцею рослин, або дегенерація пиляків, чи їх не розкриття, або у формуванні нежиттєздатного пилку.

Генотипи з диким типом мітохондрій позначають N або Zit^N (нормальний тип цитоплазми), а генотипи з мутантним мітохондріоном позначаються S або Zit^S (стерильна цитоплазма). У ядерному геномі клітини рослин мають особливі гени-відновники фертильності (англ. Restorer fertility чи Rf -гени), домінантні алелі яких цілком або частково відновлюють фертильність андроцею. Тільки генотипи, які мають мутантний мітохондріон і є рецесивними гомозиготами по Rf -генами, є стерильними. Усі інші генотипи є фертильними [25].

Створення сучасних високопродуктивних гібридів соняшнику базується насамперед на використанні явища ЦЧС.

Основна перевага гібридів над сортами полягає у використанні явища гетерозису. Гібриди вирівняні за висотою рослин і періодом дозрівання, що значно знижує потенційні втрати під час збирання врожаю і підвищує можливість отримання однорідного за вологістю насіння. Це спрощує зберігання [29].

Явище гетерозису використовується під час створення різних гібридів соняшнику – простих (SC), трилінійних (TWC) і подвійних (DC). Селекціонери переважно займаються створенням простих гібридів, значно рідше – трилінійних, значно рідше – подвійних.

Не зважаючи на те, що у соняшнику знайдено понад 70 нових джерел ЦЧС і для більшості було визначено їх гени відновлення, селекціонери найчастіше використовують джерело чоловічої стерильності (RET_1), знайдений Р. Леклерком [43]. Його гени-відновники (Rf) найлегше знайти, а стерильність зберігається протягом тривалого часу.

Існує низка важливих чинників, що визначають основні напрямки в селекції соняшнику. Найважливішими проблемами є збільшення врожайності, адаптивність, підвищення вмісту олії в насінні та покращення його якості, підвищення збирального індексу, здатності поглинати мінеральні речовини, стійкості проти біотичних та абіотичних чинників, скоростиглості, привабливості для запилювачів, стійкості до гербіцидів тощо [46, 47]

1.5 Створення гібридів соняшнику на основі ЦЧС

Процес створення гібридів соняшнику проходить у кілька етапів, першим з яких є створення інбредних ліній з генетично різноманітного матеріалу. Він включає створення В-ліній і ліній-відновників (*Rf*). Одночасно відбувається скринінг цих ліній на їх стійкість до хвороб, шкідників, посухи, якості олії, толерантності до гербіцидів тощо. Процес отримання інбредних В-ліній передбачає етап їх перетворення в ЦЧС форму. У той час як лінії-відновлювачі, в разі, якщо вони однокошикові, перетворюють у рецесивно гіллясті форми (рис.1.1) [25].

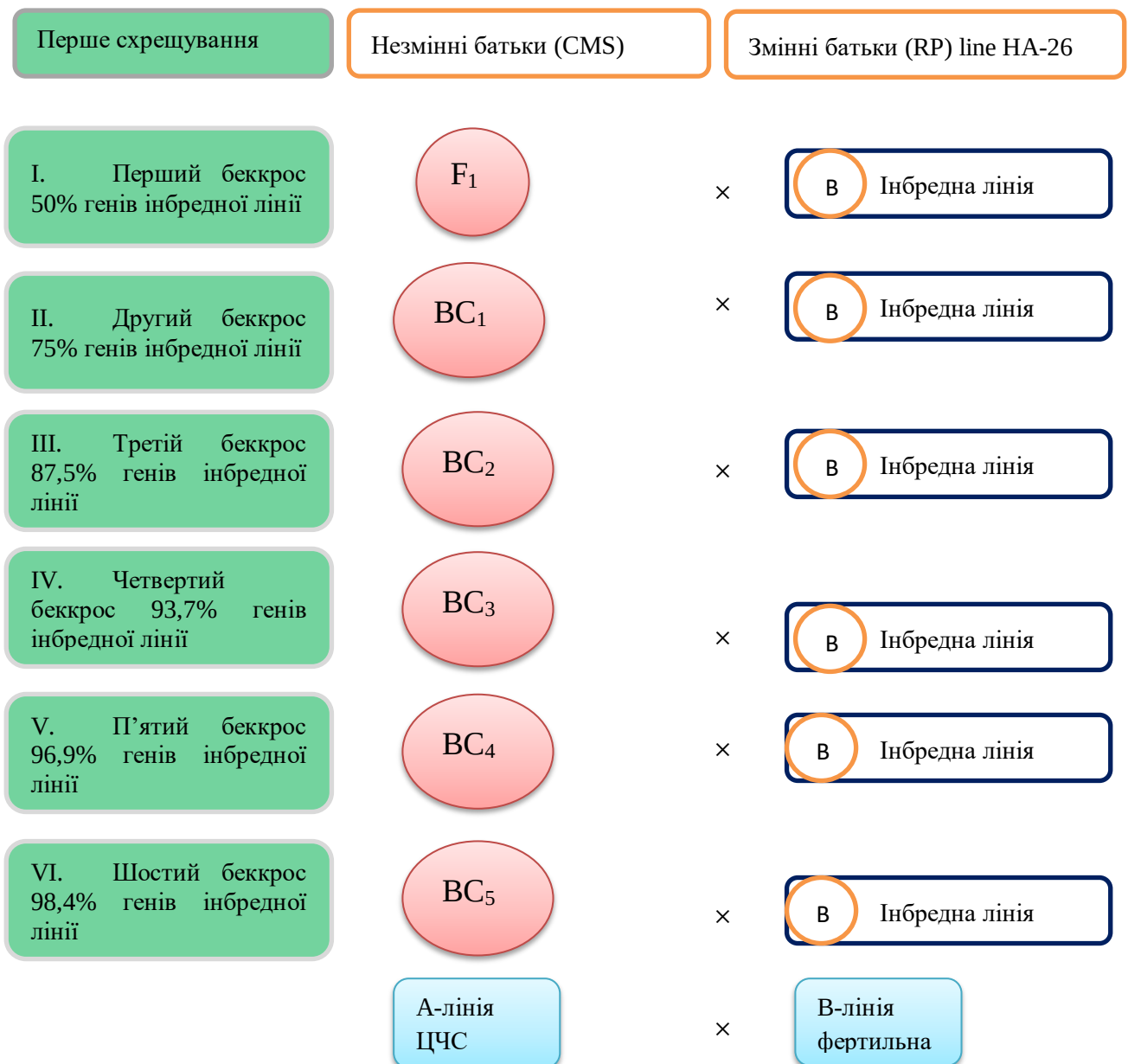


Рис. 1.1 Схема перетворення однокошикових форм соняшнику в гіллясті [25]

Оцінка комбінаційної здатності майбутніх інбредних ліній відбувається на ранніх стадіях їх створення. Перш за все перевіряється, загальна комбінаційна здатність (ЗКС) за допомогою тест-гібридів, а потім, у кінці інбридингу – специфічна комбінаційна здатність (СКС) [25].

Особливе значення, за твердженням В. В. Кириченка [19], належить відбору за критерієм високої продуктивності.

Створення ліній з високою насінневою продуктивністю є важливим для виробництва насіння з високим рівнем гетерозису. Це вимагає створення вихідного матеріалу з «нетрадиційною» формою організації макропроцесу і організації інтенсивності росту, розвитку, формоутворення та біогенезу. Це частково можливо, якщо використовувати мутагенез, віддалену гібридизацію, біотехнологію та отримання трансгенних форм.

Створення ліній з високою насінневою продуктивністю є важливим для виробництва насіння з високим рівнем гетерозису. Це вимагає створення вихідного матеріалу з «нетрадиційною» формою організації макропроцесу і організації інтенсивності росту, розвитку, формоутворення та біогенезу. Це частково можливо, якщо використовувати мутагенез, віддалену гібридизацію, біотехнологію та отримання трансгенних форм.

Примусове запилення перехреснозапильної рослини власним пилом називається інцухтом, або інбридингом.

Зниження продуктивності і життєдіяльності організмів за примусового самозапилення у перехреснозапильних рослин називають інбредним виродженням, або інцухт-депресією.

Інцихт-депресія особливо сильно виявляється в перших поколіннях після інцухту. Після n-інцухт-поколінь настає так званий інцухт-мінімум, тобто стан інбредного потомства, за якого інцухт-депресія досягає свого найбільшого проявлення, а подальшого зниження життєдіяльності рослин за інцухтування не відбувається. Аналогічне пояснення інцухт-мінімуму стосується окремих ознак – розмірів рослин та їхніх органів, стійкості до хвороб, кількості зерен тощо. Кількість поколінь самозапилення для

досягнення інцухт-мінімуму за різними полігенними ознаками може значно відрізнятися [25, 29].

Сильна депресія в перших поколіннях пояснюється переходом напівлегальних рецесивних генів у гомозиготний стан. Подальше зниження інцухт-депресії в наступних поколіннях зумовлено тим, що більшість рецесивних напівлегальних генів уже перейшла в гомозиготний стан. Отже, інбридинг сприяє підвищенню гомозиготності.

Основним у відкритті було не вивчення явища інцухту, а те, що гібридизація інцухт-ліній дає високопродуктивне потомство. Гібриди, створені від схрещування низькопродуктивних інцухт-ліній, перевищують не тільки батьківські лінії, а й вихідні сорти [48, 49].

Створення вихідних інцухт-ліній для гібридизації – складний і відповідальний етап роботи. Тому процес інцухтування має починатися з добору кращих генотипів [19].

У відібраних для штучного самозапилення рослин за допомогою бязевих ізоляторів до цвітіння ізолюють чоловічі й жіночі рослини.

Після того як трубчасті квітки (пиляки) починають розкриватися – ізолятори із чоловічих форм знімають і проводять перенесення пилку на материнські форми. Цю операцію проводять ретельно, щоб запобігти потраплянню пилку з іншої рослини.

Сформоване в результаті примусового самозапилення насіння з кожної рослини висівають наступного року окремо. Рослини, що утворилися, знову самозапилюють. Проведене у 3–5 поколіннях поспіль самозапилення формує однорідні за низкою господарських ознак лінії.

Інбридинг повинен супроводжуватися жорсткою селекцією. Він дає можливість виявити приховані гени. Чисті лінії добирають за цінними господарськими ознаками. Відбирають лінії з вирівняними корисними ознаками. Гомозиготність ліній дає змогу зберігати ці ознаки протягом поколінь [24, 25].

Для розмноження селекційного матеріалу вченими запропоновано гніздовий метод. Він полягає в тому, що вже на другий рік насіння, одержаних у результаті самозапилення ліній, висівають по 3–4 шт. в одне гніздо. У гнізді самозапиляють лише найкращі рослини [50, 51].

Метод особливо ефективний за вирощування ліній уже з першого інцухт-покоління (I_1). При цьому рослини I_1 схрещують з іншими, які вирощують в іншому гнізді. У цьому разі частину пилку інцухт-потомства використовують для самозапилення, а частину – для запилення рослин-аналізаторів.

У наступному році гібрид (аналізатор $\times$ інцухт-потомство) вивчають у попередньому випробуванні. Від кожної комбінації матеріали висівають у 8–10-разовій повторності.

Для переведення фертильної материнської форми гібрида на стерильну основу потрібно стерильну форму запилити пилком тієї форми, що переводиться на стерильну основу [14].

Серед потомства від першого схрещування відбирають тільки стерильні рослини для подальшого їх запилення. Починаючи з другого беккросу, для гібридизації відбирають не тільки стерильні рослини, а й найближчі за фенотипом до запилювача.

Інбридинг соняшнику, як спосіб удосконалення культури, вперше був використаний на початку 1920-х років. В. К. Морозов [12] стверджував, що вперше застосували метод інбридингу на ділянках соняшнику Саратовської експериментальної станції в 1915 р. Найбільше число ліній в процесі самозапилення склало 4724 в 1935 р. У процесі інбридингу було протестовано найважливіші ознаки інбредних ліній і проаналізовано процес виникнення депресії за низкою ознак.

Оцінка генетичної та селекційної цінності батьківських форм соняшнику має принципове значення для практичної селекції. Результат залежить від вихідної теоретичної моделі гетерозису, на підвалинах якої розроблено конкретні методи оцінки. Для практичної селекції важлива

оптимальність оцінки селекційної цінності вихідної форми і ефективність вибору гетерозисної комбінації [7].

Найдетальнішу розробку отримали методи оцінки, що базуються на постулатах моделі полігенного контролю кількісних ознак. В їх основу покладено уявлення щодо можливості експериментальної оцінки двох компонентів генетичної цінності, як загальної (ЗКЗ), так і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності.

Для розподілу поняття комбінаційної здатності на загальну і специфічну вчені розробили математичну модель оцінки комбінаційної здатності [52, 53, 54].

Завдання оцінки ліній на ЗКЗ полягає у виявленні матеріалів, у яких за схрещування спостерігається виділення гібридних комбінацій продуктивніших за батьківські форми і кращі гібриди. Оцінка на СКЗ проводиться з метою виділення конкретних пар ліній соняшнику, які забезпечують максимальний прояв гетерозису. Загальну комбінаційну здатність можна оцінити в різних системах схрещування: вільного запилення, полікросу, топкросу, діалельного схрещування. Специфічна комбінаційна здатність оцінюється лише в топкросних і діалельних схрещуваннях, причому в топкросах з цією метою застосовуються в якості тестерів інбредні лінії соняшнику або прості гібриди з широкою генетичною основою [29].

Зазвичай використання методу вільного запилення соняшнику дає кращі результати, ніж полікрос, і дозволяє бракувати понад 40 % досліджуваних ліній, які мають низьку ЗКЗ [55].

Вивчення цього методу показало придатність його для селекційної оцінки ліній соняшнику і виявлення високогетерозисних комбінацій.

Приклади прогнозованого добору пар батьківських форм соняшнику на гетерозис викладено в монографії академіка В. В. Кириченка [29].

Селекція соняшнику ведеться більш ніж за 30 напрямками. Серед

них найважливіші – за врожайністю, скоростиглістю, стійкістю до збудників хвороб та шкідників, на високий вміст і якість олії, технологічність, адаптивність.

Основні параметри ідіотипу сорту (гібриду) соняшнику [25]:

- висока холодостійкість у період проростання насіння і на початку вегетації рослин;
- інтенсивні темпи росту в період сходи–цвітіння;
- дружне проходження всіх фаз онтогенезу;
- нейтральна реакція на тривалість світлового періоду;
- тривалість вегетації від 75 до 90–120 діб;
- висота стебла скоростиглих 145–155 см, ранньостиглих 160–170 см, середньостиглих форм 175–190 см;
- кошики плескаті або злегка опуклі за формою, тонкі, швидковисихаючі, виповнені до центру, з нахилом під кутом 35–50°;
- середня облистяність рослини (600–700 дм²);
- кількість насінин в кошику в межах 1500–2000 шт.;
- маса 1000 насінин не нижче 50 г, натура 400–500 г/л;
- вміст жиру в сім'янці 48–52 %, вміст олеїнової кислоти в олії від 60–65 до 85 %;
- лущинність 20–24 %;
- стійкість до несправжньої борошнистої роси, вовчка, соняшникової вогнівки, висока толерантність до білої та сірої гнилей, фомопсису тощо;
- стійкість до вилягання та осипання насіння при перестой рослин;
- включення в геном сорту або лінії однієї з маркерних ознак.

Сучасна селекція соняшнику кондитерського базується на використанні іноземних сортів та гібридів, що є донорами господарсько-цінних ознак. Невирішеним залишається питання встановлення оптимальних параметрів для насіння соняшнику кондитерського напряму

використання, а також створення гібридів придатних до вирощування за технологіями Express Sun та Clearfield®. Нині не встановлено характер успадкування таких ознак як лущинність, вміст білку та олії в насінні, а також маса 1000 насінин.

Висновки до розділу 1

Нині кондитерський напрям у селекції соняшнику активно розвивається. У більшості літературних джерел розглядається питання селекції сортів-популяцій соняшнику кондитерського. Проблемою залишається отримання високоврожайних гібридів, які б характеризувалися високою стійкістю до впливу біотичних та абіотичних чинників. Створення вітчизняних гібридів соняшнику кондитерського є перспективним завданням селекції. Виділення вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напряму використання, зокрема, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин є актуальним завданням наших досліджень.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Дослідження проводилися впродовж 2015–2017 рр. на дослідному полі Уманського НУС.

Рельєф дослідного поля – вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Глибина залягання підземних вод 22–24 м [56].

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важко-суглинковий на лесі. Цей ґрунт відносно однорідного гранулометричного складу за профілем, і характеризується вилуженістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним накопичення елементів живлення в гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,2–3,3 %, ступінь насиченості основами в межах 90–93 %, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла ($\text{pH}_{\text{сол.}}=5,5$), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за ДСТУ 4115–2002) – 100–115 мг/кг.

Район відноситься до підзони нестійкого зволоження і характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди, 3–5 років за десятиліття посушливі) [56]. За даними метеостанції м. Умань середньо багаторічна кількість опадів складає 633 мм, проте, в окремі роки, відмічено значні відхилення. Спостерігається нерівномірний розподіл опадів упродовж року. Найбільша їх кількість опадів (близько 70 %) випадає в теплий період (квітень–жовтень).

Клімат регіону помірно континентальний. Безморозний період продовжується 160–170 діб. На початку жовтня спостерігаються перші осінні приморозки. Період з середньодобовою сумою температур, що перевищують 10°C, триває 140–160 діб, а з температурою понад 5°C – 225 діб.

Поверхневі стоки талих вод рідко бувають значними, що сприяє вбиранню і накопиченню запасів вологи в ґрунті у весняний період.

При переході середньодобової температури повітря через 15°C починається літо. Цей період характеризується високими температурами з середнім показником 19°C та змінами в окремі роки від 17°C до 22°C . Переважаючі західні вітри приносять значну кількість опадів, що сприяє оптимальній вегетації. В окремі роки бувають літні посухи, з тривалим і значним дефіцитом опадів та підвищеною температурою повітря.

Осінь тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через 10°C спостерігається в середині жовтня. У цей період спостерігається хмарна і дощова погода, відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені властива мінлива температура з періодичним випаданням дощу і снігу.

Зима переважно м'яка, з відлигами і хмарною погодою. Найхолодніший місяць – січень. Кращому засвоєнню зимових опадів сприяє періодичне розмерзання ґрунту. У період відлиг температура може підвищуватися до $+9-12^{\circ}\text{C}$, що супроводжується утворенням крижаної кірки [56].

У цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Проте несприятливі погодні умови в окремі роки призводять до значного зниження врожайності та якості вирощеної продукції.

Характеристику метеорологічних умов за роками досліджень наведено у таблицях 2.1–2.3.

Таблиця 2.1

Сума опадів за 2015–2017рр., мм (за даними метеостанції м. Умань)

Місяць	Рік												Середньо багато- річні показники
	2015			Всього за місяць	2016			Всього за місяць	2017			Всього за місяць	
	Декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	10,6	1,4	25,5	37,5	34,6	26,0	13,4	74	16,7	3,1	2,0	21,8	47
Лютий	7,7	0,0	12,5	20,2	18,9	26,7	13,9	59,5	30,6	2,7	5,6	38,9	44
Березень	8,4	24,7	21,6	54,7	4,7	1,7	20,5	26,9	1,7	17,0	7,1	25,8	39
Квітень	48,0	20,6	0,6	69,2	3,9	27,2	0,7	31,8	42,5	10,4	0,4	53,3	48
Травень	22,6	16,9	0,8	40,3	28,7	60,6	25,1	114,4	2,9	20,4	23,1	46,4	55
Червень	5,4	100,9	7,8	114,1	1,1	65,1	7,5	73,7	1,4	30,4	9,2	41,0	87
Липень	33,6	0,8	13,5	47,9	10,0	1,6	4,2	15,8	11,4	27,7	20,1	59,2	87
Серпень	2,4	14,4	0	17,3	12,3	15,2	0,4	27,9	10,7	20,2	17,0	29,9	59
Вересень	27,1	4,0	6,5	37,6	0	0	6,7	6,7	12,5	0	26	38,5	43
Жовтень	0	6,3	16,6	22,9	33,2	51,4	2,4	87,0	34,4	3,4	16,1	53,9	33
Листопад	7,8	19,9	19,5	47,2	19,8	20,3	9,1	49,2	13,0	4,7	20,2	37,9	43
Грудень	3,9	1,2	2,8	7,9	19,2	10,6	3,4	33,2	58,6	25,4	18,2	102,2	48
Всього за рік	516,8				600,1				548,8				633

Таблиця 2.2

Середня температура повітря за 2015–2017 рр., °С (за даними метеостанції м. Умань)

Місяць	Рік												Середньоба гато-річні показники
	2015			Середня за місяць	2016			Середня за місяць	2017			Середня за місяць	
	декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	−4,9	0,8	−0,1	−1,4	−9,6	−2,8	−4,7	−5,6	−6,2	−4,4	−5,0	−5,2	−5,7
Лютий	−1,6	−4,5	3,6	−1,1	1,0	2,5	3,9	2,4	−6,6	−3,4	2,7	−2,8	−4,2
Березень	2,5	4,3	5,4	4,1	5,8	3,1	4,5	4,5	5,7	4,2	7,7	5,9	0,4
Квітень	4,6	9,5	12,0	8,7	12,0	13,8	11,1	12,3	11,1	7,6	10,6	9,7	8,5
Травень	13,0	14,9	18,7	15,6	14,0	12,8	17,1	14,7	14,2	12,7	17,3	14,8	14,6
Червень	20,4	19,4	18,2	19,3	16,1	19,5	24,5	20,1	19,2	18,8	22,0	20,0	17,6
Липень	21,6	19,4	22,9	21,3	20,1	23,0	21,8	21,6	19,2	20,0	22,4	20,6	19,0
Серпень	22,1	21,0	20,5	21,2	21,6	18,4	21,8	20,7	24,7	24,4	17,6	22,1	18,2
Вересень	19,1	17,1	17,0	17,7	19,7	16,2	11,2	15,7	17,1	19,1	13,4	16,5	13,6
Жовтень	9,2	6,4	5,2	6,9	11,2	3,8	4,6	6,5	9,2	11,7	5,5	8,7	7,6
Листопад	4,5	7,1	2,3	4,6	4,7	1,3	−1,0	1,7	6,3	3,4	0,6	3,4	2,1
Грудень	2,0	0,7	2,4	1,7	−2,1	−2,4	−1,3	−1,9	2,3	0,9	3,1	2,1	−2,4
Середня за рік	9,9				9,4				9,7				7,4

Таблиця 2.3

Відносна вологість повітря за 2015–2017 рр., % (за даними метеостанції м. Умань)

Місяць	Рік												Середньо багато-річні показники
	2015			Середня за місяць	2016			Середня за місяць	2017			Середня за місяць	
	декада				Декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	82	88	95	89	87	84	85	85	79	89	85	84	86
Лютий	81	78	84	81	81	83	83	82	85	84	80	83	85
Березень	75	76	65	72	82	71	70	74	82	81	66	76	82
Квітень	66	64	59	63	60	72	60	64	64	60	56	60	68
Травень	72	63	63	66	61	81	75	72	57	66	64	63	64
Червень	59	66	68	64	67	80	72	73	61	64	67	64	66
Липень	71	65	68	68	69	64	69	67	63	66	66	65	67
Серпень	58	63	59	60	65	76	62	68	67	55	68	64	68
Вересень	72	68	73	71	62	59	74	65	71	63	72	69	73
Жовтень	66	60	82	70	80	80	74	78	74	82	84	80	80
Листопад	81	82	88	84	82	87	85	85	84	86	88	86	87
Грудень	82	86	81	83	84	85	85	85	90	89	87	89	88
Середня за рік	72,6				74,8				73,6				76

Впродовж 2015 р. спостерігалось відхилення від середньо-багаторічного показника за кількістю опадів та вологістю повітря. Літній період характеризувався надмірною кількістю опадів у червні та їх нестачею в липні та серпні.

За 2015 р. загальна кількість опадів склала 516,8 мм, що на 116,2 мм менше середньо-багаторічної норми. Впродовж року перевищення багаторічної норми спостерігалось у червні (114,1 мм). За осінній період випало 107,7 мм опадів, а в зимовий період, у вигляді снігу та дощу, – 65,6 мм. Весняний та літній період характеризувалися кількістю опадів відповідно 164,2 мм і 179,3 мм.

Середня температура повітря становила 9,9 °С, що на 2,5 °С вище за середньо-багаторічний показник. Відносна вологість повітря у середньому становила 73,4 %. Найбільша вологість повітря спостерігалася у січні – 89 %, а найменша у квітні 63 %.

Впродовж 2016 року кількість опадів склала 600,1 мм. Разом з тим за період вегетації соняшнику з квітня по жовтень випало 357,3 мм опадів. На початку вегетації опадів було достатньо для росту і розвитку рослин. Температурний режим перевищував середньобагаторічні дані на 2,0 °С. Середня температура повітря за весняні місяці становила 10,5 °С, а в літні та осінні – 20,8 °С і 8,0 °С.

Відносна вологість повітря в цей рік у середньому становила 74,8 %, що на 1,2 % менше від середньобагаторічних показників.

2017 р. був значно посушливішим у порівнянні із 2015 і 2016 рр. Найбільшу кількість опадів зафіксовано у грудні – 102,2 мм, найменшу – у січні (2,0 мм). Сума опадів за рік становила 548,8 мм, у той час коли середньобагаторічний показник складає 633,0 мм.

Середня температура повітря у 2017 році становила 9,7 °С, що на 2,3 °С вище за середньобагаторічну. У найтепліший період (квітень–вересень) середня температура повітря складала 17,2 °С, що на 1,9 °С вище за середньобагаторічний показник.

Відносна вологість повітря у 2017 році становила 73,6 %, що нижче від середньобагаторічної на 2,4 %. У порівнянні з багаторічними даними значно нижчою вологість повітря була й у період з березня по вересень місяць 65,8 %, що на 3,9 % менше від середньобагаторічного показника за цей період.

Отже, погодні умови за роки досліджень (2015–2017 рр.) суттєво різнялись і характеризувалися значною мінливістю порівняно з середньобагаторічною нормою. У цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування соняшнику кондитерського напрямку використання.

2.2 Характеристика колекційного матеріалу

Створення нових високопродуктивних матеріалів соняшнику істотно залежить від підбору вихідних батьківських форм.

Вихідним матеріалом для гібридизації були зразки соняшнику кондитерського напрямку використання вітчизняної та зарубіжної селекції, зокрема, сорти-популяції Запорізький кондитерський (Інститут олійних культур НААН України, м. Запоріжжя); Ранок (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, м. Харків); Лакомка, Алмаз, Донський крупноплідний (Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. В. С. Пустовойта, м. Краснодар); сорти Евріка (СГІ-НЦНС НААН, м. Одеса); гібрид – Вранац (Інститут плодівництва та овочівництва, м. Нові Сад, Сербія); та десять зразків зарубіжної селекції.

Колекційні матеріали включали зразки соняшнику Кондитерський білий; 9509/10, 9510/10, 9514/10 (Китай); Німецький карлик – 9435/11, 9437/11, 9439/11; гібридів Х9607, Х4367, Х4667імі, Badges імі стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (США); три зразки гібридів стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин – 1002st, S320st; зразки Національного центру генетичних

ресурсів рослин України (м. Харків): Саратовський 27, Омський скоростиглий, Онікс, Богучарець, Mingren, Stadion, Mezoheges.

Орешек – сорт кондитерського напрямку використання, ранньостиглий. Врожайність – 3,2-3,5 т/га, маса 1000 насінин – 150 г, олійність – 46–50 %. Високостійкий проти несправжньої борошнистої роси, фомопсису, комплексу рас вовчка, соняшnikової молі.

Лакомка – сорт кондитерського напрямку використання, універсальний, середньостиглий (110–130 днів), має високу потенційну врожайність (до 5,0 т/га), вміст олії – 49,0 %, вміст білку – 17,3 %. За густоти стояння до 35 тис/га рослин – маса 1000 насінин 120–130 г. Високостійкий проти несправжньої борошнистої роси, комплексу рас вовчка та соняшnikової молі.

Алмаз – сорт кондитерського напрямку використання, ранньостиглий, період від сходів до повної стиглості складає 90–95 днів в умовах Миколаївської області. Сорт високопродуктивний, врожайність 3,5–4,2 т/га, олійність 40–44 %, лущинність сім'янок – 22–28 %, висота рослин 150–170 см. Маса 1000 насінин за густоти стояння 30 тис/га. досягає 150 г.

МИР – сорт універсальний, ранньостиглий з тривалістю вегетаційного періоду 90–95 діб, врожайність – 4,2 т/га. Вміст олії в насінні до 48–50 %, лущинність сім'янок 23 %, маса 1000 насінин 65–75 г. Сорт стійкий до вилягання, посухи, толерантний до несправжньої борошнистої роси, комплексно стійкий проти гнилей, всіх відомих рас вовчку, а також має польову стійкість проти фомопсису.

Запорізький кондитерський – сорт кондитерського напрямку використання, відноситься до середньостиглої групи з тривалістю вегетаційного періоду 120 діб. Крупноплідний сорт врожайність якого становить 3,7 т/га. Вміст олії у насінні 40–44 %, лущинність 28–32 %. Маса 1000 насінин – 125 г, густота рослин 33 тис/га, для отримання гарантованого крупного насіння. Толерантний до вовчку, несправжньої борошнистої роси, стійкий до вертицильозу.

Ранок – сорт кондитерського напрямку використання, скоростиглий. Вегетаційний період 90–105 діб. Маса 1000 насінин 90–100 г, лушпинність 24 %, вміст білку в ядрах насіння 25 %. Сорт резистентний до вовчка, несправжньої борошнистої роси, іржі, соняшnikової молі, осипання. Посухостійкість – середня.

Евріка – сорт кондитерського напрямку використання, середньостиглий. Вегетаційний період 110–130 діб. Маса 1000 насінин – 100–110 г, лушпинність – 23 %, вміст білку в ядрах 23 %, олійність – 45 %. Стійкий до вовчка, несправжньої борошнистої роси, соняшnikової молі

Зразки кондитерські однокошикові (№ 3–1, 3–2, 3–3) – високоврожайні крупноплідні зразки пізньостиглої групи. Тривалість вегетаційного періоду 130–140 діб. Середня врожайність 3,6 т/га. Маса 1000 насінин – 100–110 г, олійність 42–45 %, лушпинність 25–29 %. Відносно стійкий проти соняшnikової молі.

Гібрид Вранац – гібрид соняшнику кондитерського напрямку використання, середньостиглий з тривалістю періоду вегетації 112–118 діб. Врожайність – 4,0 т/га. Оптимальна густота 42–46 тис/га, маса 1000 насінин – 100 г, вміст олії – 44–48 %. Резистентний до А, В, С, D рас вовчка, стійкий до іржі, високотолерантний до фомопсису, стійкий до вилягання, посухостійкий.

У Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні немає гібридів кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів широкого спектру дії. Тому ми включили в нашу колекцію гібриди резистентні до гербіциду Евро-Лайтнінг: Х4667 імі, Badges імі придатні до ІМП-технологій (США).

Х9607, Х4367, Х4667 (США) – гібриди соняшнику кондитерського напрямку використання, середньостиглі. Вегетаційний період 110–130 діб. Мають високу врожайність – 4,7 т/га. Маса 1000 насінин – 120–130 г. за густоти стояння 35 тис/га., вміст олії 44–45 %, вміст білку 18,3 %. Високостійкі проти комплексу рас вовчка, несправжньої борошнистої роси, соняшnikової молі.

2.3 Методика проведення досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили за використання польових, генетичних та лабораторних методів.

Сівбу на дослідних ділянках проводили вручну квадратно-гніздовим способом (70×70 см). Довжина рядка в досліді була 1,4 м, а за варіантів обробки рослин гербіцидами – 5,0 м. У гніздо висівали від двох до 34 шт. насінин у чотирьохразовій повторності.

Для отримання гібридного матеріалу використовували систему діалельних схрещувань, гібридизацію та беккросування.

Для проведення гібридизації та збереження чистоти матеріалу, батьківські рослини під час розкриття кошика ізолювали за допомогою ізоляторів. Залежно від процесу на рослину одягали ізолятори типу «рукав» або «торбинка».

У роботі використовували ізолятори із агроволокна та пергаменту відкриті з двох сторін (тип «рукав») розміром 30×50, 30×60, 40×50, 40×60 см. Вони зручні для ізоляції рослин за парних схрещувань і значно спрощують умови праці за перезапилення. Повітряний режим під такими ізоляторами мало відрізняється від звичайних зовнішніх умов і не створює особливо негативного впливу на формування насінин. Ізолятори одягали на рослини за одну-дві доби до початку появи трубчастих квіток.

Для гібридизації проводили кастрацію (видалення пиляків) квіток материнської форми. Кастрували за допомогою пінцета о 6–7 год ранку, коли тичинкові нитки витягувалися, а приймочки ще не відкрились. При цьому залишається лише 2–3 кола квіток кількістю біля 200 шт. Кошики батьківських і материнських рослин до початку цвітіння ізолювали. Пилек збирали о 10–12 год і наносили на приймочки материнських рослин, ватним тампоном або обтрушували батьківські кошики над материнською рослиною наступного дня після кастрації. Після запилення материнські кошики знову

накривали ізоляторами. Якщо наступного дня приймочки все ще піднімалися над віночком, запилення повторювали.

Для перенесення пилку на стерильні рослини, кошики притуляли під рукавами один до одного.

В процесі цвітіння зі збільшенням кошиків ізолятори перев'язували. Суцвіття, що були притулені одне до одного розсовували для запобігання псування насіння.

Для отримання гетерозисних гібридів соняшнику на основі ЦЧС створювали колекцію інбредних ліній трьох типів, генотипи яких з врахуванням цитоплазми можна записати наступним чином:

- 1) ♀ *ZitS rfrf* – материнська форма (стерильний аналог) з чоловічою стерильністю, зокрема, рослини без пилку чи безплідним пилком;
- 2) ♂ *ZitN rfrf* –закріплювач стерильності, зокрема, рослини, які мають нормальну цитоплазму і, відповідно, продукують нормальний пилок;
- 3) *ZitN RfRf* чи *ZitS RfRf* – батьківська форма (відновлювач фертильності пилку), здатна відновлювати фертильність стерильних материнських рослин.

Матеріал який використовували для пошуку стійких до гербіцидів форм висівали по 12–24 шт. насінин у лунку. Це було зроблено для збільшення обсягів вибірки.

Контролювання чисельності бур'янів проводили вручну, окрім ділянок де застосовували гербіциди Євро-Лайтнінг та Експрес.

Ділянки просторового ізолюваного розмноження обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг у фазі 2–4 листків у дозі 1,2 л/га. Гербіцид наносили не тільки на листову поверхню рослин, а й на точку росту.

Гербіцид Експрес вносили одноразово дозою 20–25 г/л у фазу 2–8 пар листків.

Морфологічний опис ознак та оцінку рівня ушкодження соняшнику гербіцидом проводили за системою UPOV [57–60] та методикою описаною у

роботах С. Sala [61] та А. С. Троніна [62, 63]. Матеріали аналізували за наступними показниками:

- рослини уражені;
- рослини, що мають різний рівень ураження (хлорозу);
- повністю некротичні (відмерлі) рослини.

Для встановлення характеру успадкування кількісних ознак за ступенем домінантності (h_p), використовували формулу Б. Гріффінга [54] та градацію Г. Бейла і Р. Аткинса [65]:

$$h_p = (F_1 - MP) / (P_{\max} - MP), \quad (1)$$

де h_p – оцінка домінантності;

F_1 – середнє арифметичне гібридів першого покоління;

$P_{\max}$ – середнє арифметичне батьківської форми з найбільшим проявом ознаки;

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм.

Оцінку даних проводили за такою градацією:

- 1) $h_p < -1$ – від’ємне наддомінування (від’ємний гетерозис, або депресія);
- 2) $-1 \leq h_p < -0,5$ – від’ємне домінування;
- 3) $-0,5 \leq h_p \leq 0,5$ – проміжне успадкування;
- 4) $+0,5 < h_p \leq 1$ – позитивне домінування;
- 5) $h_p > 1$ – позитивне наддомінування (позитивний гетерозис).

Відсоток справжнього та гіпотетичного гетерозису обраховували за формулами запропонованими Х. Даскалевим [66]:

справжній гетерозис:

$$X = (F_1 - P_{\max}) * 100 / P_{\max}, \quad (2)$$

де F_1 – значення ознаки гібрида,

$P_{\max}$ – найбільше значення ознаки одного з батьків,

гіпотетичний гетерозис:

$$X = F_1 * 100 / MP, \quad (3)$$

де F_1 – значення ознаки гібрида,

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за методикою [67, 68] та за використання прикладної програми «Statistika–6».

Рівень лушпинності сім'янок соняшника визначали гідротермічним методом [69].

Польові обстеження проводили за методикою контролю та дотриманням технології вирощування насіння гібридів соняшнику першого покоління на ділянках гібридизації і розмноження насіння батьківських форм супереліти та еліти [70]. Під час польових обстежень визначали якість проведення сортових бракувок, фітосанітарних прочисток на ділянках гібридизації і розмноження батьківських форм гібридів.

З початку і до повного цвітіння стерильних форм проводили три польових обстеження: перше – за цвітіння 10–15 % рослин стерильного аналогу; друге – за цвітіння біля 50 % рослин; третє – за цвітіння 90–100 % рослин. Обстеження проводили з інтервалом три–чотири доби. За першого обстеження брали по чотири рослини, за другого і третього – по 20. Рослини обстежували через 20 м у 20-ти місцях [70].

Створені батьківські компоненти аналізували за стійкістю до несправжньої борошнистої роси, рас вовчку, фомопсису, іржі, білої та сірої гнилей. Для визначення стійкості зразків використовували шкалу-класифікатор стійкості соняшнику до збудників хвороб (Додаток Г) [7, 71].

2.4 Технологія створення вихідного матеріалу для ведення гетерозисної селекції соняшнику кондитерського напрямку використання

Необхідною умовою для ведення гетерозисної селекції соняшнику є наявність ліній-закріплювачів стерильності, їх стерильних аналогів та ліній-відновлювачів фертильності.

У процесі досліджень розроблено схему створення закріплювачів стерильності соняшнику та їх стерильних аналогів, зокрема, стійких до

гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, за використання якої значно скорочується селекційний процес.

На першому етапі за гібридизації зразків господарсько-цінні ознаки (у даному випадку стійкість до гербіциду) переносили на нормальну плазму. Таким чином отримуємо кандидати у закріплювачі стерильності (рис. 2.1).

$$\begin{array}{c} \text{♀ } \textit{ZitN rfrfBBimrimr} \times \text{♂ } \textit{ZitS RfrfBbImrImr} \\ \downarrow \\ \begin{array}{c} \textit{ZitN RfrfBBImrimr} \\ \textit{ZitN rfrfBBImrimr} \\ \textit{ZitN RfrfBbImrimr} \\ \textit{ZitN rfrfBbImrimr} \end{array} \end{array}$$

Рис. 2.1 **Схема перенесення генів стійкості до гербіциду та отримання кандидатів у закріплювачі стерильності соняшнику**

Отримане потомство гетерозиготне за генами стійкості та галуженням стебла. Для переведення їх у гомозиготний стан проводили самозапилення рослин та відбір стійких, однокошикових гомозиготних форм.

Резистентні нащадки схрещували із стерильною формою. У потомства проводили аналіз за ознакою «стерильність–фертильність». Якщо усі рослини були стерильними, то рослина-кандидат є закріплювачем стерильності. Його і надалі схрещували (до BC₄) із стерильною формою, створюючи таким чином стерильний аналог (рис. 2.2).

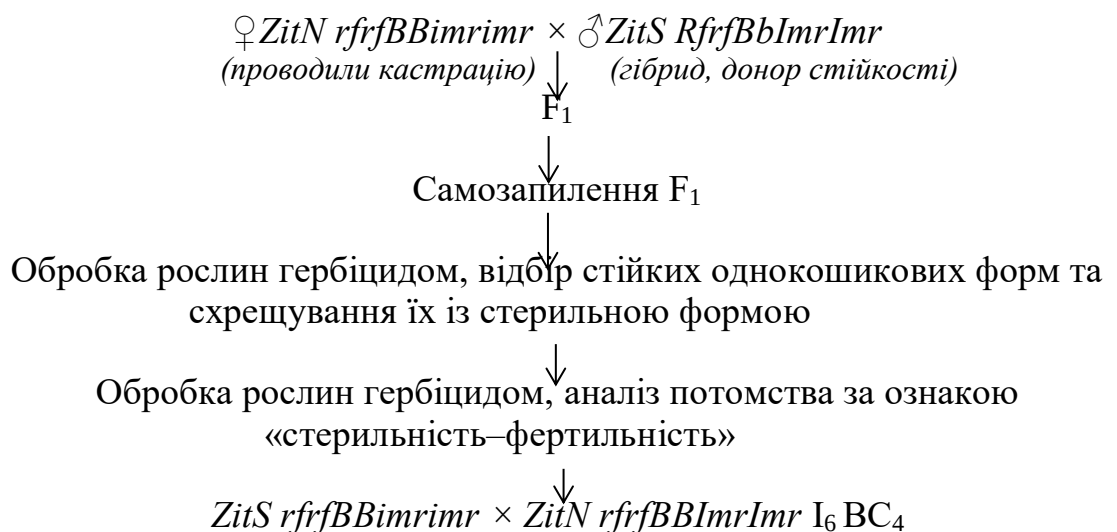


Рис. 2.2 **Схема отримання ліній-закріплювачів стерильності та їх стерильних аналогів резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів**

Відновлювачі фертильності стійкі до гербіциду Євро-Лайтнінг створювали за аналогічною схемою. У процесі досліджень відбирали рослини із галуженим стеблом та резистентністю до гербіциду Євро-Лайтнінг (рис. 2.3).

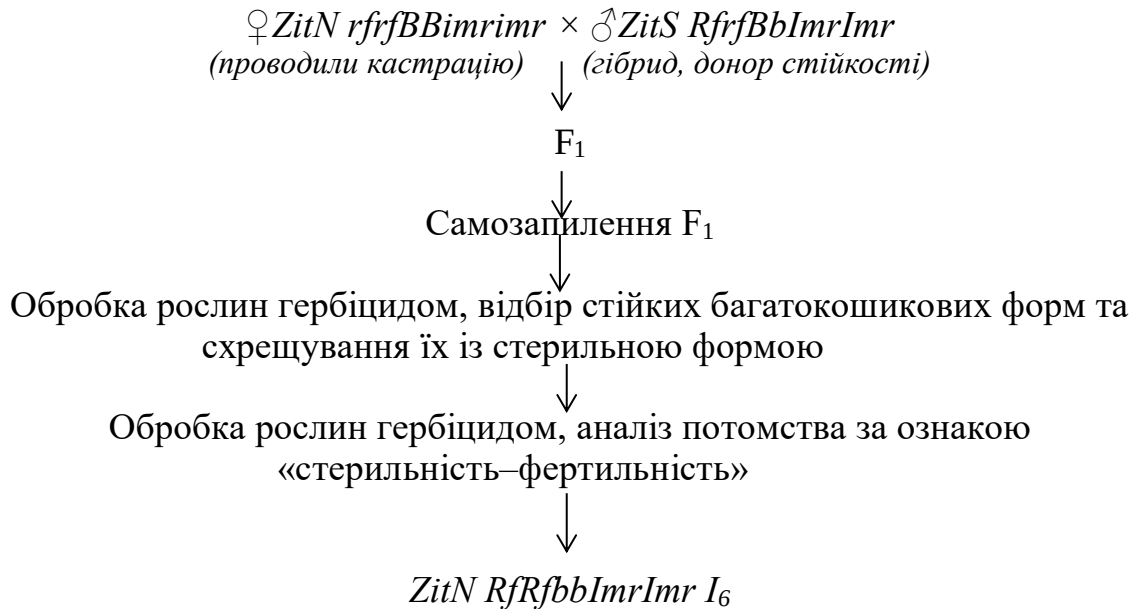


Рис. 2.3 Схеми створення ліній-відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання до гербіцидів групи імідазолінонів

Для виділення відновлювачів фертильності фертильні багатокошикові форми схрещували із стерильною формою. Потомство аналізували за ознакою «стерильність–фертильність». Рослини, які давали фертильне потомство і є відновлювачами фертильності.

Для отримання крупноплідного та резистентного до гербіцидів групи сульфонілсечовин вихідного матеріалу використовували аналогічні схеми.

Висновки до розділу 2

1. У цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування соняшнику кондитерського напрямку використання.

2. Погодні умови за роки досліджень (2015–2017 рр.) суттєво відрізнялись і характеризувалися значною мінливістю порівняно з середньо багаторічною нормою.

3. Вихідний матеріал є досить різноманітним за генетичним та еколого-географічним походженням, що дозволяє виявити зразки з різним проявом господарсько-цінних ознак.

4. Методики, що використовувались у дослідженнях, є загальноприйнятими та ефективними, завдяки чому можна достовірно провести оцінку досліджуваних показників.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ

3.1 Оцінка колекційних зразків соняшнику кондитерського

У процесі роботи було створено колекцію соняшнику кондитерського напрямку використання. Опис матеріалів проводили з ідентифікацією 38 морфологічних ознак у різні етапи онтогенезу рослин [57].

Морфологічні ознаки рослин – це зовнішні ознаки, що сприймаються візуально або за допомогою спеціальних інструментів (лупи, світлового або електронного мікроскопа).

Під час створення батьківських форм галуження рослин соняшнику є ефективною маркерною ознакою. Зазвичай, лінії закріплювачі стерильності та їх стерильні аналоги – однокошикові, а лінії-відновлювачі фертильності пилку доцільно мати з інтенсивним галуженням стебла з рецесивним типом успадкування. Наявність бічних кошиків продовжує період продукування пилку, підвищує пилкову продуктивність та забезпечує високий рівень запліднення материнських форм соняшнику на ділянках гібридизації [25].

У виробництві особливу увагу звертають на висоту рослин соняшнику. За цією ознакою рослини поділяють на шість груп [7, 25]:

- карликові (80–90 см);
- напівкарликові (90–100 см)
- середньо-низькі (100–120 см)
- середні (120–140 см)
- середньо-високі (140–160 см)
- високі (160–190 см)

Високорослі рослини виносять з ґрунту значно більше поживних речовин, ніж низькорослі. Тому, нині ведеться селекція на створення форм соняшнику висотою 140–160 см [25].

Положення кошика у рослин соняшнику відносно стебла визначає адаптацію рослин до умов вирощування. Бажаним є вертикальне та напівобернене до низу положення кошика. Таке розташування сприяє стіканню вологи в дощовий період та знижує ймовірність ураження його гнилями. Всього існує дев'ять типів положення кошика відносно стебла від напівоберненого (135°) до оберненого до низу (180°), від горизонтального (0°) до вертикального (90°) [25].

Форма кошика значно впливає на архітектуру та продуктивність рослини. Для більшості селекційних зразків характерна плеската форма, яка зменшує вірогідність ураження кошика гнилями.

Висота верхівки листка відносно місця прикріплення листкової пластинки може бути нижче, на рівні та вище. Останні, як форми з еректоїдним розташуванням листка, мають менший кут відхилення від стебла та використовуються в селекції з метою створення сортів і гібридів соняшнику пристосованих до вирощування за загущених посівів.

Гофрованість листка залежить від будови губчастої та стовбчастої тканини. Ступінь гофрованості має широкий діапазон – від слабкої до дуже сильної [7, 25].

У посівах соняшнику забарвлення, форма, положення та щільність язичкових квіток кошика також має важливе значення і сприяє привабленню комах-запилювачів (бджіл, джмелів). Жовте забарвлення язичкових квіток є найпоширенішим [10].

Характер прикріплення зовнішніх листків обгортки, їх форма та довжина верхівки впливають на ступінь пошкодження рослин хворобами та шкідниками. У рослин соняшнику де листові обгортки щільно охоплюють кошик, спостерігається накопичення шкідливих комах та мікроорганізмів. Це призводить до ураження насіння та зниження його посівних якостей.

У соняшнику, зокрема, кондитерського напряму використання, забарвлення сім'янки досить різноманітне – від білого до чорного через сірі або коричневі відтінки та смугасті форми.

Наша колекція включає низку високопродуктивних зразків соняшнику кондитерського напрямку використання, що можуть бути вихідним матеріалом для ведення гетерозисної селекції культури (табл. 3.1).

Усі зразки характеризуються слабкою інтенсивністю антоціанового забарвлення гіпокотилу, великими листками, що безпосередньо впливає на розмір насінини. Матеріали мають помірно-зелене забарвлення листкової пластини. За вказаною ознакою вирізняється сорт Орешек, у якого листки світло-зеленого кольору. За розміром зубців листка виділено сорти Орешек та Німецький карлик, що характеризуються грубими та дуже грубими зубцями – відповідно. Сорти Донський крупноплідний, Лакомка та Орешек мають великі за розміром вушка листка, у той час, як Запорізький кондитерський має помірні вушка, а Німецький карлик – дуже великі. Також зразки Донський крупноплідний, Лакомка і Орешек характеризуються слабко вираженими крилами у листка. В сорту Запорізький кондитерський крила помірно-виражені, а в Німецького карлика – сильно виражені.

Листок за найнижчими бічними жилками у сортів Донський крупноплідний, Лакомка та Запорізький кондитерський – гострий, у зразків Орешек і Німецький карлик – близький до прямого. У сортів Орешек та Німецький карлик верхівка листка знаходиться вище відносно місця прикріплення листкової пластинки, що дозволяє віднести їх до ериктоїдних форм, придатних до вирощування у загущених посівах.

Матеріали різняться за положенням язичкових квіток відносно кошика. Так, у сортів Донський крупноплідний та Лакомка язичкові квітки зігнуті за довжиною, у Запорізького кондитерського та Німецького карлика – сильно зігнуті у напрямку кошика, а у сорту Орешек язичкові квітки займають плескате положення.

Таблиця 3.1

Характеристика колекційних зразків соняшнику кондитерського напрямку використання, 2014–2017 рр.

№ п/п	Морфологічні ознаки	Колекційний матеріал				
		Донський крупноплідний	Лакомка	Запорізький кондитерський	Орешек	Німецький карлик
1	2	3	4	5	6	7
1	Наявність антоціанового забарвлення (гіпокотиль)	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність
2	Площа листової пластини	велика	велика	велика	велика	велика
3	Інтенсивність зеленого забарвлення листка	помірна	помірна	помірна	слабка	помірна
4	Гофрованість листка	слабка	слабка	помірна	слабка	середня
5	Листок за розміром зубців	помірні	помірні	помірні	грубі	дуже грубі
6	Вушка листка за розміром	великі	великі	помірні	великі	дуже великі
7	Крила у листка	слабо виражені	слабо виражені	помірні	слабо виражені	сильно виражені
8	Листок за найнижчими бічними жилками	гострий	гострий	гострий	близький до прямого	близький до прямого
9	Форма листка у поперечному розрізі	сильно увігнута	сильно увігнута	плеската	сильно увігнута	плеската
10	Форма верхівки листка	загострена	загострена	загострена	загострена	загострена
11	Висота верхівки листка відносно місця прикріплення листової пластинки	на рівні	на рівні	на рівні	вище	вище
12	Опушеність верхівки стебла	сильна	сильна	помірна	помірна	сильна
13	Щільність розміщення язичкових кіток	помірна	помірна	помірна	помірна	помірна
14	Язичкові квітки за формою	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
15	Язичкові квітки за положенням відносно кошика	зігнуті за довжиною	зігнуті за довжиною	сильно зігнуті у напрямку кошика	плескати	сильно зігнуті у напрямку кошика
16	Забарвлення язичкових квіток	помірно-жовте	помірно-жовте	оранжево-жовте	оранжево-жовте	помірно-жовте
17	Забарвлення трубчастих квіток	оранжеве	жовте	оранжеве	оранжеве	жовте
18	Антоціанове забарвлення приймочки трубчастих квіток	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність	слабка інтенсивність	помірна інтенсивність	слабка інтенсивність
19	Листкові обгортки за формою	не чітко видовжені	чітко видовжені	не чітко видовжені	не чітко видовжені	чітко видовжені
20	Листкові обгортки за довжиною верхівки	середні	середні	дуже довгі	довгі	середні
21	Інтенсивність зеленого забарвлення листкових обгортки	помірна	помірна	помірна	помірна	помірна
22	Листкові обгортки за положенням відносно кошика	не охоплюють	не охоплюють	злегка охоплюють	злегка охоплюють	злегка охоплюють
23	Висота рослини, см	250±7	225±8	195±9	155±7	90±4
24	Наявність галуження рослини	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє	відсутнє
25	Тип галуження	—	—	—	—	—
26	Положення центрального кошика відносно бічних	—	—	—	—	—
27	Положення кошика	Напівобернене донизу із прямим стеблом	напівобернене донизу із зігнутим стеблом	напівобернене донизу із зігнутим стеблом	напівобернене донизу із зігнутим стеблом	напівобернене донизу із зігнутим стеблом
28	Діаметр кошика, см	31,8±3	27,6±5	38±3	37,6±4	32,3±2
29	Кошик за формою з боку сім'янок	ледь випуклий	ледь випуклий	ледь випуклий	ледь випуклий	ледь випуклий
30	Період вегетаційний	середньопізній	пізньостиглий	пізньостиглий	середньопізній	ранньостиглий

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
31	Довжина сім'янки, см	1,5	1,5	2,0	1,9	1,6
32	Форма сім'янки	вузько- яйцеподібна	вузько- яйцеподібна	вузько- яйцеподібна	вузько- яйцеподібна	вузько-яйцеподібна
33	Сім'янка за товщиною відносно ширини	середня	середня	середня	середня	середня
34	Основне забарвлення сім'янки	чорне	чорне	сіре	сіре	сіре
35	Смужки на краях сім'янки	слабо виражені	відсутні	сильно виражені	сильно виражені	сильно виражені
36	Смужки між краями	слабо виражені	відсутні	сильно виражені	сильно виражені	слабо виражені
37	Забарвлення смужок сім'янки	сіре	—	біле	біле	біле
38	Плямистість перикарпію	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня

За висотою рослин сорти Донський крупноплідний (250 см), Лакомка (225 см) і Запорізький кондитерський (195 см) відносяться до групи високорослих рослин, сорт Орешек – середньорослий (155 см), Німецький карлик – низькорослий (90 см).

Галуження стебла у зразків відсутнє.

Найбільший кошик зафіксовано у сортів Запорізький кондитерський та Орешек – 38,0 см і 37,6 см, дещо менший діаметр кошика був у зразків Донський крупноплідний і Німецький карлик – 31,8 і 32,3 см. Найменший кошик мав сорт Лакомка – 27,6 см.

За тривалістю вегетаційного періоду матеріали розподілено на пізньостиглі (Лакомка, Запорізький кондитерський), середньопізні (Донський крупноплідний, Орешек) та ранньостиглі (Німецький карлик).

Усі форми мають вузько-яйцеподібну форму сім'янки та є донорами крупноплідності. Сорти Донський крупноплідний (рис. 3.1), Лакомка (рис. 3.2) та Німецький карлик (рис. 3.3) мають крупне насіння – 1,5–1,6 см довжиною.



Рис. 3.1 Насіння соняшнику сорту Донський крупноплідний

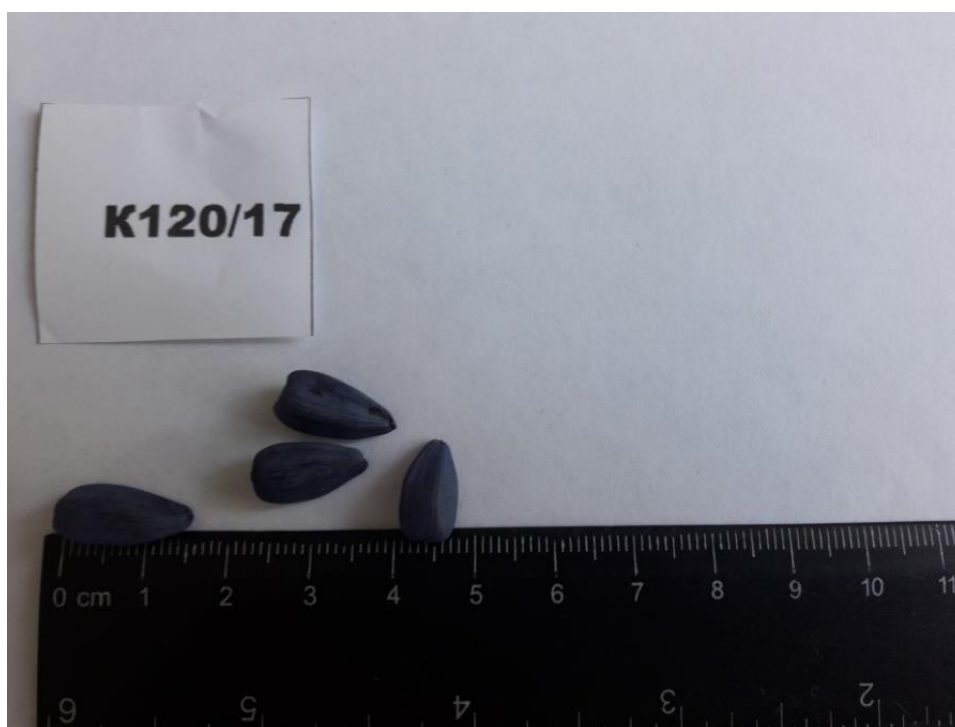


Рис. 3.2 Насіння соняшнику сорту Лакомка



Рис. 3.3 Насіння декоративного соняшнику сорту Німецький карлик

Для сортів Запорізький кондитерський (рис. 3.4) і Орешек (рис. 3.5) характерною особливістю є дуже велике насіння – 2,0 – 1,9 см – відповідно.



Рис. 3.4 Насіння соняшнику сорту Запорізький кондитерський



Рис. 3.5. Насіння соняшнику сорту Орешек

Сорт Донський крупноплідний має чорне забарвлення сім'янки, смужки на краях та між краями слабо виражені сірого кольору. Лакомка характеризується чорним насінням без смужок. Сорти Запорізький кондитерський та Орешек мають сіре забарвлення сім'янки, сильно виражені смужки білого кольору на краях та між краями.

Для Німецького карлика характерне насіння сірого кольору, смужки на краях сім'янки – сильно виражені, а між краями – слабо виражені білого кольору.

3.2 Характеристика карликових форм соняшнику

Висота рослин соняшнику відіграє важливу роль у формуванні врожаю насіння. Вченими встановлено значну позитивну кореляцію між урожаєм насіння і висотою рослини [72–79].

Висота стебла є ключовим параметром за селекції на бажаний габітус рослини. Важливим є аналіз типу успадкування даної ознаки в поколінні F_1 . У той час як великою кількістю досліджень виявлено, що адитивна дія генів має вагоме значення в експресії генів висоти стебла [80–84, 87]. Також вченими встановлено, що може переважати і неадитивна дія генів. А. Р. Tyagi і Е. Gangappa [85, 86] довели, що обидва генетичні компоненти мають однакове значення в успадкуванні висоти стебла.

У дослідженні, проведеному R. Marinkovic і D. Skorik [88], коефіцієнт успадкування висоти рослин коливався від 0 до 83,9 %, в той час R. Marinkovic, B. Dozet і J. Crnobarac [89] повідомив, що середні значення коефіцієнта успадкування даної ознаки склали 52,0 і 95,6 %.

Вчені стверджують, що гетерозис у соняшнику часто проявляється за висотою рослин. Значний позитивний гетерозис описаний В. К. Морозовим [12], V. Voljf і P. Dumancheva [90]. Проте, S. K. Chaudhary і I. J. Anand [91] за цією ознакою виявили негативне значення гетерозису (–22,5 %) [25].

D. Skorik і R. Marinkovic [72, 92] стверджують, що залежно від комбінації схрещування, висота рослини соняшнику успадковувалася за типом часткового домінування, домінування або наддомінування. За N. Hlandi [93], наддомінування було найпоширенішим способом успадкування висоти рослини, іноді виявлялося часткове домінування або домінування [25].

Генетикою карликових сортів соняшнику займалися В. А. Гаврилова і І. Н. Анісімова [94]. Карликовість контролювалася двома рецесивними генами *i* та *dw*. Їх взаємодія має форму рецесивного епістазу. Цей тип успадкування характеризує дію генів, що спричиняють формування значно коротшого міжвузля, збільшення кількості міжвузлів і тривалості періоду вегетації. Другий тип успадкування вирізняється додатковою адитивною дією рецесивних алелей, що найменше, трьох генів *sht1*, *sht2* і *sht3*. Цей тип успадкування характерний для ліній ВІР319 і ВІР328. Третю форму успадкування висоти рослини знайдено у напівкарликових лініях ВІР253, ВІР500, ВІР501 і ВІР648. Вона включає в себе полігенну дію трьох генів *sd*, що характеризуються неповним домінуванням. Другий і третій тип успадкування було пов'язано з укороченням міжвузля і зменшенням їхньої кількості [94].

Програмою наших досліджень передбачалось створення низькорослих зразків соняшнику кондитерського напрямку використання та проведення їх оцінки за основними господарсько-цінними ознаками. Для реалізації програми проводили гібридизацію високорослих форм з короткостебловими. Потомство аналізували за висотою рослин та визначали тип успадкування [95, 105].

Для вивчення та створення крупноплідних карликових форм у якості донора використовували низькорослий зразок декоративного соняшнику сорту Німецький карлик. Ця форма є одноквітковою і має висоту 90 см. Її схрещували з високорослими сортами соняшнику кондитерського напрямку використання Роднік, Візит та Харківський кондитерський (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Характеристика батьківських компонентів схрещування, 2014–2017 рр

Показник	Селекційний матеріал		
	Харківський кондитерський	Візит	Роднік
Висота рослин, см	185±4	120±5	170±3
Діаметр кошика, см	24,7±2	32,7±2	24,6±3

Продовження таблиці 3.2

Маса 1000 насінин, г	115,5±5	100,6±2	85,3±4
Лушпинність, %	21,7±3	28,3±2	31,2±3
Вміст білку, %	25,4±2	20,7±2	27,5±3
Олійність, %	54,2±2	52,3±2	52,1±2
Період вегетації, діб	120	130	100
Довжина сім'янки, см	1,4	1,4	1,3
Галуження	—	—	—

За гібридизації зразків Німецький карлик × (Роднік × Візит) отримали високорослі рослини першого гібридного покоління F_1 . Схрещуванням карликових рослин зі скороченими міжвузлями з високорослими отримали високорослі форми. Вирівняність за висотою та одноманітністю першого покоління підтверджує положення першого закону Г. Менделя – одноманітності гібридів першого покоління.

У другому поколінні (F_2) спостерігався майже неперервний ряд за висотою. Тому, серед потомства відібрали низькорослі форми та провели беккросування на Харківський кондитерський (BC₄). Завдяки беккросуванню було передано крупноплідність карликовим формам.

Розщеплення рослин соняшнику за висотою після беккросування із декоративним зразком Німецький карлик наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Розщеплення беккросних потомств соняшнику за висотою рослин,
2014–2017 рр.**

Кількість беккросів	Кількість рослин за висотою, %		
	120–140 см	91–119 см	<90 см
BC ₁	25,0	50,0	25,0
BC ₂	6,3	37,5	56,3
BC ₃	4,0	52,0	44,0
BC ₄	2,3	50,0	47,8

Після проведення першого беккросу (BC_1) отримали розщеплення рослин за висотою 1:2:1, де була одна частина середньорослих рослин (120–140 см), дві частини низькорослих (91–119 см) та одна частина карликових рослин (<90 см). Надалі із групами середньорослих та низькорослих рослин провели низку беккросів на Німецький карлик. На карликових формах проводили самозапилення.

У другому беккросі (BC_2) відсоток карликових рослин збільшився до 56,3 %, частка низькорослих та середньорослих рослин зменшилася до 37,5 % та 6,3 %, відповідно.

Після BC_3 частка низькорослих рослин соняшнику зростає до 52,0 %, а кількість карликових рослин становила 44,0 %. За аналізування рослин BC_4 встановлено, що частка низькорослих рослин становила 50 % від загальної кількості, карликових рослин дещо – менше, 47,8 %, а відсоток середньорослих рослин після BC_4 зменшився до 2,3 %.

Створені зразки відрізнялися за висотою рослин, діаметром кошика, довжиною насінини, масою 1000 насінин та тривалістю вегетаційного періоду (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Характеристика створених низькорослих зразків соняшнику
кондитерського напрямку використання, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					НІР ₀₅
	Німецький карлик (st)	1042	1317	2518	3280	
Висота рослин, см	90	103	96	100	105	4,9
± до стандарту	–	+13	+6	+10	+15	–
Діаметр кошика, см	18,4	22,1	20,6	21,5	24,3	1,1
± до стандарту	–	+3,7	+2,2	+3,1	+5,9	–
Довжина насінини, см	0,6	0,8	1,0	0,9	1,1	0,1
± до стандарту	–	+0,2	+0,4	+0,3	+0,5	–
Маса 1000 насінин, г	80,1	96,2	110,4	100,8	90,3	3,8

Продовження таблиці 3.4

± до стандарту	–	+16,1	+30,3	+20,7	+10,2	–
Вегетаційний період, діб	115	115	120	110	115	5,7
± до стандарту	–	0	+5	-5	0	0

Примітка* зразок 1042 – ♀Харківський кондитерський × ♂Німецький карлик; 1317 –♀(Роднік × Візит) × ♂Німецький карлик; 2518 –♀(Харківський кондитерський × (Роднік × Візит)) × ♂Німецький карлик; 3280 –♀ Харківський кондитерський × ♂Німецький карлик.

Отримані зразки за висотою було розподілено на три групи – напівкарлики, середньо-низькі та середні. Найнижчі рослини мав зразок 1317, його висота не перевищувала 96 см. Не істотно вищими були рослини лінії 2518 із показником 100 см.

Створені матеріали різнилися за тривалістю вегетаційного періоду. Три зразки були середньопізними, 1042 і 3280 із тривалістю періоду «сходи – фізіологічна стиглість» 115 діб та 2518 – 110 діб. Зразок 1317 виявився пізньостиглим з тривалістю вегетаційного періоду 120 діб.

Найкрупнішим насінням вирізнялися зразки 3280 (1,1 см) та 1317 (1,0 см). За цим показником зразки 2518 (0,9 см) та 1042 (0,8 см) їм істотно поступалися.

Розмір кошику є важливою ознакою, яка впливає на формування врожаю. Найменший діаметр кошика був у зразків 1317 (20,6 см) і 2518 (21,5 см). Проте, ці матеріали мали найбільшу масу 1000 насінин – 110 і 100 г, відповідно. Істотно більший кошик був у ліній 3280 (24,3 см) і 1042 (22,1 см), але ці матеріали характеризувалися нижчою масою 1000 насінин (90,3 і 96,2 г, відповідно). Це пояснюється тим, що збільшення розміру кошика у соняшнику призводить до зниження виходу ядер (грам з кошика), підвищеного вмісту лущиння та збільшення кількості пустого насіння.

Отже, створені зразки майже за всіма показниками значно перевищували стандарт Німецький карлик.

Отримані високорослі рослини самозапилювали. За висотою їх потомство дало розщеплення 3:1, де три частини було високих рослин та одна частина низькорослих (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Розщеплення гібридів F₁ за висотою рослин, після самозапилення,
2014–2017 рр.**

Клас за розщепленням	Висота рослин, см	Кількість рослин, шт.	Співвідношення
1	130–140	76	3
2	90–100	24	1

Відібрані низькорослі гомозиготні форми далі використовували як кандидати у закріплювачі стерильності.

3.3 Ідентифікація зразків соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин.

Стійкість до дії імідазолінонів вперше було виявлено у дикого соняшнику в Канзасі у (1996 р.) на полі, після сівби сої, яка оброблялася гербіцидом впродовж семи років поспіль [25].

Дослідницька група USDA-ARS (NDSU) перенесла генетичну стійкість у культурний соняшник і в 1998 р. створили лінії "IMISUN" для виробничого використання. У цей же час, дослідники Інституту польових і овочевих культур Новий Сад і кілька приватних компаній в Аргентині перенесли ІМІ-стійкість від дикої популяції *H. annuus* L. з Канзасу в їх власні елітні лінії і створили перші ІМІ-стійкі гібриди [15, 25].

G. Malidza [96] з командою повідомили про те, що стійкість до імідазолінонів від дикого *H. annuus* L. з Канзасу передано в елітну лінію НА-26 за допомогою трьох поколінь у рік (один в полі і два в теплиці). Вони відмітили, що стійкість контролювалась одним частково домінантним геном. L. C. Alonso був одним з перших у світі, хто передав гени дикого *H. annuus* L. з популяцій, зібраних в Канзасі, в культивовані генотипи соняшнику, стійкі до

гербіциду імазетапір, який на 100 % знищує чисельність популяції вовчка у соняшнику [25, 97].

Вивчаючи успадкування стійкості до імідазолінових гербіцидів за допомогою F_2 і в тест-крос популяціях, J. M. Bruniard та J. F. Miller [98] прийшли до висновку, що стійкість контролюється двома генами, головний ген, який має напівдомінантний тип дії (*Imr1*) і другий ген-модифікатор (*Imr2*), коли присутній головний ген.

Стійкість у соняшнику може бути досягнута тільки за гомозиготності (*Imr1Imr1*, *Imr2Imr2*) обох генів стійкості в інбредній лінії або в гібриді [25].

Під час роботи з беккросними поколіннями за ІМІ-стійкістю, рекомендується використовувати рекурентного батька як материнську форму, а F_1 і ВС – як батька. Потім, самозапилення рослин-донорів (F_1 і ВС) призведе до отримання гомозиготних генотипів у наступному поколінні. Ці гомозиготні рослини можуть бути використані для створення нових ІМІ-стійких ліній.

Гетерозиготні рослини менш толерантні, ніж гомозиготні, особливо в теплиці. Для скринінгу необхідно використовувати різні концентрації гербіциду під час відбору за фенотипом, не пошкоджуючи толерантні гетерозиготні рослини [25].

Впродовж 15 діб після обробки можна візуально розрізняти рослини за фенотипом – стійкі, проміжний тип з хлорозом (пожовтінням), проміжний тип із сильним пожовтінням, відмерлі рослини (сприйнятливі).

За селекції ІМІ-стійкого соняшнику, рекомендуються такі положення про застосування гербіцидів для скринінгу селекційного матеріалу:

- для гетерозиготних поколінь (F_1 , ВС) – одноразова доза гербіциду ІМІ в польових умовах і половинна доза для тестування в теплиці;
- для гомозиготних поколінь (F_2 – F_n) – дворазові дози гербіциду ІМІ в польових умовах і одноразові дози в теплиці.

Кращою фазою для перевірки стійкості соняшнику до ІМІ гербіцидів є етап трьох–п'яти пар справжніх листків. Важливими параметрами при цьому є

кількість води, що використовується для приготування робочого розчину, швидкість розпилювача (5 км/год) і однорідність обробки [98].

Введення генів стійкості до ІМІгербіцидів від дикого соняшнику *H. annuus* L., з Канзасу в елітні Б або *Rf*-лінії здійснюється шляхом зворотніх схрещувань за постійного скринінгу стійкості і видаленні сприйнятливих поживних рослин (рис. 3.6).

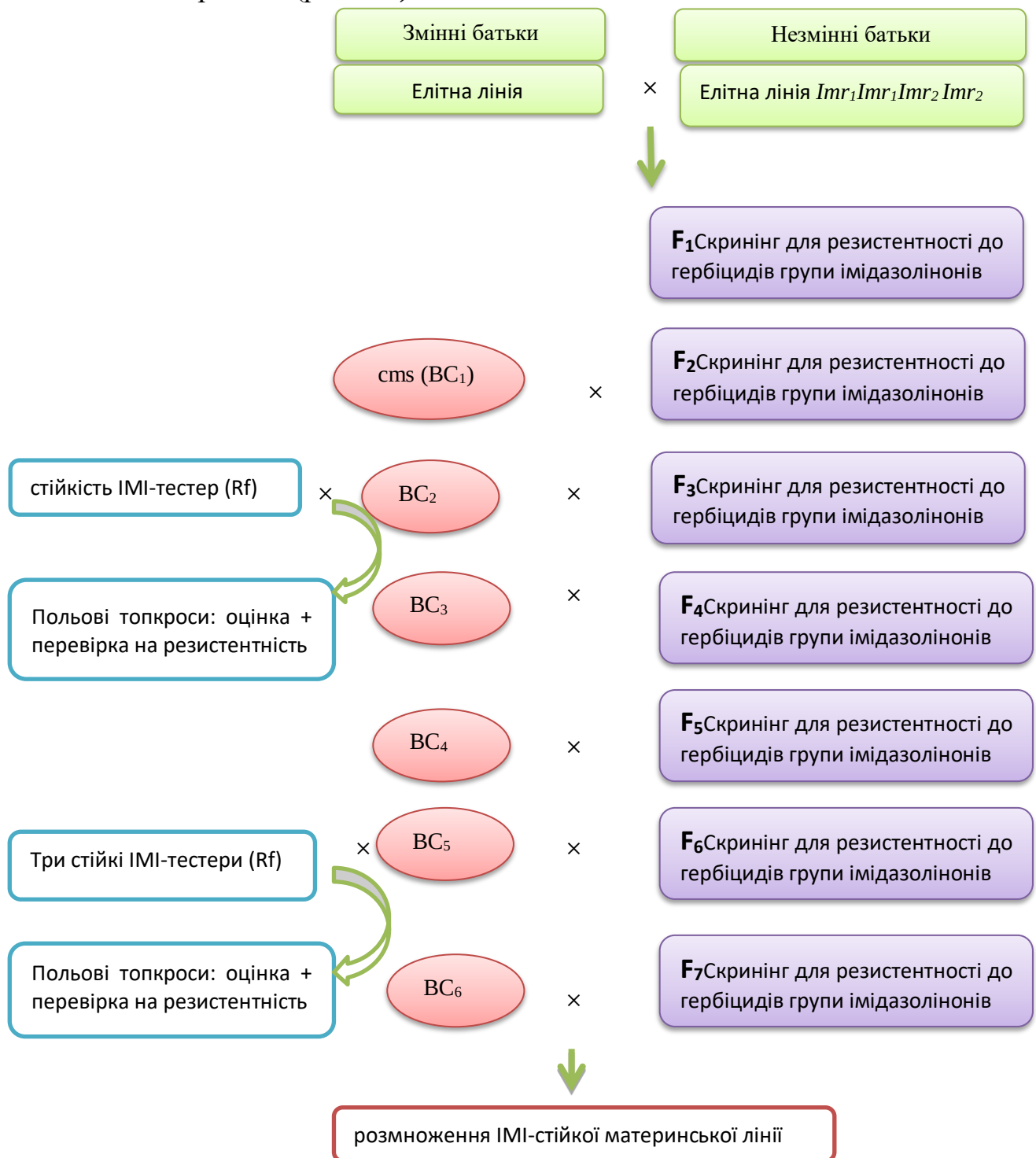


Рис. 3.6 Схема отримання ІМІстійкої лінії соняшнику [25]

Ефективність контролювання чисельності бур'янів за допомогою ІМІ-стійких гібридів і гербіцидів з групи імідазолінонів було тотально проаналізовано К. Khatib та J. F. Miller [15].

G. Malidza [96] отримав деякі цікаві результати, використовуючи гербіцид Пульсар 40 в дозі 1,2 л/га в мережі випробувань, проведених в Сербії в 2000–2003 рр. Було виявлено, що Пульсар 40, ефективно контролює *Abutilon theophrasti*, *flexus*, *Amaranthus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum convolvulus*, *Polygonum persicaria*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigrum*, *Xanthium strumarium*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Setaria verticillata* і *Sorghum halepense*, але не було ефективності в контролі *Hibiscus trionum* і *Convolvulus arvensis*. Імазамокс припиняв ріст багаторічних бур'янів упродовж 2–4 тижнів після обробки (*Sorghum halepense* і *Cirsium arvense*), що значно знижує їх негативний вплив на ріст та продуктивність соняшнику [25].

Хоча низку ІМІ-стійких гібридів було створено в різних частинах світу, їх комерційне виробництво не розширюється, як очікувалося, незважаючи на високу ефективність контролювання чисельності бур'янів і можливістю знищення різних рас вовчку. Кваліфіковане пояснення цьому має бути дано дослідниками соняшнику, представниками BASF і сільськогосподарськими економістами спільно [25].

C. Sala і M. Bulos [61] у 2012 році запропонували удосконалену шкалу для оцінки фітотоксичності. Бальну оцінку проводять через два тижні після обробки рослин гербіцидом: 0 – пошкоджені рослини відсутні; від 1 до 4 – збільшення ступеня хлорозу листків і зниження висоти рослин; від 5 до 8 – поява тератогенних змін і некрозу листків; 9 – повний некроз і загибель рослини. Для узагальнення результатів, необхідно обрахувати середнє значення балів фітотоксичності окремих форм для характеристики лінії в цілому. Якщо менше 0,5 балів – зразок толерантний; від 1 до 4 балів – помірно толерантний; від 5 до 8 – помірно сприйнятливий; більше 8,5 балів – сприйнятливий [62].

У наших дослідженнях обробку рослин соняшнику резистентних гібридів гербіцидом Євро-Лайтнінг проводили у фазу 2–4 листків, дозами 0,6, 1,2 і 1,8 л/га. Контролем були матеріали, які препаратом не оприскували (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Оцінка рівня фітотоксичності за обробки резистентних гібридів різними дозами гербіциду Євро-Лайтнінг (бал)

Селекційний матеріал	Доза внесення гербіциду Євро-Лайтнінг, л/га			
	0	0,6	1,2	1,8
2015 рік				
X4667	0	0	0	7
X4607	0	0	0	8
X4367	0	0	1	8
X9607	0	0	0	7
2016 рік				
X4667	0	0	1	8
X4607	0	0	0	8
X4367	0	0	0	7
X9607	0	1	0	8
2017 рік				
X4667	0	0	0	8
X4607	0	0	0	7
X4367	0	0	0	8
X9607	0	0	0	8

Під час застосування половинної дози гербіциду (0,6 л/га) у гібридів було відсутнє ушкодження рослин, проте значно підвищувався рівень забур'яненості посіву посівів. Використання рекомендованої норми внесення гербіциду (1,2 л/га) забезпечувало високу толерантність рослин до Євро-Лайтнінгу та значне зменшення чисельності бур'янів. За внесення гербіциду дозою 1,8 л/га у зразків спостерігали тератогенні зміни та некроз рослин.

До нині у Державний реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні не введено вітчизняних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів, тому актуальним є питання створення вихідного матеріалу, резистентного до гербіциду Євро-Лайтнінг.

Морфологічні ознаки є ефективною маркерною системою контролю чистоти рослинного матеріалу на певних етапах селекційного процесу. Стійкість до гербіциду можна використовувати як маркерну ознаку [99].

Нами було проведено роботу зі встановлення можливості використання гена *Imr/imr* як маркера з метою визначення гомо-гетерозиготності рослин за забарвленням листової поверхні після обробки гербіцидом Євро-Лайтнінг. Для встановлення впливу домінантного алеля на рівень стійкості на дослідних ділянках було проведено гібридизацію нестійких форм соняшнику зі стійкими формами. У дослідженнях використовували закріплювачі стерильності отримані з сортів Лакомка, Запорізький кондитерський та зразки з Китаю (9509/10, 9510/10), які було схрещено з донорами стійкості до гербіциду Євро-Лайтнінг (зразки із США (X9607, X4367, X4607, X4667) [100].

У процесі роботи зі створення вихідного матеріалу соняшнику з генетичною стійкістю до дії гербіциду Євро-Лайтнінг спостерігалася зміна кольору рослин після обприскування. В окремих стійких рослин колір змінився на жовто-зелений, а в інших – зміна кольору не спостерігалася, рослини залишились темно-зеленими. Цей факт наштовхнув на думку, що можлива фенотипова ідентифікація гомо-гетерозиготності матеріалів за геном *Imr/imr*. Тому, було проведено дослідження з вивчення фенотипового прояву цього гену на створених матеріалах соняшнику.

Рослини обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг (1,2 л/га) у фазі двох пар справжніх листків. Через сім діб після обробки рослини змінювались. За результатами обліків встановлено загибель 25 % рослин. Із 75 % рослин, що мали стійкість до гербіциду Євро-Лайтнінг, лише одна четверта частина не змінювала колір листової поверхні і мала характерне темно-зелене

забарвлення, а 50 % мали змінене забарвлення листкової поверхні – жовто-зелений колір.

Спостерігали фенотипове розчеплення 1:2:1 (стійкі зелені гомозиготні за геном стійкості *ImrImr* рослини : стійкі жовтувато-зелені гетерозиготні *Imrimr*: не стійкі гомозиготні *imrimr* рослини). Для підтвердження фенотипового розчеплення 1:2:1, було розраховано χ^2 .

Аналіз отриманих даних доводить, що $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{ст}}$, а це вказує на те, що нульову гіпотезу підтверджено і за забарвленням спостерігається розщеплення 1:2:1 (табл. 3.7).

Розрахунок критерію Пірсона (χ^2) наведено у додатках А 10 –А 13.

Таблиця 3.7

Розчеплення гетерозиготних рослин в I_1 за геном *Imr/imr*, 2014–2017 рр.

Селекційний матеріал	Кількість рослин у досліді	Розщеплення життєздатних рослин за забарвленням листків		Кількість загиблих рослин	χ^2
		темно-зелені	жовто-зелені		
Лакомка × X 9607	31	8	16	7	0,024
Запорізький кондитерський × X4367	27	7	14	6	0,97
9509/10 × X4607	25	7	12	6	0,118
9510/10 × X4667	25	6	13	6	0,038

Розрахунок критерію Пірсона (χ^2) наведено у додатках Б–Б 3.

Усі досліджувані рослини було розподілено на дві групи. До першої увійшли ті, що не змінили забарвлення листків після обробки гербіцидом Євро-Лайтнінг, до другої групи – рослини зі зміненим забарвленням листкової пластинки.

Для подальшої роботи було відібрано 28 рослин соняшнику, у яких забарвлення листків після обробки мало темно-зелений колір (перша група) і 55 рослин, у яких забарвлення листків було жовто-зеленим (друга група).

На наступний рік провели самозапилення матеріалів. Отримане насіння від кожної самозапиленої рослини було окремо зібрано, висіяно та у фазі 2–4 пар справжніх листків оброблено гербіцидом Євро-Лайтнінг у дозі – 1,2 л/га.

Через сім діб було проведено аналіз дії гербіциду на рослини. Матеріали з першої групи не дали фенотипового розщеплення, всі рослини були резистентними до гербіциду і не змінили колір. У другій групі рослин було виявлено розщеплення за фенотипом та стійкістю на три частини в співвідношенні 1:2:1. Одна частини матеріалів мала темно-зелене забарвлення листків, друга – жовто-зелене, а третя – не мала стійкості до гербіциду Євро-Лайтнінг (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Розщеплення гетерозиготних рослин у I₂ за геном *Imr/imr*, 2014–2017 рр.

Селекційний матеріал	Забарвлення листків у рослин попереднього покоління		Кількість рослин у досліді	Розщеплення життєздатних рослин за забарвленням листків		Кількість загиблих рослин	χ^2
	темно-зелене	жовто-зелене		темно-зелене	жовто-зелене		
Лакомка × X 9607	12	–	352	352	–	–	–
Запорізький кондитерський × X4367	9	–	254	254	–	–	–
9509/10 × X4607	8	–	194	194	–	–	–
9510/10 × X4667	6	–	101	101	–	–	–
Лакомка × X 9607	–	45	450	112	224	114	0,033
Запорізький кондитерський × X4367	–	12	361	89	180	92	0,051
9509/10 × X4607	–	10	299	75	148	76	0,037
9510/10 × X4667	–	9	261	65	129	67	0,064

Розрахунок критерію Пірсона (χ^2) наведено у додатках А 14–А 17.

Аналіз даних вказує на те, що $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{ст}}$, а це підтверджує нульову гіпотезу. Спостерігається розщеплення 1:2:1.

За результатами досліджень встановлено, що рослини з темним забарвленням листків, дають потомства, які після обробки не змінювали колір листової поверхні. Максимальна резистентність рослин до дії гербіциду проявляється лише, коли ген знаходиться в гомозиготному домінантному стані. Тобто, темно-зелені рослини є гомозиготами за домінантним геном *ImrImr*.

Встановлено, що гомозиготні і гетерозиготні рослини за геном стійкості відрізняються фенотипово (рис. 3.7). Це дозволяє проводити відбір гомозиготних резистентних форм соняшнику за забарвленням листової пластини рослин.



Рис. 3.7 Фенотиповий прояв гомо- гетерозиготності у соняшнику

Необхідно відмітити, що у популяціях другого покоління спостерігалось пригнічення рослин різного рівня резистентності (рис. 3.8).



Рис. 3.8 Рослини соняшнику з різним рівнем резистентності до гербіциду Євро-Лайтнінг

В окремих стійких рослин вирізняли помітне освітлення точки росту, деформація верхніх пар листків, припинення росту центральної бруньки. Не зважаючи на це рослини продовжували свій ріст і розвиток. Поява таких особин у другому поколінні, вказувала на неповне домінування та можливу наявність генів-модифікаторів. Аналогічні зміни підтверджено результатами досліджень інших вчених [101].

Окрім того, після обробки гербіцидом Євро-Лайтнінг у гетерозиготних рослин спостерігалася мінливість за рівнем пригнічення росту та розвитку рослин.

Найчастіше відмічали порушення росту гетерозигот – наявність галуження у однокошикових форм, деформацію центрального кошику

(рис. 3.9), галуження однокошикових форм соняшнику (рис. 3.10 і 3.11), редукцію центрального кошику (рис. 3.12) тощо.



Рис. 3.9 Деформація кошику, спричинена впливом гербіциду Євро-Лайтнінг



Рис. 3.10 Галуження однокошикових форм соняшнику

Такі формування можуть бути модифікаціями (морфозами) або пов'язаними з впливом гена-модифікатора. Усі отримані рослини було самозапилено.



Рис. 3.11 Сильна деформація однокошикових форм соняшнику

У наступному поколінні рослини, що мали фенотипові зміни (галуження стебла, редукцію кошиків тощо) також показали розщеплення у співвідношенні 1:2:1.



Рис. 3.12 Редукований кошик соняшнику

Наявність проміжного фенотипового класу за резистентністю до гербіциду пов'язано з неповним домінуванням гена *Imr/imr* у гетерозиготному стані. Мінливість за ступенем пригнічення рослин, що вижили у межах

«жовто-зеленого» класу є модифікаційною і визначається різницею у кількості гербіциду, який потрапив на окремі особини, та особливістю індивідуального морфо-фізіологічного стану рослин.

Завдяки генетичній стійкості форм соняшника можливо проводити схрещування і відбирати «істинні» гібриди, адже ген стійкості є геном-маркером.

Із якісних ознак особливе місце займають візуально помітні успадковувані маркерні ознаки, передача яких у материнських і батьківських форм гібридів значно спрощує операцію сортового прорідження ліній у процесі насінництва [99].

Отже, встановлено, що гомозиготні і гетерозиготні рослини за геном стійкості до гербіциду та забарвленням листків відрізняються фенотипово. Це дозволяє проводити відбір гомозиготних форм соняшнику з високою резистентністю до гербіциду Євро-Лайтнінг за забарвленням листової поверхні.

Для отримання вихідного матеріалу з генетичною резистентністю до дії гербіцидів групи імідазолінонів, необхідно проводити беккросування з метою перенесення генів стійкості від донорів іноземного походження до вітчизняних форм.

Одним із методів визначення гербіцидостійкості рослин соняшнику кондитерського напрямку використання є ідентифікація стійких форм на проростках. Даний метод використовували науковці Всеросійського науково-дослідного інституту олійних культур [101]. Цей метод не ефективний для ідентифікації зразків резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів, оскільки за обробки проростків гербіцидом відмінностей між стійкими та сприйнятливими формами не спостерігається. Проте, така методика ефективна для ідентифікації зразків стійких до трибенурон-метилу [63, 102].

Ідентифікацію стійкості ліній соняшнику до дії гербіцидів групи сульфонілсечовин проводили за методикою описаною у роботі А. С. Троніна [103]. Метод ґрунтується на оцінці росту та розвитку кореневої системи

проростків соняшнику за використання гербіциду Експрес. У дослідженнях аналізували закріплювачі стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання K1302/17, K1617/17 та K269/17. За контроль використовували сорт Орешек, який не має резистентності до гербіциду.

Насіння створених матеріалів пророщували у рулонах фільтрувального паперу за методикою визначення схожості насіння [104]. Коли проростки досягали довжини 1,5–2,0 см їх обробляли розчином гербіциду Експрес. Обробку проводили різними дозами гербіциду: 0,125, 0,25, 0,5, 0,75 і 1,0 г/л. На коріння, гіпокотиль та сім'ядолі проростка наносили по одній краплині гербіцидного розчину. Через сім діб після обробки проводили візуальну оцінку зразків на стійкість до гербіциду.

Нажаль нині в Україні немає норм, що регламентують кількість рослин стійких до гербіциду. Проте, за європейськими стандартами, стійкість гібридів соняшнику до гербіцидів повинна бути не менше 98 %.

Таблиця 3.9

**Кількість проростків насіння соняшнику, стійких до гербіциду
Експрес залежно від дози внесення, 2018 р., %**

Селекційний матеріал	Доза гербіциду, г/л				
	0,125	0,25	0,5	0,75	1,0
Орешек (<i>st</i>)	27	15	5	3	2
K269/17	99	89	75	72	68
K1617/17	100	91	78	73	71
K1302/17	99	90	74	70	66
НІР ₀₅	4,0	3,5	2,9	2,7	2,5

За оцінки зразків відмічено зменшення відсотку стійких матеріалів пропорційно збільшенню дози гербіциду. За обприскування проростків нормою 0,125 г/л стійкість у зразків K1302/17 і K269/17 становила 99 %, а у форми K1617/17 вона була повною (100 %). За обробки дозою 0,25 г/л спостерігали зменшення стійких рослин: 89 % – у зразка K269/17, 91 % – у

K1617/17 та 90 % – у K1302/17. За внесення дози гербіциду 0,5–0,75 г/л кількість резистентних проростків знаходилася у середньому на рівні 74 %. Після обробки проростків перепаратом у нормі 1,0 г/л кількість стійких рослин у зразка K269/17 знизилася до 68 %, у K1617/17 до 71 %, а у форми K1302/17 до 66 %.

Також при збільшенні доз гербіциду у зразків спостерігали морфологічні зміни у вигляді деформації гіпокотилу, укорочення корінців та формування недорозвинених сім'ядолей.

Отже, встановлено, що оптимальною нормою внесення гербіциду Експрес для ідентифікації резистентних рослин соняшнику є доза 0,125 г/л. Апробована технологія дозволяє за короткий термін часу в лабораторних умовах визначити стійкість зразків до гербіциду Експрес та відібрати резистентні матеріали стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин для ведення гетерозисної селекції соняшнику кондитерського напрямку використання.

Висновки до розділу 3

1. Дано оцінку селекційних зразків та створено колекцію зразків соняшнику кондитерського напрямку використання. На основі робочої колекції за гібридизації отримали вихідні матеріали соняшнику з новими маркерними ознаками та господарсько-цінними характеристиками.

2. Встановлено, що висота гібридів першого покоління залежала від висоти і походження батьківських ліній і успадковується за домінантним типом.

3. Короткостебловість, що контролюється генами *d1* і *d2* можна використовувати в якості генетичної маркерної ознаки.

4. Створено крупноплідні карликові форми, які було використано в якості донорів карликовості для виділення закріплювачів стерильності. Проведено їх оцінку за комплексом господарсько-цінних ознак.

5. Створено чотири низькорослі лінії-закріплювачі стерильності соняшнику, які суттєво різнилися за діаметром кошика, масою 1000 насінин, крупністю насіння та вегетаційним періодом.

6. Найкращим за низкою показників був зразок 1317, який має висоту 96 см (напівкарлик), довжину насінини 1,0 см та масу 1000 насінин 110,4 г.

7. З'ясовано, що гени стійкості до гербіциду *Imr/imr* соняшнику кондитерського напрямку використання доцільно використовувати як маркер.

8. Встановлено, що успадкування ознак резистентності за геном *Imr/imr* відбувається за типом неповного домінування. Після самозапилення гібридів першого покоління F_1 спостерігалось фенотипове розщеплення 1:2:1 (стійкі зелені гомозиготні за геном резистентності *ImrImr* форми: стійкі світло-зелені гетерозиготні *Imrimr* форми: не стійкі гомозиготні рослини *imrimr*).

9. Виявлено, що оптимальною нормою внесення гербіциду Експрес для ідентифікації резистентних рослин соняшнику є доза 0,125 г/л. Апробована технологія дозволяє за короткий термін часу в лабораторних умовах визначити стійкість зразків до гербіциду Експрес та відібрати резистентні матеріали стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин для ведення гетерозисної селекції соняшнику кондитерського напрямку використання

Публікації за матеріалами розділу:

1. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення крупноплідних карликових форм соняшнику кондитерського напрямку використання // Вісник Житомирського НАЕУ №2 (61), т. 1. 2017. С. 68–71 (особистий внесок 60 %, планування та проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).

2. Конуп І. О., Ракул Я. В. Використання маркерних ознак у селекції соняшнику // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції» 20 квітня 2016. Умань.

С. 51–52 (*особистий внесок 60 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку*).

3. Ракул И. А., Рябовол Л. О. Изучения фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и стойкости к гербицидам группы имидазолинонов. // Научно-практический журнал «Земледелие и защита растений». №4. Белорусь. 2017. С. 52–54 (*особистий внесок 50 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

4. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та вивчення крупноплідних низькорослих форм соняшнику // Матеріали VI Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання) – 15–17 березня 2017. Умань. С 209–211. (*особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку*).

РОЗДІЛ 4

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОРТІВ ТА ГІБРИДІВ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ

5.1 Аналіз результатів створення закріплювачів стерильності та їх стерильних аналогів у селекції соняшнику кондитерського напрямку використання

Для розмноження стерильних ліній соняшнику, необхідно мати закріплювачі стерильності. Вони мають ядерні рецесивні гени закріплення стерильності у гомозиготному стані (*rfrf*) та нормальну плазму (*N*) [106].

Стерильні аналоги і їх закріплювачі за морфологічними і господарськими ознаками абсолютно ідентичні. Єдина відмінність між такими формами полягає в типі цитоплазми (стерильна чи нормальна). Тому, для створення закріплювачів стерильності та їх стерильних аналогів у соняшнику за наявності джерел ЦЧС використовують зворотні схрещування (беккроси). У всіх наступних поколіннях проводять контроль за стерильністю та відбирають стерильні рослини, максимально наближені за морфологічними ознаками до тієї форми, якій проводять насичення.

При цьому проводять інцухт і відбір форм, що мають здатність закріплювати стерильність та схожість за основними морфологічними і господарськими ознаками з рекурентною формою. Після 6–8 беккросів вдається створити стерильний аналог [107].

Використовуючи методи біотехнології, наприклад, культуру ізолюваних зародків, що широко застосовується для подолання постгамної несумісності за віддаленої гібридизації, можна значно скоротити тривалість створення стерильного аналога [25].

Закріплювач стерильності використовують для розмноження стерильного аналога на ізолюваних ділянках. Просторова ізоляція, зазвичай, повинна становити 5 км. Дослідженнями вчених Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва доведено, що зменшення просторової ізоляції призводить до зниження якості стерильних аналогів. Так, наприклад, ізоляція в 3 км може призвести до наявності фертильних рослин серед стерильних кількістю від 3–8 %. Окрім того, з'являються нетипові рослини – від 7 до 12 %.

У зв'язку з тим, що стерильний аналог і закріплювач стерильності схожі за морфологічними ознаками, схеми ділянок розмноження повинні закладатися так, щоб виключити всі можливі причини механічного змішування двох форм [108].

За створення стерильних аналогів селекцію ведуть за окремими ознаками, які успадковують гібриди. Лінії стерильних аналогів повинні мати здатність підтримувати стерильність, характеризуватися високою продуктивністю та скоростиглістю.

Отже, для отримання нових високопродуктивних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання, необхідно створити продуктивний вихідний матеріал, зокрема, закріплювачі стерильності та стерильні аналоги материнські форми, що і стало метою нашої роботи.

4.1.1 Оцінка використання географічно віддалених зразків для отримання вихідного матеріалу соняшнику

Рівень результативності гетерозисної селекції соняшнику визначається успіхом у підборі і створенні генофонду самозапилених ліній з високою комбінаційною здатністю та господарсько-цінними ознаками [109].

Для створення вихідних селекційних матеріалів використовують сорти-популяції, спеціально створені синтетичні популяції та гібриди. На перших етапах роботи, зазвичай, використовують місцеві та селекційні сорти-популяції.

Вчені виділяють три основні напрями використання популяцій:

- 1) збереження та покращення господарсько-цінних ознак;
- 2) контроль для виявлення потрібних змін гетерозису;
- 3) пошук нових гетерозисних комбінацій.

Вчені відзначають, що оцінка і відбір адаптованих популяцій для майбутнього вихідного матеріалу є досить важким і потребує розробки спеціальних програм їх використання [25].

Створення закріплювачів стерильності соняшнику із сортів вимагає значно менше часу, ніж за використання гібридів.

У дослідженнях використовували сорти робочої колекції Алмаз, Лакомка, Запорізький кондитерський і Евріка [110].

Сорти, переважно, мають генотип $N \ rfrfBB$, тобто вони є закріплювачами стерильності, але серед них трапляється біля 5 % відновлювачів фертильності ($N(S) \ RfRfBB$). Щоб перевірити здатність сортів закріплювати стерильність, проводили їх схрещування зі стерильними формами.

Потомство оцінювали за ознакою «стерильність-фертильність». Якщо всі нащадки стерильні, то така рослина є закріплювачем (рис. 4.1).

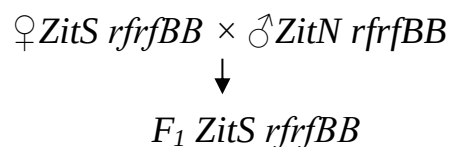


Рис. 4.1 Схema закріплення стерильності материнської форми соняшнику кондитерського напрямку використання

У разі виявлення фертильних рослин зразок відносять до відновлювачів фертильності (рис. 4.2).

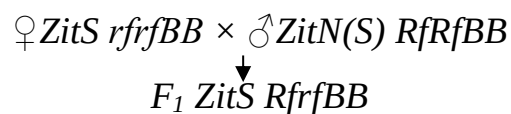


Рис. 4.2 Схema відновлення фертильності пилку материнської форми соняшнику кондитерського напрямку використання

Після виділення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського проводимо низку беккросів із стерильною формою. Таким чином паралельно із закріплювачами отримуємо їхні стерильні аналоги.

Створені закріплювачі стерильності за використання сортів соняшнику кондитерського напрямку проаналізовано за низкою господарсько-цінних ознак (табл. 4.1–4.2, рис. 4.3–4.5).

Таблиця 4.1

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками,
2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НІР ₀₅	Ступінь домінування (h _p)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослини, см	155	K652/17	174	225	162	8,4	–3,2	–23,2	81,2
		K701/17	174	195	160		–2,7	–17,3	86,7
		K376/17	174	130	140		–1,6	–12,2	92,1
Діаметр кошика, см	37,6	K652/17	23,7	27,6	21,7	1,3	–1,5	–22,9	84,6
		K376/17	23,7	23,6	23,0		–0,2	–12,4	97,2
		K701/17	23,7	38,1	28,7		–0,8	–14,7	92,8
Довжина насінини, см	1,9	K652/17	1,0	1,5	1,4	0,1	1,5	3,7	112
		K376/17	1,0	1,3	1,5		3,5	20,0	130
		K701/17	1,0	2,0	1,8		3,0	–6,25	100

За висотою рослин усі створені зразки відносяться до групи середньо-високих. Мінімальне значення висоти рослин мав зразок K376/17 – 140 см, що на 15 см нижче від стандарту. Вищими були рослини зразків K652/17 – 162 см та K701/17 – 160 см. У створених матеріалів, за висотою, відмічалася депресія. Діаметр кошика у створених матеріалів порівняно зі стандартом був істотно

меншим (K652/17 – 21,7 см, K376/17 – 23 см, K701/17). За довжиною насіння усіх зразків характеризуються позитивним гетерозисом.

Маса 1000 насінин створених матеріалів висока. Найвищі показники зафіксовано у зразка K376/17 – 135,7 г, що на 40,4 г істотно більше сорту-стандарту. Доцільно вирізнити зразки K652/17 та K701/17 із масою 1000 насінин 110,8 і 120,7 г, відповідно (табл. 4.2). За цією ознакою відмічено позитивне наддомінування у зразків K376/17 і K701/17

Таблиця 4.2

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за господарсько-цінним
ознаками, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НР ₀₅	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Маса 1000 насінин, г	95,3	K652/17	97,3	125,2	110,8	5,5	–0,04	–8,7	99,5
		K376/17	97,3	105,7	135,7		3,8	22,9	133,6
		K701/17	97,3	125,6	120,7		1,3	1,9	108,2
Вміст білку в насінні, %	17,8	K652/17	22,7	17,3	23,2	1,1	1,64	5,6	116
		K376/17	22,7	23,8	18,7		–4,3	–23,0	80,4
		K701/17	22,7	24,3	20,5		–3,7	–15,8	87,2
Лущинність насіння, %	25,4	K652/17	20,8	28,2	23,4	1,2	–0,8	–9,3	95,5
		K376/17	20,8	23,7	20,6		–0,7	–15,4	92,5
		K701/17	20,8	30,1	28,3		1,9	5,2	111,1

За вегетаційним періодом зразок K376/17 виявився середньопізнім (105 діб), а зразки K652/17 і K701/17 – пізньостиглими із періодом вегетації 120 та 130 діб.

У створених нами матеріалів вміст білку був на рівні 20 %. Найвищі показники зафіксовано у зразка K652/17 – 23,2 %, що істотно перевищувало стандарт на 5,4 %. За вмістом білку в насінні зразків K676/17 і K701/17 відмічався від’ємний гетрозис, а у зразка K652/17 було встановлено позитивне наддомінування.

Частка лушпиння у соняшнику кондитерського напряму використання повинна бути менше 35,0 %. У створених зразків вона коливалась від 20,6 % (K376/17) до 28,3 % (K701/17), що істотно нижче встановленої норми. Позитивний гетерозис за рівнем лушпинності спостерігався у лінії K701/17, у той час у ліній K652/17 і K376/17 відмітили від’ємне домінування.

Створена лінія-закріплювач стерильності соняшнику кондитерського напряму використання K652/17, характеризується зеленим забарвленням гіпокотилля (Додаток Б 5).

Листок за розміром середній, з помірною інтенсивністю зеленого забарвлення. Гофрованість листкової пластини слабка, вушка великі, зубці помірні, форма у поперечному розрізі – плеската. Листок має загострену верхівку. Крила листка слабо виражені. Кут між найнижчими бічними жилками – близький до прямого. Висота верхівки листка на рівні з місцем прикріплення листкової пластинки. У рослин спостерігається сильна опушеність верхівки стебла. Вегетаційний період 130 діб. Язичкові квітки середньої щільності, сильно зігнуті у напряму кошика. За формою вони – вузько-яйцеподібні, за кольором – помірно-жовті. Трубчасті квітки жовті, з помірним антоціановим забарвленням приймочки. Форма зовнішніх листків обгортки – чітко округла, довжина верхівки – середня, зелений колір зовнішнього боку листків обгортки – світлий. Рослина висотою 162 ± 7 см. Галуження стебла – відсутнє. Положення кошика – перпендикулярно-пряме за відношенням до прямого стебла. Розмір кошика – $21,7 \pm 2$ см, а форма з боку сім’янок – плеската.

Довжина сім’янки лінії K652/17 – 1,4 см. Її форма – широко яйцеподібна. За основним кольором вона чорна з яскраво вираженою

смугастістю на краях, та слабкою смугастістю між ними. Плямистість перикарпію – відсутня (рис. 4.3).



Рис. 4.3 Насіння лінії-закріплювача стерильності K652/17

Особливістю лінії-закріплювача стерильності K376/17 соняшнику кондитерського напрямку використання (Додаток Б 6) є сильно увігнута форма листка у поперечному розрізі з округлою верхівкою. Кут між найнижчими бічними жилками гострий. Висота верхівки листка вище відносно місця прикріплення листкової пластинки. Вегетаційний період 105 діб. Трубчасті квітки за кольором оранжеві. Форма зовнішніх листків обгортки – чітко видовжена, з довгою верхівкою. Рослина висотою 140 ± 6 см. Положення кошика – напівобернене донизу із зігнутим стеблом. За формою з боку сім'янок кошик злегка випуклий, його діаметр складає $23,0 \pm 4$ см.

Сім'янка велика – 1,5 см, широко яйцеподібної форми чорного кольору. Смугастість на краях та між краями відсутня (рис. 4.4).



Рис. 4.4 Насіння лінії-закріплювача стерильності K376/17

Лінія-закріплювач стерильності K701/17 соняшнику кондитерського напряму використання характеризується великим розміром листків з помірно інтенсивністю зеленого забарвлення та вузько-трикутною формою верхівки (Додаток Б 7). Опушеність верхівки стебла дуже сильна. Вегетаційний період 120 діб. Язичкові квітки оранжевого кольору, за формою – вузько-яйцеподібні. Трубчасті квітки – оранжеві зі слабким антоціановим забарвленням приймочки. Листки обгортки за формою не чітко видовжені із середньою довжиною верхівки, помірно-зеленого кольору. Рослина висотою 160 ± 4 см. Кошик обернений до низу із зігнутим стеблом. Розмір кошика $28,7 \pm 3$ см.

Лінія характеризується крупною сім'янкою – 1,8 см довжиною, вузько яйцеподібної форми (рис. 4.5).



Рис. 4.5 Насіння лінії-закріплювача стерильності K701/17

Отже, на базі колекційних сортів соняшнику кондитерського напрямку використання створено закріплювачі стерильності з високими господарсько-цінними характеристиками. Лінії K652/17, K376/17 та K701/17 доцільно використовувати закріплювачами стерильності для створення гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання.

5.1.2 Результати використання гібридів для створення нових зразків соняшнику

Гібриди, як вихідний матеріал для створення чи поліпшення селекційних зразків, почали використовувати коли з'явилися лінії першого циклу [111].

Головна перевага гібридів, під час створення самозапилених форм це – швидкість і простота отримання ліній, порівняно легке одержання бажаних рекомбінацій, потреба у невеликій кількості елітних ліній для синтезу гібридів, можливість постійного поліпшення гібридних форм тощо.

Нині під час створенні ліній найчастіше використовують гібриди закордонної селекції з невідомим родоводом, прості, трьохлінійні, подвійні та

беккросні, які створені шляхом схрещування спеціально відібраних матеріалів, сестринські, створені на базі споріднених ліній.

Важливим джерелом для отримання нових ліній стали гібриди іноземної селекції. Ці гібриди створюються на базі відселектованих за низкою ознак ліній і тому несуть у своєму генотипі багато господарсько-цінних ознак [25].

Комерційні гібриди мають стерильну (S) плазму, в гетерозиготному стані, гени відновлення-закріплення стерильності (*Rfrf*) та гени галуження стебла (*Bb*) для ідентифікації чистоти матеріалу. Їх отримують за схрещування стерильної материнської форми з відновлювачем фертильності (рис. 4.6).

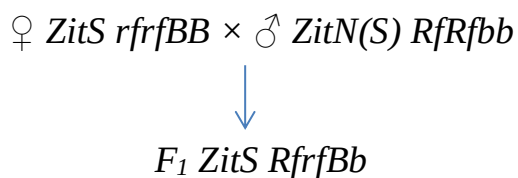


Рис. 4.6 Схеми отримання виробничих гібридів соняшнику

Для розмноження стерильних рослин використовують закріплювачі стерильності. Особливістю закріплювачів є гени закріплення стерильності, які знаходяться в рецесивному гомозиготному стані (*rfrf*) та гени галуження стебла в домінантному гомозиготному стані (*BB*) [107].

Для створення крупноплідних закріплювачів стерильності у наших дослідженнях використовували гібриди соняшнику кондитерського Харківської, Угорської та Китайської селекції. В якості донорів нормальної плазми було взято сорти Запорізький кондитерський і Лакомка [112].

Для створення закріплювачів стерильності за використання гібридів їх генотип потрібно перевести на нормальну плазму. Для цього необхідно провести схрещування гібридів із зразками, які мають нормальну плазму, при цьому гібриди використовують як батьківський компонент схрещування. За таких схрещувань цінний генетичний матеріал гібридів переноситься на

нормальну плазму і такі синтетичні популяції використовували як кандидати в закріплювачі стерильності для виділення 100 % закріплювачів.

У потомства формується чотири типи гамет, тобто за схрещування з закріплювачем стерильності отримуємо чотири форми (рис. 4.7).

$$\begin{array}{c}
 \text{♀ } ZitN \text{ } rfrfBB \times \text{♂ } ZitS \text{ } RfrfBb \\
 \downarrow \\
 \begin{array}{c}
 ZitN \text{ } RfrfBB \\
 ZitN \text{ } RfrfBb \\
 \textbf{ZitN } \textbf{rfrfBB*} \\
 ZitN \text{ } rfrfBb
 \end{array}
 \end{array}$$

*Примітка: закріплювач стерильності

Рис. 4.7 Перенесення генів гібридів на нормальну плазму та отримання кандидатів у закріплювачі стерильності

У результаті проведеної гібридизації отримано рослини з нормальною плазмою та генами закріплення стерильності пилку у гетерозиготному та гомозиготному стані.

Половина з цих рослин мають ген закріплення стерильності в гетерозиготному стані і потребують самозапилення та переведення гена закріплення стерильності в гомозиготний стан. Друга половина рослин має ген закріплення стерильності в рецесивному гомозиготному стані. Ці рослини є закріплювачами стерильності. Половина рослин має ген галуження стебла в гетерозиготному стані. Їх бракують і лише рослини з ідіотипом *ZitN rfrfBB* є закріплювачами стерильності, що доцільно використовувати для розмноження материнських форм. Їх кількість у популяції складає одну четверту частину. Одночасно необхідно зважити на те, що решта рослин після самозапилення також будуть мати частину рослин, які є закріплювачами стерильності з бажаними ознаками.

Для виділення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напряму використання проводили схрещування стерильної форми з кандидатом у закріплювачі стерильності (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Виділення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напряму використання за ознакою «стерильність-фертильність» та генами галуження стебла

Кошик стерильної рослини та кошик кандидата у закріплювачі стерильності поміщали під тканинний ізолятор. На рослині кандидата у закріплювачі стерильності отримували насіння від самозапилення, а на стерильній рослині отримували насіння від схрещування.

Насіння від схрещування використовувалось для аналізу ознаки «стерильність-фертильність». Якщо формувалося стерильне потомство, то рослина кандидат у закріплювачі є закріплювачем стерильності. А якщо у потомстві є стерильні і фертильні рослини, то у рослини кандидата у закріплювачі стерильні гени закріплення–відновлення у гетерозиготному стані і у нащадків необхідно провести повторний аналіз. Якщо формувались усі рослини фертильні, то це відновлювачі фертильності пилку.

Створені матеріали оцінювали за низкою морфологічних та господарсько-цінних ознак.

Встановлено, що за висотою зразок K3519/17 (140 см) відноситься до групи середньо-високих рослин, зразок K1275/17 (162 см) належить до високих, а K1188/17 має висоту 200 см, що на 45 см вище від стандарту і відносить його до групи надвисоких рослин. Від'ємне наддомінування за

висотою спостерігалось у зразків K3519/17 та K1215/17, тоді як у лінії K1185/17 за цією ознакою відмічали позитивний гетерозис (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками,
2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослини, см	155	K3519/17	160	175	140	8,3	–5	–19,1	83,0
		K1185/17	160	175	200		7,2	6,2	199,4
		K1275/17	162	175	162		–1,3	–6,6	96,1
Діаметр кошика, см	37,6	K1185/17	28,7	26,8	22,8	1,3	–3,6	–3,6	82,1
		K3519/17	28,7	19,7	24,6		0,1	–7,6	101,6
		K1275/17	21,7	26,8	23,7		–0,2	–9,5	97,7
Довжина насіння, см	1,9	K1185/17	1,8	1,2	1,5	0,1	0,0	–9,1	100,0
		K3519/17	1,8	2,0	1,4		–3,3	–31,7	73,6
		K1275/17	1,4	1,2	1,6		2,0	10,3	123,1

За діаметром кошика значно поступалися стандарту зразки K1185/17, K3519/17 та K1275/17. Вони були на 14,8 см, 13,0 см і 13,9 см меншими ніж у сорту Орешек. У ліній K3519/17 та K1275/17 за величиною кошика спостерігали проміжний тип успадкування ознаки, а у форми K1185/17 – від’ємне домінування. За довжиною насінини створені зразки також поступалися стандарту. Довжина насіння змінювалася від 1,4 см до 1,6 см. Проте, за масою 1000 насінин вказані зразки істотно перевищували контрольний варіант. Найкращий показник мав зразок K1185/17 – 130,1 г, що на 34,8 г вище стандарту (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за господарсько-цінними
ознаками, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НР ₀₅	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Маса 1000 насінин, г	95,3	K1185/17	120,7	100,3	115,4	5,4	1,2	–1,15	104,4
		K3519/17	120,7	60,2	130,1		4,2	1,3	135
		K1275/17	110,8	100,3	127,6		4,5	13,1	120,8
Вміст білку в насінні, %	17,8	K1185/17	20,5	25,7	22,6	1,1	–0,2	–10,3	97,8
		K3519/17	20,5	18,7	23,1		1,6	–39,6	66,8
		K1275/17	23,2	25,7	23,7		–0,4	–9,7	96,9
Лущинніс ть насіння, %	25,4	K1185/17	28,3	29,3	19,8	1,2	–5	–35,2	68,7
		K3519/17	28,3	22,5	20,4		–2,5	–25,5	80,3
		K1275/17	23,4	29,3	22,6		–2,2	–19,7	85,7

Зразки K3519/17 та K1275/17 мали і високу масу 1000 насінин (115,4 і 127,6 г). Істинний гетерозис або позитивне наддомінування кращої ліній зафіксовано у зразків K3519/17 і K1275/17.

У всіх зразків період вегетації становив 100–115 діб, що характерно для середньопізньої групи.

У створених матеріалів вміст білку значно перевищував стандарт – K3519/17 на 4,8 %, K1185/17 на 5,3 %, K1275/17 на 5,9 %. За вмістом білку у зразків K1275/17 і K1185/17 відмічали проміжне успадкування ознаки, а у лінії K3519/17 – позитивне наддомінування.

Аналізовані зразки характеризуються низьким рівнем лущинності. Так найнижчий показник мав зразок K3519/17 – 19,8 %, а найвищим цей

показник був у лінії K1275/17 (22,6 %). Проте всі зразки мали менший рівень лушпинності порівняно зі стандартом. У всіх створених матеріалів за відсотком лушпинності спостерігається від'ємний гетерозис або депресія.

Лінія-закріплювач стерильності соняшнику K1185/17 характеризується великими листками, помірно-зеленого кольору (Додаток Б 8). Гофрованість листової пластинки – слабка, зубці помірні, форма у поперечному розрізі – сильно ввігнута. Форма верхівки листа – округла. Вушка великі, крила листка слабо виражені. Кут між найнижчими бічними жилками гострий. Висота верхівки листка нижче місця прикріплення листової пластинки. Сильна опушеність верхівки стебла. Вегетаційний період 110 діб. Язичкові квітки оранжеві, розміщені щільно. За формою – вузько-яйцеподібні сильно зігнуті у напряду кошика. Трубочасті квітки за кольором оранжеві, відсутнє антоціанове забарвлення приймочки. Листки обгортки світло-зеленого кольору, за формою не чітко видовжені. Довжина верхівки – середня. Рослина висотою 200 ± 5 см. Положення кошика – вертикальне. Розмір кошика $24,6 \pm 2$ см. Форма кошика (з боку сім'янок) – плеската.

Сім'янка за формою широко яйцеподібна, великого розміру (1,4 см) (рис. 4.8). За основним кольором – чорна, смугастість на краях та між ними сильно виражена. Забарвлення смужок – біле, відсутня плямистість перикарпію.



Рис. 4.8 Насіння лінії-закріплювача стерильності K1185/17

Особливістю лінії закріплювача стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання K3519/17 є великий листок світло-зеленого кольору з грубими зубцями (Додаток Б 9). Опушеність верхівки стебла помірна. Вегетаційний період 115 діб. Форма зовнішніх листків обгортки – не чітко видовжена, довжина верхівки – коротка. Рослини висотою 140 ± 7 см, галуження стебла – відсутнє. Розмір кошика $22,8\pm 4$ см.

Довжина сім'янки – 1,5 см, форма – вузько яйцеподібна, за основним кольором – чорна, смужки на краях та між ними білі, сильно виражені (рис. 4.9).



Рис. 4.9 Насіння лінії-закріплювача стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання K3519/17

Лінія-закріплювач стерильності соняшнику K1275/17 характеризується середнім розміром листка з помірною інтенсивністю зеленого забарвлення. Гофрованість листка слабка, зубці дрібні, форма у поперечному розрізі – плеската. Форма верхівки листа – широко трикутна. Вушка великі, крила листка слабо виражені. Опушеність верхівки стебла помірна. Вегетаційний період 100 діб. Язичкові квітки помірно розміщені, сильно зігнуті у напрямку кошика, за формою – вузько-яйцеподібні, за кольором – помірно-жовті. Форма зовнішніх листків обгортки – чітко видовжені, з довгою верхівкою та світло-зеленим забарвленням. Рослина висотою 162 ± 5 см. Положення кошика – вертикальне. Розмір кошика $23,7\pm 3$ см.

Сім'янка велика – 1,6 см, форма – вузько яйцеподібна, за основним кольором – чорна (рис. 4.10).



Рис. 4.10 Насіння лінії-закріплювача стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання K1275/17

Смугастість на краях сім'янки виражена сильно, а між ними – слабо. Смужки білого кольору.

Необхідною складовою у гібридній селекції соняшнику є створення стерильних аналогів ліній закріплювачів стерильності, що і було наступним етапом досліджень.

Методика переведення ліній соняшнику на стерильну основу полягає у наступному:

- джерело ЦЧС (*Helianthus lenticularis* L.) схрещують із кандидатом у закріплювачі стерильності (сорт-популяції, інбредні лінії, отримані на основі сортів та міжвидових і міжлінійних гібридів);
- аналіз потомства за ознакою «стерильність–фертильність»;
- гібрид F₁ від схрещування насичують повторно до ВС₆ [24, 113].

Джерелом рецесивних генів *rfrf* повинна бути відселектована інбредна лінія (I₆₋₇) з усіма господарсько-цінними ознаками. У наших дослідженнях материнські лінії з високою ЗКЗ, які мають оптимальний морфотип рослин, переводили на стерильну основу. Для цього вихідну фертильну лінію

схрещували з джерелом ЦЧС. Потім проводили насичуючі схрещування (беккроси) з вихідною лінією до тих пір, поки стерильний аналог не був ідентичним вихідній фертильній лінії за всіма ознаками [24, 114].

Стерильні аналоги створювали паралельно із запилювачами-закріплювачами стерильності, на основі таких сортів і гібридів, як Запорізький кондитерський, Лакомка, Німецький карлик, Харківський кондитерський, Евріка, Дніпропетровський кондитерський, Донський крупноплідний, Stadion і Саратовський.

Після схрещувань стерильної форми із кандидатом у закріплювачі стерильності в усіх поколіннях проводили контроль за стерильністю та відбирали стерильні рослини, максимально наближені за морфологічними ознаками до тієї форми, якій проводять насичення.

При цьому проводили інцухт і відбір зразків, що мають здатність закріплювати стерильність та схожість за основними морфологічними і господарськими ознаками з рекурентною формою. Після шести–восьми беккросів вдалося створити стерильні аналоги.

Отже, в результаті проведеної роботи шляхом беккросування було створено та виділено низку крупноплідних закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання та їх стерильних аналогів. Встановлено, що поєднання процесів отримання закріплювачів стерильності та їх стерильних аналогів значно скорочує затрати часу та праці на створення вихідного матеріалу для ведення гетерозисної селекції.

5.2 Ефективність використання гібридів для створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання

Існує думка, що відбір ліній–відновлювачів фертильності за багатоквітковістю і дрібнонасі́нністю з наступним їх схрещуванням з

крупнонасінними, малоквітковими материнськими формами підвищує ймовірність виділення високопродуктивних гібридів [115–119].

Лінія-відновлювач фертильності повинна мати наступні характеристики:

- бути достатньо високопродуктивною (забезпечувати високу рентабельність гібридного насіння);
- характеризуватися високою пилковою продуктивністю і тривалим періодом цвітіння;
- мати високу атрактивність для комах-запилювачів;
- мати перехресну сумісність [120–126].

Для збільшення пилкової продуктивності використовують багато кошикові форми.

Ознака галуження соняшнику характеризується високою модифікаційною мінливістю.

Згідно J. F. Miller і G. N. Fick [127], розгалуження успадковується домінантно у диких видів соняшнику, тоді як у культурного ця ознака часто контролюється рецесивними генами.

Вчені вивчали тип успадкування основних видів гіллястості у соняшника. Вони схрещували гіллясті генотипи з не гіллястими (однокошковими) і виявили наступні співвідношення розщеплення в F_2 15:1 на користь дикого типу галуження; 3:1 на користь звичайного галуження; і 15:1 на користь не гіллястого соняшника, коли він був схрещений з рослинами з диким типом галуження, у яких основний кошик більший, ніж інші [22, 25, 128].

Домінантний ген *Br*, контролює розгалуження вздовж усього стебла. Група вчених, виявили два додаткових дублікативних домінантних гена *Br2* і *Br3*. Сам по собі, ген *Br3* викликає апікальне галуження, а присутність обох генів призводить до галуження уздовж всього стебла [25, 129–131]. Також вивчали схрещування соняшнику з галуженням дикого типу з однокошковим культурним соняшником і за використання генетичного аналізу встановили,

що два комплементарних домінантних гена контролюють розгалуження вздовж усього стебла. Kovacik i Skaloud [132], повідомили, що апікальне галуження було під контролем одного домінантного гена *Br* (3:1), а дикий тип галуження був результатом дії двох домінантних генів *Br1* і *Br2* (15:1).

Ці гени разом формують фенотип з довгими бічними гілками на стеблі. У разі присутності одного з двох генів спостерігається галуження уздовж всього стебла короткими гілками.

В. А. Гаврилова і І. Н. Анісімова [94], вивчали особливий вид розгалуження, в якому бічні гілки формувалися по обидві сторони від базальної частини основного стебла. Цей тип тризубчатого галуження характерний для лінії VIP130. Коли соняшник з таким типом галуження був схрещений з однокошиковим, галуження було домінантним у поколінні F_1 , в той час як у F_2 співвідношення розщеплення було 63:1. Це вказує на присутність трьох домінантних генів, які було позначено авторами як *Br₄* *Br₅* і *Br₆* [25]

У 1964 р. вчені відкрили галуження уздовж всього стебла, контрольоване одним рецесивним геном (b_1). Кілька років потому, вони визначили ще два рецесивних гена (b_2 і b_3). Коли вони перебувають у гомозиготному стані – це призводило до суцільного галуження рослини. Однак, якщо генотип мав тільки один з двох генів у гомозиготному стані, з'явилося апікальне галуження [25].

Для створення відновлювачів фертильності соняшнику ми використовували гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції – Дніпропетровський кондитерський, Х9607, Х4367, Х4667 (США), 3–1, 3–2, 3–3 (Китай), 9509/14, 9510/14, 9514 (Турція). Перше покоління зазначених гібридів самозапилювали і вивчали друге покоління. Під час цвітіння рослин провели облік і спостерігали розщеплення [133, 134] (табл. 4.5).

Розрахунок критерію Пірсона наведено у додатках А – А 9.

Таблиця 4.5.

Розщеплення гібридів соняшнику у другому поколінні, 2014 р.

Селекційний матеріал	Кількість рослин				χ^2
	не розгалужене стебло		розгалужене стебло		
	фертильних	стерильних	фертильних	стерильних	
Дніпропетровський кондитерський	46	14	16	4	0,334
X9607	47	13	14	6	0,404
X4367	71	25	22	8	0,193
X4667	47	15	14	5	0,095
3–1	27	9	10	3	0,086
3–2	65	20	23	7	1,015
3–3	52	18	18	6	0,0197
9509/14	38	12	13	4	0,213
9510/14	80	27	29	9	0,150
9514	45	17	16	5	0,214
Всього	518	325	174	57	

Отримані рослини поділили на групи:

- фертильні, нерозгалужене стебло;
- стерильні, нерозгалужене стебло;
- фертильні, розгалужене стебло;
- стерильні, розгалужене стебло.

Клас фертильних рослин із розгалуженим стеблом є відновлювачами фертильності, що становить 1/16 всіх рослин.

Аналізуючи результати розщеплення і показники критерію Пірсона можна зробити висновок, що нульова гіпотеза підтверджує двогенне розщеплення у співвідношенні 9:3:3:1. Це відповідає розщепленню у промислових гібридів, так як особливістю гібридів соняшнику є використання материнської форми з ЦЧС без галуження стебла та батьківської форми відновлювача фертильності із домінантними алелями Rf із ознакою галуження стебла:

$$ZitS\ rfrfBB \times ZitN\ RfRfbb \rightarrow ZitS\ RfRfBb$$

Ознака «галуження стебла» детермінується рецесивним алелем *b*. Відповідно ознака «стебло без галуження (однокошикова рослина)» детермінується домінантним алелем *B*. Гетерозиготна рослина *Bb* матиме стебло без галуження [133–136]. Рослини із галуженням стебла використовуються як батьківські форми під час запилення стерильних форм на ділянках гібридизації [137].

Самозапилення рослин гібрида із ідіотипом *ZitS RfRfBb* дає можливість уже після першого самозапилення виділити необхідні фертильні рослини з галуженням стебла (*ZitS RfRfbb*) із часткою 1/16. А сім частин із шістнадцяти несуть гени, які після самозапилення можуть дати бажані генотипи за двома ознаками. Тобто частота виділення з гібридів рослин відновлювачів фертильності з ознакою галуження стебла є досить високою.

Фертильні рослини з розгалуженим стеблом є такими, які за всіма показниками відповідають критеріям батьківських форм гібридів – відновлювачам фертильності.

За висотою рослин зразок В1217/17 (97 см) відноситься до напівкарликів, а В2560/17 із висотою 153 см – до середньо-високих форм. Зразки мають значно менший діаметр кошиків порівняно зі стандартом, В2560/17 – 17,3 см В1217/17 – 20,7 см, що на 20,3 см і 16,9 см істотно менше від сорту Орешек. Проте довжина насіння у зразка В1217/17 дорівнює стандарту, а у В2560/17 на 0,2 см менша.

Зразок В2560/17 характеризується інтенсивним галуженням стебла – 12,3 шт/рослину з середнім діаметром бічних кошиків 10,6 см. Зразок В1217/17 має вдвічі менше бічних суцвіть – 6,4 шт/рослину, але вони мають більший діаметр (12,3 см) (табл. 3.6).

Таблиця 4.6

**Характеристика створених ліній відновлювачів фертильності
соняшнику кондитерського напрямку використання, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал			НІР ₀₅
	Орешек (st)	B2560/17	B1217/17	
Висота рослини, см	155±7	97±6	153±5	6,3
± до стандарту	—	–58	–2	—
Діаметр кошика, см	37,6±2	17,3±2	20,7±3	1,2
± до стандарту	—	–20,3	–16,9	—
Довжина насінини, см	1,9	1,7	1,9	0,1
± до стандарту	—	–0,2	—	—
Кількість бічних кошиків, шт	—	12,3±3	6,4±2	0,4
Діаметр бічних кошиків, см	—	10,6±1	12,3±2	0,5
Маса 1000 насінин, г	95,3±3	90,1±2	82,4±5	6,6
± до стандарту	—	–5,2	–12,9	—
Період вегетації, діб	110	110	100	5,3
± до стандарту	—	—	–10	—

Створені лінії відновлювачі фертильності, як і стандарт, належать до середньопізньої групи стиглості.

Лінія-відновлювач фертильності B2560/17 характеризується зеленим забарвленням гіпокотилу (Додаток Б 11). Листок за розміром середній зі слабкою інтенсивністю зеленого забарвлення. Гофрованість листкової пластини слабка. Зубці помірні. Форма у поперечному розрізі – сильно увігнута. Форма верхівки листка – від вузько-трикутної до широко-трикутної з помірними вушками. Крила листка виражені слабо. Кут між найнижчими бічними жилками гострий. Висота верхівки листка на рівні з місцем прикріплення листкової пластинки. Опушеність верхівки стебла дуже сильна. Вегетаційний період 110 діб. Язичкові квітки оранжеві, помірно розміщені,

хвилясті відносно кошика, за формою – округлі. Трубчасті квітки за кольором оранжеві, антоціанове забарвлення приймочки відсутнє. За формою зовнішні листки обгортки чітко видовжені, довжина верхівки – середня, зелений колір зовнішнього боку листків обгортки – слабкий. Рослина висотою 97 ± 6 см. Галуження стебла по всій висоті. Найвищий бічний кошик знаходиться вище відносно центрального. Положення кошика – вертикальне. Розмір кошика $17,3 \pm 2$ см, форма – плеската. Довжина сім'янки – 1,7 см, форма якої видовжена (рис. 4.11).



Рис. 4.11 Насіння лінії-відновлювача фертильності пилку B2560/17

За основним кольором сім'янка чорна, смугастість по краю – сильно виражена, смугастість між краями – слабо виражена, а між ними – відсутня. Смужки – сірі. Плямистість перикарпію відсутня.

Для лінії-відновлювача фертильності B1217/17 соняшнику кондитерського напряму використання (Додаток Б 12) характерним є темно-зелений листок середнього розміру. Гофрованість листка – помірна, зубці грубі. Висота верхівки листка вище місця прикріплення листкової пластинки. Опушеність верхівки стебла, помірна. Вегетаційний період 100 діб. Язичкові квітки оранжево-жовті, вузькояйцеподібної форми, щільно розміщені. Хвилясті відносно кошика. Трубчасті квітки за кольором оранжеві з помірним антоціановим забарвленням приймочки. Форма зовнішніх листків обгортки –

чітко видовжена, з довгою верхівкою. Зелений колір зовнішнього боку листків обгортки – слабкий. Рослина висотою 153 ± 5 см, галуження стебла – апікальне. Найвищий бічний кошик знаходиться на рівні з центральним. Положення кошика – вертикальне. Діаметр кошика $20,7 \pm 3$ см.

Сім'янка видовжена, довжиною 1,9 см (рис. 4.12).



Рис. 4.12 Насіння лінії-відновлювача фертильності пилку В1217/17

За основним кольором – чорна. Смугастість по краях та між ними – сильно виражена. Забарвлення смужок – біле.

Висновки до розділу 4

1. З метою скорочення тривалості селекційного процесу, доцільно стерильні аналоги створювати паралельно із закріплювачами стерильності.
2. Лінії-закріплювачі стерильності K652/17, K701/17, K3519/17 і K1275/17 доцільно використовувати під час створення гібридів соняшнику кондитерського. Зразки характеризувалися крупним, виповненим насінням, низьким рівнем лушпинності та високою масою 1000 насінин.
3. Створені лінії-відновлювачі фертильності В2560/17 та В1217/17 доцільно використовувати у якості батьківських компонентів схрещування для отримання гібридів соняшнику кондитерського напряму використання.
4. Встановлено, що такі показники як відсоток лушпинності та висота рослин у більшості випадків успадковується за типом депресії або

від'ємного гетерозису. За масою 1000 насінин спостерігали позитивне наддомінування.

Публікації за матеріалами розділу:

1. Конуп І. О. Використання гібридів кондитерського соняшнику для створення компонентів схрещування // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах і дендропарках». Умань. 2015. С. 89–91.

2. Конуп І. О., Рябовол Л. О., Парій М. Ф. Створення крупноплідних батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» – 16–18 березня 2016. Умань. С. 148–151. *(особистий внесок 40 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку).*

3. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання та їх стерильних аналогів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика», присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – 11 липня 2017. Київ. С. 228–230. *(особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку).*

4. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідних матеріалів для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 91. 2017. С. 236–243 *(особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка статті до друку).*

5. Конуп І. О. Шляхи створення батьківських форм для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» – 18–20 березня 2015. Умань. С. 44–45.

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ БАТЬКІВСЬКИХ ФОРМ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО, СТІЙКИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГРУПИ ІМІДАЗОЛІНОНІВ ТА СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН

5.1 Удосконалення селекційних схем отримання та відбору батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів

За останні роки недотримання рекомендованих сівозмін і заміна глибокої оранки поверхневим обробітком ґрунту сприяли розповсюдженню коренепаросткових бур'янів (головним чином осоту). У той же час, соняшник чутливий до гербіцидів імідазолінонової групи (Євро-Лайтнінг), які ефективні у боротьбі проти цих бур'янів. Тому створення гібридів, стійких до цих гербіцидів, є перспективним напрямом селекції [138].

В якості донора генів резистентності до гербіциду Євро-Лайтнінг ми використовували гібриди із США (Х4367, Х4667, Х9607) та Туреччини (9514). Вказані гібриди мають генотип *ZitS RfrfBbImrImr*.

Селекція соняшнику кондитерського напрямку використання істотно не відрізняється від селекції олійного напрямку.

За гібридизації донорів стійкості із запилювачами-закріплювачами стерильності, створеними на основі сортів Лакомка, Евріка та Запорізький кондитерський отримали матеріали резистентні до гербіциду Євро-Лайтнінг.

За таких схрещувань цінний генетичний матеріал гібридів переносили на нормальну плазму і створені синтетичні популяції використовували кандидатами в закріплювачі стерильності для виділення закріплювачів.

У гібридів очікується формування чотирьох типів гамет, тобто за схрещування із нестійким закріплювачем стерильності (*NrfrfBBimrimr*) отримаємо чотири форми (рис. 5.1).

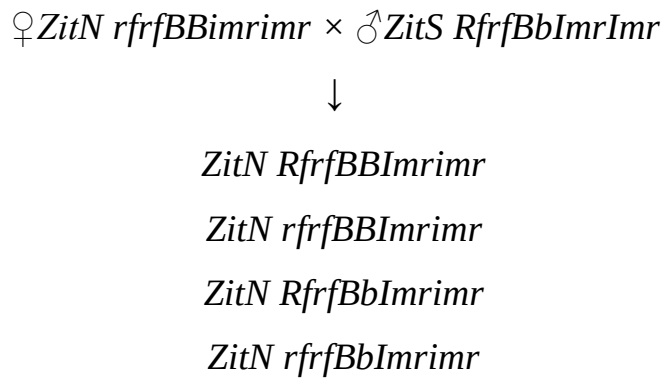


Рис. 5.1. Перенесення генів стійкості до гербіциду та удосконалення схеми отримання кандидатів у закріплювачі стерильності соняшнику

Створені резистентні популяції, були вихідним матеріалом для виділення закріплювачів стерильності.

У результаті проведеної гібридизації отримано рослини з нормальною цитоплазмою та генами відновлення фертильності пилку у гетерозиготному та гомозиготному стані, а також геном резистентності *Imr* в гетерозиготному стані.

Аналіз ідіотипів отриманих в F_1 рослин свідчить, що всі вони були гетерозиготами за геном стійкості. Їх необхідно самозапилити і відібрати гомозиготні форми. Половина з цих рослин мали ген закріплення стерильності в гетерозиготному стані і потребують самозапилення та переведення генів *rfrf* у гомозиготний стан. Друга половина рослин мала ген закріплення стерильності в гомозиготному стані, і ці рослини є запилювачами-закріплювачами стерильності. З них половина має ген галуження в гетерозиготному стані і лише рослини з ідіотипом *NrfrfBBImrimr* є закріплювачами стерильності з домінантними гомозиготними алелями галуження стебла. Їх кількість у популяції складає 25 %. Водночас необхідно зауважити, що решта рослин після самозапилення також формуватимуть частину стійких закріплювачів стерильності з бажаними ознаками.

Отже, ген стійкості до гербіциду *Imr/imr* може слугувати маркером для ідентифікації ознаки «стерильність-фертильність» однокошикових рослин соняшнику.

Для виділення закріплювачів стерильності проводили схрещування стерильної форми із кандидатами у закріплювачі стерильності.

Насіння висівали окремими сім'ями та обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг у фазі від двох до шести справжніх листків соняшнику дозою 1,2 л/га.

У наступних дослідженнях створені популяції, які мали резистентність і були вихідним матеріалом для виділення закріплювачів стерильності. У нащадків визначали ознаку «стерильність–фертильність». Якщо всі потомства стерильні, то рослина є закріплювачем стерильності соняшнику.

Характеристика створених закріплювачів стерильності наведена у таблицях 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками,
2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НІР ₀₅	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Висота рослини, см	155	K9756/17	160	180	220	8,8	6,2	23,2	129,4
		K4367/17	162	140	195		2,9	17,4	129,1
		K9748/17	162	152	250		8,4	48,8	159,2
		K8023/17	160	146	220		13,4	39,2	143,7
Діаметр кошика, см	37,6	K9756/17	28,7	19,3	31,7	1,2	3,58	21,2	132,1
		K4367/17	21,7	22,3	20,6		–0,5	–17,4	93,6
		K9748/17	21,7	20,6	30,4		2,3	19,6	143,7
		K8023/17	28,7	18,7	32,5		5,17	27,9	137,1

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина насіння, см	1,9	K9756/17	1,8	1,7	1,5	0,1	-2,5	-18,9	85,7
		K4367/17	1,4	1,6	2,0		3,3	21,2	133,3
		K9748/17	1,4	1,5	1,6		1,0	0	110,3
		K8023/17	1,8	1,7	1,5		-2,5	-18,9	85,7

За висотою закріплювачі стерильності відносяться до групи високих рослин із показником 195–250 см, що значно вище від стандарту, тобто у зразків спостерігається позитивне наддомінування. За величиною кошика у трьох зразків (K9756/17, K9748/17, K8023/17) відмічено позитивний гетерозис за кращою із батьківських форм і лише у зразка K4367/17 було проміжне успадкування. Великий кошик формувався у лінії K8023/17 – 32,5 см, хоча вказана лінія мала найдрібніше насіння (1,0 см).

У ліній K9756/17 і K9748/17 діаметр кошика становив 31,7 і 30,4 см, довжина насіння 1,5 і 1,6 см. При цьому, маса 1000 насінин була 130,2 і 116,6 г, що істотно перевищувало стандарт на 34,9 г і 21,3 г, відповідно.

Лінія K4367/17 має найменший діаметр кошика – 20,6 см, проте у цього зразка найкрупніше насіння – 2,0 см, що на 0,1 см більше за стандарт.

За крупністю насіння зразки K4367/17 і K9748/17 характеризуються позитивним наддомінуванням. У ліній K9756/17 і K8023/17 за цим показником зафіксовано депресію. За масою 1000 насінин у всіх ліній спостерігали позитивне наддомінування.

За вегетаційним періодом усі зразки відносилися до пізньостиглих із тривалістю періоду «сходи–фізіологічна стиглість» 115–125 діб, у той час як стандарт відноситься до середньо-пізньої групи стиглості із періодом вегетації 110 діб.

Таблиця 5.2

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за господарсько-цінними
ознаками, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НІР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Маса 1000 насіни, г	95,3	K9756/17	120,7	59,7	130,2	4,9	4,1	30,2	144,1
		K4367/17	110,8	60,0	126,4		9,4	40,8	148,1
		K9748/17	110,8	58,5	116,6		5,3	28,6	137,7
		K8023/17	120,7	52,8	132,1		3,8	33,9	152,2
Вміст білку у насіні, %	17,8	K9756/17	20,5	18,7	20,8	1,0	0,5	–4,3	106,1
		K4367/17	23,2	18,3	19,7		–0,4	–14,3	94,9
		K9748/17	23,2	18,1	24,6		1,5	6,03	119,1
		K8023/17	20,5	18,5	26,2		2,9	20,4	134,3
Лущинність насіня, %	25,4	K9756/17	28,3	23,4	20,5	1,2	–4,1	–24,4	72,3
		K4367/17	23,4	27,4	25,2		–0,1	–7,8	98,6
		K9748/17	23,4	32,2	22,3		– 3,05	–24,6	79,7
		K8023/17	28,3	29,5	19,1		–5,7	37,5	66,1

Створені матеріали за вмістом білку значно перевищували стандарт. У ліній K9748/17 і K8023/17 відмічено позитивний гетерозис, у той час як зразок K4367/17 характеризувався від'ємним домінуванням. Для лінії K9756/17 характерний проміжний тип успадкування.

Найвищий вміст білку був у зразка K8023/17 – 26,2 %, середні значення мали лінії K9748/17 – 20,8 % і K9756/17 – 24,6 %, істотно нижчі показники були у зразка K4367/17 – 19,7 %.

Відсоток лушпиння у створених зразків істотно нижчий порівняно зі стандартом, він коливався у межах 19,1–25,2 %. За цим показником у трьох ліній зафіксовано віде́мний гетерозис.

Отже, отримані матеріали відповідають вимогам кондитерської промисловості та придатні для вирощування їх за технологією Clearfield.

Наступним етапом роботи було створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напряму використання резистентного до гербіцидів групи імідазолінонів за використання гібридів іноземного походження.

У своїх дослідженнях в якості донорів генів стійкості використовували гібриди із Туреччини (9514) та США (Х4367, Х4667, Х9607), які є резистентними до гербіциду Євро-Лайтнінг.

На ділянках гібридизації проводили схрещування сортів соняшнику кондитерського Лакомка, Запорізький кондитерський, Венгерський, Харківський кондитерський із гібридами іноземного походження.

Перше покоління гібридів самозапилювали, а друге – аналізували. Відібранні за резистентністю до дії гербіциду рослини ізолювали для запобігання неконтрольованого перехресного запилення. Для спрощення ідентифікації стійких форм використовували матеріали з маркерною ознакою «галуження стебла».

Ділянки просторово-ізолюваного розмноження обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг у фазі двох–чотирьох листків дозою 1,2 л/га. Гербіцид наносили на листову поверхню рослин та точку росту.

У процесі досліджень встановлено, що у другому поколінні всі рослини були стійкими до гербіциду Євро-Лайтнінг (табл. 5.3). Це свідчить про стійкість до гербіциду батьківських форм гібридів, що значно спростило відбір необхідних форм [139, 140].

Під час цвітіння проводили облік рослин за класами: фертильні, не галужене стебло; стерильні, не галужене стебло; фертильні, галужене стебло; стерильні, галужене стебло.

Таблиця 5.3

**Розщеплення в другому поколінні гібридів отриманих на базі
іноземних зразків, 2014 р.**

Селекційні матеріали	Кількість рослин, шт.				χ^2
	не галужене стебло		галужене стебло		
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
9514(Турція)	56	18	17	9	1,402
9607 (США)	54	18	18	10	0,747
4667 (США)	58	16	17	9	1,885
4367 (США)	53	17	19	11	3,413
Всього	221	69	71	39	

*Примітка:кожного зразка висівали по 100 насінин.

Розрахунок критерію Пірсона наведено у додатках А 18 – А 21.

Аналізуючи результати, спостерігаємо розщеплення у співвідношенні 9 : 3 : 3 : 1.

Особливістю гібридів соняшнику є використання материнської форми із ЦЧС без галуження стебла та батьківської форми запилювача-відновлювача фертильності із домінантними алелями *Rf* та ознакою галуження стебла (рецесивний алель *b*).

Після першого самозапилення рослин гібриду з ідіотипом *SRfrfBb* виділено необхідні фертильні рослини з галуженням стебла (*SRfRfbb*), їх частка становила 1/16. Сім частин із шістнадцяти несли гени, які після самозапилення можуть сформувати бажані генотипи.

Кращі стійкі до гербіциду Євро-Лайтнінг лінії відновлювачі фертильності наведено у таблиці 5.4. Лінії різнилися за врожайністю насіння, висотою рослин, кількістю бокових гілок і діаметром центрального кошика.

Таблиця 5.4

**Характеристика створених відновлювачів фертильності соняшнику
кондитерського напрямку використання, стійких до гербіциду Євро-
Лайтнінг, 2014–2017 рр.**

Селекційний матеріал	Показник						
	Висота рослин, см	Діаметр кошика, см	Маса 1000 насінин, г	Довжина насінини, см	Кількість бічних кошиків, шт	Діаметр бічних кошиків, см	Вегетаційний період, дів
Орешек (st)	155±7	37,6±2	95,3±3	1,9	0	0	110
K404/15	160±4	12,3±4,1	40,2±4,1	1,1	18,5±4,3	7,2±1	115
± до стандарту	–15	–25,3	–55,1	–0,8	0	0	+5
K452/15	170±5	13,5±3,2	42,1±3,3	1,3	10,3±3,1	10,3±2	100
± до стандарту	+15	–24,1	–53,2	–0,6	0	0	–10
K453/15	175±6	14,6±3,4	44,5±5,0	1,2	13,2±4,0	12,3±1	115
± до стандарту	+20	–23	–50,8	–0,7	0	0	+5
K435/15	178±6	14,2±3,1	46,6±6,3	1,4	14,4±3,2	11,4±1	90
± до стандарту	+23	–23,4	–48,7	–0,5	0	0	–20
B1201/17	90±6	25,3±2	80,7±5	1,5	8,2±3	15,1±2	95
± до стандарту	–65	–12,3	–14,6	–0,4	0	0	–15
B1538/17	130±5	20,8±3	76,6±4	1,4	4,8±2	10,8±1	100
± до стандарту	–25	–16,8	–18,7	–0,5	0	0	–10
B725/17	95±4	21,4±3	91,3±5	1,8	10,1±2	12,4±1	95
± до стандарту	–60	–16,2	–4	–0,1	0	0	–15
B7458/17	190±5	19,8±3	90,7±2	1,7	5,3±1	8,5±3	125
± до стандарту	+35	–17,8	–4,6	–0,2	0	0	+15
НІР ₀₅	7,4	0,8	3,2	,07	0,5	0,6	5,2

Створені матеріали значно різнилися за висотою рослин. Зразки В1201/17 і В725/17 відносяться до напівкарликів і мають висоту рослин 90 і 95 см, відповідно. Зразок В1538/17 – середній за висотою (130 см). Зразки К404/15 (160 см), К452/15 (170 см), К453/15 (175 см), К435/15(178 см) і В7458/17(190 см) відносяться до групи високорослих.

Найменший діаметр кошика – 12,3 см і мала маса 1000 насінин – 40,2 г мав зразок К404/15, найбільшим кошиком характеризувалася лінія В1201/17 (25,3 см), маса 1000 насінин якої становила 80,7 г. У інших зразків діаметр кошика перебував у межах від 13,5 см до 21,4 см, а маса 1000 насінин від 42,1 г до 91,3 г.

Лінії В725/17 і В7458 характеризувалися найкрупнішим насінням – 1,8 і 1,7 см довжиною, відповідно. Зразки К435/15 (1,4 см), В1201/17 (1,5 см) та В1538/17 (1,4 см) за вказаним показником значно поступалися стандарту.

На рівень продукування пилку впливає кількість та діаметр бічних кошиків.

За кількістю бокових гілок, лінія В1538/17 була з найменшим показником 4,8 шт. Кращі показники мали зразки К453/15 (13,2 шт.), К435/15 (14,4 шт.) і В1201/17 (8,2 шт.) величина їх бічних кошиків становила 12,3 см, 11,4 і 15,1 см, відповідно. Найінтенсивніше галуження виявилось у зразка К404/15 – 18,5 шт, проте діаметр кошиків при цьому був найменшим – 7,2 см.

За тривалістю вегетаційного періоду зразки можна поділити на три групи: середньоранні – К435/15 (90 діб), В1201/17 (95 діб), В725/17 (95 діб)); середньопізні – К404/15 (115 діб), К452/15 (100 діб), К453/15 (115), В1538/17 (100 діб) і пізні – В7458/17 (125 діб).

5.2 Особливості селекційного процесу створення та відбору батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин

Одночасно з селекцією соняшнику на ІМІстійкість, розпочато роботу над створенням гібридів, стійких до гербіцидів з діючою речовиною трибенурон-метил з групи сульфонілсечовин. [25].

Перший з них отримано з дикої сульфонілсечовино стійкої рослини *Helianthus annuus* L., зібраної з тієї ж області в Канзасі, де було знайдено ІМІстійкість. Група вчених USDA-ARS (NDSU) ввели цю генетичну стійкість у культурний соняшник і в 2001 р. створили лінії SURES [25].

Друге джерело стійкості до сульфонілсечовин було виявлено фірмою DuPont за допомогою проекту зі штучного мутагенезу, який проводився на початку 90-х років минулого століття. Цей матеріал був додатково випробуваний Pioneer / DuPont у 1998–2000 рр. Було проведено оцінку та відбір деяких мутацій, у випадку мутації соняшнику SU7 була підтверджена стійкість для вузького кола сульфенілсечовинних гербіцидів [25].

S. Josic [141] з командою повідомили, що стійкість соняшнику до трибенурон-метилу контролюється одним домінантним геном. Ті ж автори повідомляють, що стійкість з популяцій SURES-1 і SURES-2 передано в елітні лінії і створені стійкі гібриди.

Стійкість було введено в елітні лінії через беккроси і скринінг на стійкість у всіх ВС поколіннях, подібно процедурі введення генів стійкості до ІМІ.

Pioneer / DuPont, Інститут польових і овочевих культур, Новий Сад були першими, хто створив сульфонілсечовино стійкі гібриди для виробництва. Перші спостереження комерційного виробництва показали, що хоча це був випадок одного домінантного гена, необхідно щоб обоє батьків мали ген стійкості. Якщо стійкою була лише одна батьківська лінія то виникала проблема у виробництві гібридного насіння зі 100 % толерантністю. У виробництві часто був високий відсоток сприйнятливих рослин у комерційних посівах гібридів [25].

Отже, для створення гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіциду Експрес, важливо щоб усі батьківські компоненти були резистентними до гербіциду.

В якості донора резистентності до гербіциду Експрес нами було використано зразки 1002st і S320st.

Для створення резистентних матеріалів проводили беккросування соняшнику кондитерського напрямку використання Лакомка, Запорізький кондитерський та Евріка з донорами стійкості [142, 143].

Особливістю закріплювачів стерильності є однокошиковість, тобто гени галуження стебла (*B/b*) – слугує маркерною ознакою і повинні знаходитись у гомозиготному домінантному стані.

Для гібридизації використовували гібриди, які мають стерильну (*S*) плазму, в гетерозиготному стані гени відновлення-закріплення стерильності (*Rfrf*) та гени галуження стебла (*Bb*). Стійкі до гербіциду матеріали мають домінантний ген резистентності *Sur* в гомозиготному домінантному стані (*SurSur*), тобто зразки мають ідіотип *ZitS RfrfBbSurSur*.

Для отримання крупноплідних закріплювачів стерильності та відновлювачів фертильності соняшнику резистентних до гербіциду стійкі матеріали схрещували з сортами соняшнику кондитерського напрямку використання, які мали нормальну (*N*) плазму, гени закріплення стерильності у гомозиготному рецесивному стані та гени галуження стебла (*BB*) у гомозиготному домінантному стані (рис. 5.2).

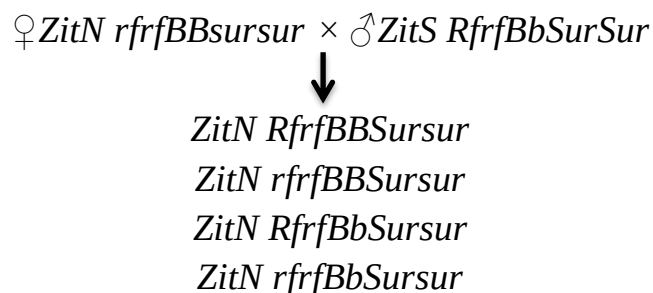


Рис. 5.2 Перенесення генів стійкості на нормальну плазму та отримання кандидатів у закріплювачі стерильності

Отримане потомство за генами стійкості гетерозиготне. Рослини теоретично розділили на чотири групи і самозапилили для переведення генів стійкості у гомозиготний стан. Перша група – *ZitN RfrfBBSursur*; друга група – *ZitN rfrfBBSursur*; третя група – *ZitN RfrfBbSursur*; четверта група – *ZitN rfrfBbSurSur*.

Після сівби рослини одноразово обробляли гербіцидом Експрес у фазі від двох до восьми справжніх листків соняшнику, дозою 20–25 г/га.

Проаналізувавши потомство отримане після самозапилення рослин першої групи, три частини рослин соняшнику з шістнадцяти були стійкими до гербіциду Експрес, але відновлювачів фертильності чи закріплювачів стерильності серед них небуло (рис. 5.3).

$$\text{♀} \textit{ZitN RfrfBBSursur} \times \text{♂} \textit{ZitN RfrfBBSursur}$$



$\begin{smallmatrix} \text{♀} \\ \text{♂} \end{smallmatrix}$	<i>RfBSur</i>	<i>RfBSur</i>	<i>rfBSur</i>	<i>rfBSur</i>
<i>RfBSur</i>	<i>RfRfBBSurSur</i> *	<i>RfRfBBSursur</i>	<i>RfrfBBSurSur</i> *	<i>RfrfBBSursur</i>
<i>RfBSur</i>	<i>RfRfBBSursur</i>	<i>RfRfBBsursur</i>	<i>RfrfBBSursur</i>	<i>RfrfBBsursur</i>
<i>rfBSur</i>	<i>RfrfBBSurSur</i> *	<i>RfrfBBSursur</i>	<i>rfrfBBSursur</i>	<i>rfrfBBSursur</i>
<i>rfBSur</i>	<i>RfrfBBSursur</i>	<i>RfrfBBsursur</i>	<i>rfrfBBSursur</i>	<i>rfrfBBsursur</i>

*Примітка: стійкі форми

Рис. 5.3 Потомство отримане після самозапилення рослин першої групи

Після самозапилення рослин другої групи 50 % потомства були закріплювачами стерильності соняшнику стійкими до гербіциду Експрес (рис. 5.4).

$$\begin{aligned} & \text{♀} \text{ZitN } rfrfBBSursur \times \text{♂} \text{ZitN } rfrfBBSursur \\ & \text{ZitN } rfrfBBSursur \\ & \text{ZitN } rfrfBBSurSur^* \end{aligned}$$

*Примітка: стійкі форми

Рис. 5.4 Потомство отримане після самозапилення рослин другої групи

З третьої групи із 56 частин рослин соняшнику 17 мали стійкість до гербіциду Експрес, 1/16 з них були відновлювачам фертильності (*RfRfbbSurSur*), і ще 1/16 закріплювачами стерильності (*rfrfBBSurSur*) (рис. 5.5). Якщо провести гомозиготацію (самозапилення) інших 15 частинах стійких рослин соняшнику, то серед їхнього потомства можна виділити ще частку закріплювачів стерильності та відновлювачів фертильності.

$$\text{♀} \text{ZitN } RfrfBbSursur \times \text{♂} \text{ZitN } RfrfBbSursur$$

↓

♀ \ ♂	<i>RfBSur</i>	<i>RfBsur</i>	<i>RfbSur</i>	<i>Rfbsur</i>	<i>rfrBSur</i>	<i>rfrBsur</i>	<i>rfrbSur</i>	<i>rfrbsur</i>
<i>RfBSur</i>	<i>RfRfBB SurSur</i>	<i>RfRfBB Sursur</i>	<i>RfRfBb SurSur</i>	<i>RfRfBb Sursur</i>	<i>RfrfBB SurSur</i>	<i>frfBB Sursur</i>	<i>RfrfBb SurSur</i>	<i>Rfrfbb Sursur</i>
<i>RfBsur</i>	<i>RfRfBB Sursur</i>	<i>RfRfBB sursur</i>	<i>RfRfBb Sursur</i>	<i>RfRfBb sursur</i>	<i>RfrfBB Sursur</i>	<i>RfrfBB sursur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>RfrfBb sursur</i>
<i>RfbSur</i>	<i>RfRfBb SurSur</i>	<i>RfRfBb Sursur</i>	<i>RfRfbb SurSur</i> (відновлювач фертильності)	<i>RfRfbb Sursur</i>	<i>RfrfBb SurSur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>Rfrfbb SurSur</i>	<i>Rfrfbb Sursur</i>
<i>Rfbsur</i>	<i>RfRfBb Sursur</i>	<i>RfRfBb sursur</i>	<i>RfRfbb Sursur</i>	<i>RfRfbb sursur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>RfrfBb sursur</i>	<i>Rfrfbb Sursur</i>	<i>Rfrfbb sursur</i>
<i>rfrBSur</i>	<i>RfrfBB SurSur</i>	<i>RfrfBB SurSur</i>	<i>RfrfBb SurSur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>rfrfBB SurSur</i> (закріплювач стерильності)	<i>rfrfBB Sursur</i>	<i>rfrfBb SurSur</i>	<i>rfrfBb Sursur</i>
<i>rfrBsur</i>	<i>RfrfBB Sursur</i>	<i>RfrfBB Sursur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>RfrfBb sursur</i>	<i>rfrfBB Sursur</i>	<i>rfrfBB sursur</i>	<i>rfrfBb Sursur</i>	<i>rfrfBb sursur</i>
<i>rfrbSur</i>	<i>RfrfBb SurSur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>Rfrfbb SurSur</i>	<i>Rfrfbb Sursur</i>	<i>rfrfBb SurSur</i>	<i>rfrfBb Sursur</i>	<i>rfrfbb SurSur</i>	<i>rfrfbb Sursur</i>
<i>rfrbsur</i>	<i>RfrfBb Sursur</i>	<i>RfrfBb sursur</i>	<i>Rfrfbb Sursur</i>	<i>Rfrfbb sursur</i>	<i>rfrfBb Sursur</i>	<i>rfrfBb sursur</i>	<i>rfrfbb Sursur</i>	<i>rfrfbb sursur</i>

Рис. 5.5 Потомство отримане після самозапилення рослин третьої групи

Серед потомства четвертої групи рослин соняшнику виділено 1/16 частку закріплювачів стерильності резистентних до гербіциду Експрес (рис. 5.6).

$$\text{♀ } ZitN \text{ } rfrfBbSursur \times \text{♂ } ZitN \text{ } rfrfBbSursur$$

↓

♂ \ ♀	<i>rfrBSur</i>	<i>rfrBsur</i>	<i>rfrbSur</i>	<i>rfrbsur</i>
<i>rfrBSur</i>	<i>rfrfBB</i> <i>SurSur</i> (закріплювач стерильності)	<i>rfrfBB</i> <i>Sursur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>SurSur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>Sursur</i>
<i>rfrBsur</i>	<i>rfrfBB</i> <i>Sursur</i>	<i>rfrfBB</i> <i>sursur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>Sursur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>sursur</i>
<i>rfrbSur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>SurSur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>Sursur</i>	<i>Rfrfbb</i> <i>SurSur</i>	<i>Rfrfbb</i> <i>Sursur</i>
<i>rfrbsur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>Sursur</i>	<i>rfrfBb</i> <i>sursur</i>	<i>Rfrfbb</i> <i>Sursur</i>	<i>Rfrfbb</i> <i>sursur</i>

Рис. 5.6 Потомство отримане після самозапилення рослин четвертої групи

Для виділення закріплювачів стерильності чи відновлювачів фертильності соняшнику проводили схрещування кандидатів із стерильною формою.

Потомство оцінювали за ознакою «стерильність–фертильність». Якщо після схрещування стерильної форми із кандидатом у закріплювачі стерильності всі потомства були стерильними, то рослина була 100 % закріплювачем стерильності соняшнику.

Кандидати у відновлювачі фертильності також схрещували зі стерильною формою, якщо отримане потомство фертильне, то рослина є відновлювачем фертильності [142].

У процесі дослідження створено матеріали, які є закріплювачами стерильності з ознакою «не розгалужене стебло» та резистентністю до гербіциду Експрес.

Отримані за самозапилення нащадки аналізували та проводили добір за господарсько-цінними ознаками (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками,
2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослин, см	155	K269/17	162	156	145	8,66	–2,3	–12,1	91,1
		K1617/17	130	156	125		–2,7	–16,3	87,4
		K1302/17	160	180	180		2,5	3,4	105,8
Діаметр кошика, см	37,6	K269/17	21,7	15,2	30,8	1,4	2,3	29,9	166,9
		K1617/17	23,6	15,2	28,6		2,1	20,6	147,4
		K1302/17	28,7	18,6	25,8		1,4	2,5	109,0
Довжина насіння, см	1,9	K269/17	1,4	1,3	1,2	0,7	–1,0	–20	88,8
		K1617/17	1,3	1,3	1,5		2,0	7,1	115,3
		K1302/17	1,8	1,2	1,4		–0,6	–15,1	93,3

За висотою у зразків K269/17 і K1617/17 спостерігається явище депресії, а у зразка K1302/17 відмічено позитивне наддомінування. Висота рослин у ліній була у межах 125–180 см, що відносить їх до групи середніх та високих рослин.

Найбільший діаметр кошика мала лінія K269/17 – 30,8 см, середні показники були у зразка K1617/17 – 28,6 см, найменший кошик формувався у лінії K1302/17 – 25,8 см, що у середньому на 9,2 см менше від стандарту. Для усіх представлених ліній-закріплювачів стерильності характерним є позитивне наддомінування.

За довжиною насіння у двох зразків (K269/17, K1302/17) відмічено депресію та в одній лінії (K1617/17) позитивний гетерозис.

Таблиця 5.6

**Характеристика створених закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за господарсько-цінними
ознаками, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Маса 1000 насінин, г	95,3	K269/17	120,7	40,9	113,4	6,0	3,5	26,2	140,3
		K1617/17	105,7	40,9	120,3		4,3	43,3	164,1
		K1302/17	110,8	45,4	122,6		4,9	40,8	156,9
Вміст білку в насінні, %	17,8	K269/17	23,2	18,5	22,3	1,1	0,6	–36,6	106,9
		K1617/17	23,8	18,5	21,9		0,5	–3,1	103,5
		K1302/17	20,5	18,2	24,5		1,3	6,2	100,6
Лущинність насіння, %	25,4	K269/17	23,4	18,3	21,7	1,0	0,3	–8,0	104,1
		K1617/17	23,7	18,3	23,8		0,8	–1,4	113,3
		K1302/17	28,3	20,1	20,2		–1,9	–23,0	83,4

Не зважаючи на менший діаметр кошика маса 1000 насінин у зразка K1302/17 є найбільшою – 122,6 г, що на 27,3 г перевищувала сорт-стандарт. Найменшу масу мав зразок K269/17 – 113,4 г, але і він істотно перевищував контрольний варіант на 18,1 г (табл. 26).

За масою 1000 насінин у ліній спостерігався позитивний гетерозис.

За вегетаційним періодом два зразки (K269/17 і K1617/17) були середньоранніми, а один зразок (K1302/17) – пізній.

Вміст білку у створених ліній перебував у межах від 21,9 % (K1617/17) до 24,5 % (K1302/17). У лінії K1302/17 вміст білку успадковувався за позитивним наддомінуванням.

Найнижчий відсоток лушпинності зафіксовано у лінії K1302/17 – 20,2 %. Середні показники були у зразків K1617/17 (23,8 %) і K269/17 (21,7 %). Рівень лушпинності номерів K269/17 та K1617/17 визначався проміжним успадкуванням, а у лінії K1302/17 за цим показником виявили від’ємний гетерозис [140, 141].

Для отримання крупноплідного та резистентного до гербіциду Експрес вихідного матеріалу, гібриди 1002st, S320st (донори стійкості до гербіциду) схрещували з сортами соняшнику кондитерського напряму використання (Лакомка, Запорізький кондитерський, Вранац, Харківський кондитерський).

Сорти виступали у якості материнської форми, рослини якої кастрували та запилювали донорами стійкості (рис. 5.3).

У результаті гібридизації виділено фертильні рослини з розгалуженим стеблом, які відповідають критеріям батьківських форм гібридів – відновлювачам фертильності.

Опис створених ліній-відновлювачів фертильності наведено у таблицях 5.7 і 5.8.

Створені лінії відновлювачі фертильності соняшнику майже за всіма показниками перевищували стандарт. За висотою у створених зразків відмічено негативне наддомінування.

Обидва створених зразки відносяться до групи карликових форм із висотою 100 (B1052/17) і 60 см (B2360/17).

Таблиця 5.7.

**Характеристика створених відновлювачів фертильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками,
2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнська форма	Батьківська форма	F ₁	НІР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослин, см	155	B1052/17	175	156	100	4,0	–11,0	–41,5	60,4
		B2360/17	162	180	60		–22,0	–65,9	35,1
Діаметр кошика, см	37,6	B1052/17	26,8	21,7	35,7	1,3	1,9	18,8	147,2
		B2360/17	21,7	18,6	16,8		–1,2	–26,6	83,3
Довжина насінини, см	1,9	B1052/17	1,2	1,3	1,4	0,1	1,0	0,0	112,0
		B2360/17	1,4	1,2	2,0		3,5	33,3	153,8

Найбільший кошик формував зразок B1052/17 – 35,7 см, але мав найдрібніше насіння – 1,4 см. У лінії B2360/17 діаметр кошика на 20,8 см був меншим від стандарту проте утворювалося істотно крупніше насіння (2,0 см).

Таблиця 5.8

**Характеристика створених відновлювачів фертильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за господарсько-цінними
ознаками, 2014–2017 рр.**

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Зразки	Материнськ а форма	Батьківська форма	F ₁	НІР ₀₅	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетични й гетерозис, %
Маса 1000 насінин, г	95,3	B1052/17	100,3	40,9	116,1	5,5	4,1	42,4	164,4
		B2360/17	120,7	45,4	105,3		2,8	15,6	126,7
Лущинність насіння, %	17,8	B1052/17	29,3	18,3	25,7	1,4	0,5	–5,1	107,9
		B2360/17	23,4	20,1	31,4		3,86	29,4	144,3
Вміст білку у насінні, %	25,4	B1052/17	25,7	18,5	27,6	1,3	2,5	14,2	124,8
		B2360/17	23,2	28,2	25,1		0,48	2,6	97,6

Лінія B1052/17 переважає стандарт за масою 1000 насінин (116,1 г), кількістю (5,7 шт.) та діаметром (20,2 см.) бічних кошиків. Зразок B2360/17 має дещо нижчі показники: маса 1000 насінин – 105,3 г, кількість бічних кошиків – 4,3 шт., а їх діаметр – 12,3 см.

5.3 Морфологічна оцінка виділених селекційних зразків соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин

Отримані закріплювачі стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, значно різнилися за морфологічними показниками. У ліній

K9756/17, K9748/17 і K 269/17 фіксували слабе антоціанове забарвлення гіпокотилію, а у зразків K4367/17, K8023/17, K1617/17 та K 1302/17 воно було відсутнє.

За площею листкової пластини вирізнялися зразки K9756/17 і K9748/17, вони мали велике листя, а номер K1617/17 характеризувався дрібними листковими пластинами, у той час як для інших матеріалів характерний середній розмір листка. Інтенсивність зеленого забарвлення листка була помірною у ліній K9756/17, K44367/17, K9748/17, K1617/17 і K1302/17. Світло-зелені листки мали зразки K8023/17 і K269/17. У аналізованих зразків гофрованість листка була слабкою або взагалі відсутньою. Крила листкової пластини у ліній K9748/17 і K1302/17 слабо виражені, інші форми – навпаки мають чітко виражені крила. За найнижчими бічними жилками виділяється зразок K8023/17, у якого кут між жилками близький до прямого. Форма листка у поперечному розрізі була плескатою у ліній K9748/17, K269/17 і K1302/17, сильно увігнутою у номерів K9756/17, K8023/17, K1617/17 й увігнутою – у зразка K4367/17. Форма верхівки листка у створених матеріалів – загострена. За вказаною ознакою вирізнялися зразки K8023/17 і K269/17 верхівка листка яких була округлою. Висота верхівки листка у ліній знаходиться вище або на рівні з місцем прикріплення листкової пластини, що дозволяє віднести їх до ериктоїдних форм.

Опушеність верхівки стебла у номерів K9748/17, K8023/17, K269/17 – помірна та у зразків K9756/17, K4367/17, K1617/17 і K 1302/17 – сильна, що значно знижує рівень пошкодження шкідниками.

Зразки K9756/17, K9748/17, K8023/17 і K1302/17 мають щільно розміщені язичкові квітки вузько-яйцеподібної форми. За цією ознакою вирізняється лінія K1617/17 (у рослин язичкові квітки округлі, розміщені помірно). У всіх зразків язичкові квітки сильно зігнуті у напрямку кошика, за виключенням форми K4367/17, у якої положення язичкових квіток плескате відносно кошика (таб. 5.9).

Таблиця 5.9

**Морфологічний опис рослин ліній-закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку
використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, 2017 р.**

№ п/п	Морфологічні ознаки	Селекційний матеріал						
		Зразки стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів				Зразки стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин		
		K9756/17	K4367/17	K9748/17	K8023/17	K269/17	K1617/17	K1302/17
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Наявність антоціанового забарвлення (гіпокотиль)	слабке	відсутнє	слабке	відсутнє	слабке	відсутнє	відсутнє
2	Площа листової пластини	велика	середня	велика	середня	середня	мала	середня
3	Інтенсивність зеленого забарвлення листка	помірна	помірна	помірна	світло-зелений	світло-зелений	помірна	помірна
4	Гофрованість листка	слабка	відсутня	дуже слабка	слабка	відсутня	слабка	слабка
5	Листок за розміром зубців	помірні	слабкі	помірні	помірні	дрібні	дрібні	помірні
6	Вушка листка за розміром	великі	великі	помірні	великі	великі	помірні	малі
7	Крила у листка	чітко виражені	чітко виражені	слабо виражені	чітко виражені	чітко виражені	слабо виражені	слабо виражені
8	Листок за найнижчими бічними жилками	гострий	гострий	гострий	близький до прямого	гострий	гострий	гострий
9	Форма листка у поперечному розрізі	сильно увігнута	увігнута	плеската	сильно увігнута	плеската	сильно увігнута	плеската
10	Форма верхівки листка	загострена	загострена	загострена	округла	округла	загострена	загострена
11	Висота верхівки листка відносно місця прикріплення листової пластинки	вище	нижче	вище	на рівні	вище	вище	на рівні
12	Опушеність верхівки стебла	сильна	сильна	помірна	помірна	помірна	сильна	сильна
13	Щільність розміщення язичкових кіток	щільно	помірно	щільно	щільно	середньо-щільні	помірно	щільно
14	Язичкові квітки за формою	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні	округлі	вузько-яйцеподібні
15	Язичкові квітки за положенням відносно кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	плескате	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика

Продовження таблиці 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Забарвлення язичкових квіток	оранжево-жовті	помірно-жовті	оранжево-жовті	оранжево-жовті	помірно-жовті	оранжево-жовті	оранжево-жовті
17	Забарвлення трубчастих квіток	оранжеві	оранжеві	оранжеві	оранжеві	жовті	оранжеві	жовті
18	Антоціанове забарвлення приймочки трубчастих квіток	слабке	слабке	слабке	відсутнє	слабке	помірне	помірна
19	Листкові обгортки за формою	не чітко видовжена	не чітко видовжена	чітко округлі	не чітко видовжена	не чітко видовжені	чітко видовжені	чітко округлі
20	Листкові обгортки за довжиною верхівки	довга	дуже довга	довга	середня	середня	довга	коротка
21	Інтенсивність зеленого забарвлення листкових обгортки	помірний	помірний	помірний	помірний	світло-зелений	світло-зелений	помірний
22	Листкові обгортки за положенням відносно кошика	не охоплюють	злегка охоплюють	злегка охоплюють	охоплюють	охоплюють	злегка охоплюють	охоплюють
23	Висота рослини, см	220±7	195±4	250±4	220±5	145±4	125±4	180±5
24	Наявність галуження рослини	—	—	—	—	—	—	—
25	Положення кошика	обернене донизу із зігнутим стеблом	вертикальне	обернене донизу із зігнутим стеблом	вертикальне	напівобернений до низу з прямим стеблом	напівобернений до низу із зігнутим стеблом	перпендикулярно по відношенню до прямого стебла
26	Діаметр кошика, см	31,7±3	20±6	30,4±4	32,5±3	30,8±2	28,6±3	25,8±4
27	Кошик за формою з боку сім'янок	плескатий	плескатий	злегка випуклий	плескатий	плескатий	плескатий	плескатий
28	Період вегетації, діб	125	120	125	115	95	100	130
29	Довжина сім'янки, см	1,5	2,0	1,6	1,5	1,2	1,5	1,4
30	Форма сім'янки	видовжена	видовжена	видовжена	видовжена	широко яйцеподібна	видовжена	видовжена
31	Сім'янка за товщиною відносно ширини	тонка	тонка	тонка	середня	товста	середня	середня

Оранжево-жовте забарвлення язичкових квіток відмічено у ліній K9756/17, K1302/17, K9748/17, K8023/17 і K269/17, помірно-жовте – у K4367/17 і K269/17.

Положення листкових обгортки відносно кошика є важливою ознакою під час морфологічної оцінки матеріалів. За цим показником виділено лінію K9756/17 де листкові обгортки не охоплюють кошик.

За висотою матеріали поділено на групи високорослих (K9756/17, K4367/17, K9748/17, K8023/17, K1302/17) і середньорослих (K269/17, K1617/17) рослин. Галуження стебла у створених закріплювачів стерильності відсутнє.

Положення кошика у форм K9756/17 і K 9748/17 обернене до низу із зігнутих стеблом, у K4367/17 і K8023/17 – вертикальне, а у лінії K1302/17 кошик розміщений перпендикулярно за відношенням до прямого стебла.

Найбільший кошик зафіксовано у зразків K9756/17, K9748, K8023/17 і K269/17, а лінії K4367/17, K1617/17 і K1302/17 характеризувалися меншим діаметром кошика – 20,0, 28,6 та 25,8 см відповідно.

Кошик за формою з боку сім'янок у всіх зразків плескатий, окрім лінії K9748/17, де він був дещо випуклий.

За вегетаційним періодом матеріали поділено на три групи: пізні із періодом вегетації 115–130 діб (K9756/17, K4367/17, K9748/17, K1302/17), середньопізні – 100–150 днів (K8023/17, K1617/17) і середньоранні – 90–100 діб (K269/17).

Найкрупніше насіння мав зразок K4367/17 (2,0 см), дещо дрібнішим воно було у ліній K9756/17 (1,5 см), K9748/17 (1,6 см), K8023/17 (1,5 см) і K1617/17 (1,5 см). Найдрібнішим насінням характеризувалися зразки K1302/17 (1,4 см) і K269/17 (1,2 см). Форма сім'янки у створених матеріалів була видовжена, вирізнявся лише зразок K269/17, форма сім'янки якого була широко-яйцеподібною. Зразки K9756/17 і K9748/17 мають чорне насіння із чітко вираженими смужками на краях та слабо вираженими смужками білого кольору між краями. Для зразка K4367/17 характерний сірий колір насіння з сильно вираженою смугастістю. У номера K1617/17 сім'янка чорна зі слабо

вираженими смужками сірого кольору між краями. Зразки K269/17 і K1302/17 мають чорне насіння, смугастість відсутня. Плямистість перикарпію у створених зразків також була відсутня.

Створені нами відновлювачі фертильності соняшнику придатні до вирощування за технологіями Clearfield та ExpressSun. Матеріали також відрізнялися за морфологічними ознаками. У ліній B725/17, B1538/17 та B2360/17 антоціанове забарвлення гіпокотилію було відсутнє, зразки B1201/17 і B1052/17 мали слабе антоціанове забарвлення і лише у форми B7458 воно помірне. Лінія B1052/17 має великі листки, а для решти зразків характерний середній розмір листової пластини. У зразків B7458/17, B725/17, B1538/17 і B1052/17 інтенсивність зеленого забарвлення листка помірна, лінія B1201/17 має темно-зелене листя, а у форми B2360/17 – листя світло-зеленого кольору.

За формою верхівки листка виділено зразок B1052/17, що має вузько-трикутну форму, та B1201/17 де форма верхівки якого формувалася від вузько-трикутної до широко-трикутної. Верхівка листка у створених матеріалів знаходиться на рівні (B7458/17, B1538/17, B2360/17) або вище (B725/17, B1201/17, B1052/17) місця прикріплення листової пластинки.

Язичкові квітки вузькояйцеподібні, щільно розміщені у ліній B7458/17, B1538/17, B1052/17. Помітно вирізняються за цією ознакою зразок B725/17 із помірно розміщеними, веретеноподібними язичковими квітками та форма B1201/17 – із нещільними трубчастими квітками. Розміщення язичкових квіток відносно кошика плескате у ліній B7458/17 і B1052/17, у решти матеріалів язичкові квітки сильно зігнуті у напрямку кошика. У зразків B725/17, B1052/17 і B2360/17 забарвлення язичкових квіток помірно-жовте, у форми B1538/17 помірно-оранжеве, у B1201/17 – оранжеве та у лінії B7458/17 – оранжево-жовте (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

**Морфологічний опис рослин ліній-відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку
використання, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, 2017 р.**

№ п/п	Морфологічна ознака	Селекційний матеріал					
		Зразки стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів				Зразки стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин	
		B7458/17	B725/17	B1538/17	B1201/17	B1052/17	B2360/17
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Наявність антоціанового забарвлення (гіпокотиль)	помірне	відсутнє	відсутнє	слабке	слабке	відсутнє
2	Площа листової пластини	середня	середня	середня	середня	велика	середня
3	Інтенсивність зеленого забарвлення листка	помірна	помірна	помірна	темно-зелений	помірна	світло-зелений
4	Гофрованість листка	помірна	слабка	помірна	помірна	слабка	слабка
5	Листок за розміром зубців	помірні	помірні	помірні	грубі	помірні	дуже грубі
6	Вушка листка за розміром	помірні	великі	помірні	великі	великі	помірні
7	Крила у листка	чітко виражені	слабо виражені	чітко виражені	слабо виражені	помірні	помірні
8	Кут між найнижчими бічними жилками листка	близький до прямого	гострий	гострий	гострий	гострий	гострий
9	Форма листка у поперечному розрізі	плеската	сильно увігнута	плеската	сильно увігнута	сильно увігнута	сильно увігнута
10	Форма верхівки листка	загострена	загострена	загострена	від вузько-трикутної до широко-трикутної	вузько-трикутна	загострена
11	Висота верхівки листка відносно місця прикріплення листової пластинки	на рівні	вище	на рівні	вище	вище	на рівні
12	Опушеність верхівки стебла	дуже сильна	сильна	дуже сильна	помірна	дуже сильна	сильна
13	Щільність розміщення язичкових кіток	щільно	помірно	щільно	не щільно	щільно	не щільно
14	Язичкові квітки за формою	вузько-яйцеподібні	веретеноподібні	вузько-яйцеподібні	трубчасті	широко-яйцеподібні	вузько-яйцеподібні
15	Язичкові квітки за положенням відносно кошика	плескате	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	сильно зігнуті у напрямку кошика	плескате	сильно зігнуті у напрямку кошика

Продовження таблиці 5.10

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Забарвлення язичкових квіток	оранжево-жовті	помірно-жовті	помірно-оранжеві	оранжеві	помірно-жовті	помірно-жовті
17	Забарвлення трубчастих квіток	жовте	жовте	оранжеві	оранжеві	жовте	оранжеві
18	Антоціанове забарвлення приймочки трубчастих квіток	слабке	відсутнє	помірне	відсутнє	помірне	помірне
19	Листкові обгортки за формою	не чітко видовжені	не чітко видовжені	чітко видовжені	чітко округлі	чітко видовжені	чітко видовжені
20	Листкові обгортки за довжиною верхівки	довгі	середні	дуже довгі	середні	довгі	середні
21	Інтенсивність зеленого забарвлення листкових обгортки	помірна	помірна	світло-зелені	помірне	помірна	світло зелені
22	Листкові обгортки за положенням відносно кошика	не охоплюють	злегка охоплюють	охоплюють	злегка охоплюють	не охоплюють	злегка охоплюють
23	Висота рослини, см	190±5	95±4	130±5	90±6	100±4	60±5
24	Наявність галуження рослини	наявне	наявне	наявне	наявне	наявне	наявне
25	Тип галуження	лише біля верхівки стебла	лише біля верхівки стебла	лише біля верхівки стебла	лише біля верхівки стебла	за всією висотою	лише біля основи
26	Положення центрального кошика відносно бічних	вище	на рівні	вище	нижче	нижче	на рівні
27	Положення кошика	вертикальне	вертикальне	напівобернений до низу із прямим стеблом	вертикальне	вертикальне	вертикальне
28	Діаметр кошика, см	19,8±3	21,4±3	20,8±3	25,3±2	35,7±3	16,8±3
29	Кошик за формою з боку сім'янок	плескатий	плескатий	плескатий	плескатий	злегка випуклий	плескатий
30	Період вегетації, діб	125	95	100	95	130	90
31	Довжина сім'янки, см	1,7	1,8	1,4	1,5	1,4	2,0
32	Форма сім'янки	видовжена	видовжена	видовжена	видовжена	видовжена	видовжена
33	Сім'янка за товщиною відносно ширини	тонка	середня	середня	тонка	середня	середня
34	Основне забарвлення сім'янки	чорне	чорне	чорне	чорне	чорне	чорне

Продовження таблиці 5.10

1	2	3	4	5	6	7	8
35	Смужки на краях сім'янки	відсутні	сильно виражені	сильно виражені	сильно виражені	слабо виражені	сильно виражені
36	Смужки між краями сім'янки	відсутні	відсутні	відсутні	слабо виражені	відсутні	сильно виражені
37	Забарвлення смужок сім'янки	–	біле	біле	біле	сіре	біле
38	Плямистість перикарпію	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня

Інтенсивність зеленого забарвлення листкових обгортки помірна у зразків В7458/17, В725/17, В1201/17 і В1052/17. Світло-зелені листкові обгортки мають форми В1538/17 і В2360/17. Листкові обгортки у зразків В7458/17 і В1052/17 не охоплюють кошик, а в інших матеріалів – злегка охоплюють.

Створені лінії-відновлювачі фертильності соняшнику значно різняться за висотою рослин. Лінія В7458/17 належить до групи високорослих рослин, В1538/17 відноситься до групи середньо рослих рослин, зразки В725/17, В1201/17 та В1052/17 – напівкарликові, а В2360 – до карликових форм.

Для створених матеріалів характерне галуження стебла. У зразків В7458/17, В725/17, В1538/17 і В1201/17 – апікальне галуження (лише біля верхівки стебла). Для номера В2360/17 характерне базальне галуження (лише біля основи стебла), а в лінії В1052/17 – галуження за всією висотою стебла. Центральний кошик знаходиться вище відносно бічних у номерів В7458/17 і В1538/17, нижче – у форм В1201/17 і В1052/17. У зразків В725/17 і В2360/17 центральний кошик розміщений на рівні з бічними суцвіттями.

Центральний кошик розміщений вертикально у зразків В7458/17, В725/17, В1201/17, В1052/17 і В2360/17, а в лінії В1538/17 він напівобернений до низу із прямим стеблом. Найбільший розмір кошика мала лінія В1052/17 (35,7 см). Меншим діаметром кошика характеризувалися зразки В7458/17 (19,8 см), В725/17 (21,4 см), В1538/17 (20,8 см) і В1201/17 (25,3 см). У форми В2360/17 кошик був найменший (16,8 см).

Лінії В7458/17, В725/17 і В2360/17 мали найкрупніше насіння – 1,7 см, 1,8 і 2,0 см, відповідно. Менші показники були у зразків В1538/17 (1,4 см), В1201/17 (1,5 см) і В1052/17 (1,4 см). Створені матеріали мали сім'янку видовженої форми. У лінії В7458/17 формується сім'янка чорного кольору, без смужок. У зразків В725/17 та В1538/17 насіння чорне, смужки білого кольору сильно виражені на краях сім'янки, між краями – відсутні. У номера В2360/17 смужки на краях та між краями білі, сильно виражені.

Плямистість перикарпію відсутня.

Отже, створені матеріали значно різнилися за морфологічними ознаками між собою та щодо вихідних батьківських форм.

5.4 Цінність створених експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання

Під час проведення досліджень нами було виділено низку відновлювачів ліній-закріплювачів стерильності, їх стерильних аналогів та фертильності пилку соняшнику, які вирізнялися крупним насінням, високою масою 1000 насінин, низьким рівнем лушпинності та високим рівнем білку. Створені батьківські компоненти мають високий бал стійкості до найпоширеніших збудників хвороб соняшнику (додаток 1а– 1б).

Ці лінії було використано для створення гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. Характеристика кращих гібридів наведена у таблиці 5.11.

Апробовані гібриди соняшнику кондитерського напрямку використання характеризуються великою масою 1000 насінин, що перебуває в межах від 110,7 г (УК 655) до 180,3 г (УК 635). Вони високорослі (165–218 см), мають крупне насіння довжиною 1,5–2,0 см та великий кошик 20,3–27,3 см діаметром.

За вегетаційним періодом гібриди поділяються на дві групи – середньопізні (УК 635, УК 526, УК 328), із періодом вегетації 100–110 днів, і пізні (УК 655, УК 624, УК 1023, УК 952, УК 896, УК 564, УК 458, УК 1185) вегетаційний період яких складає 115–130 діб.

Потенційна врожайність гібридів знаходиться у межах 5,7– 6,2 т/га.

Отримані матеріали характеризуються високим вмістом білку (33%), низьким вмістом олії (до 49,5 %) та рівнем лушпинності (до 33 %).

Створені матеріали відповідають вимогам виробництва до кондитерських гібридів соняшнику.

Таблиця 5.11

Характеристика створених експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання, 2014–2017 рр.

Гібрид	Висота рослин, см	Діаметр кошика, см	Довжина насіння, см	Маса 1000 насінин, г	Вміст білку, %	Олійність, %	Лушпинність, %	Урожайність, т/га	Період вегетації, діб
УК 655	218	20,3	1,6	110,7	31,2	43,4	25,2	6,1	125
УК 635	186	26,6	1,7	180,3	29,7	45,8	27,3	5,9	110
УК 624	188	23,7	1,5	125,8	30,6	46,7	29,6	5,8	120
УК 526	177	25,0	2,0	176,7	32,1	44,5	30,2	6,2	105
УК 564	172	22,6	1,5	170,5	33,1	48,2	24,3	6,0	115
УК 896	178	27,3	1,8	168,6	34,2	47,8	26,1	6,2	130
УК 952	165	26,8	1,7	152,3	28,3	49,5	27,8	6,0	125
УК 1023	183	21,7	1,5	132,6	31,4	48,2	30,1	5,7	115
УК 328	192	24,8	1,6	162,4	32,3	46,5	25,2	6,0	100
УК 458	181	20,9	1,5	136,1	28,9	47,6	28,1	6,1	120
УК 1185	198	25,3	2,0	141,3	30,3	46,7	24,8	6,2	130

Висновки до розділу 5

1. За створення вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напряму використання доцільно використовувати стійкість до гербіциду як маркер для ідентифікації ознаки «стерильність-фертильність» рослин.

2. Для отримання вихідного матеріалу з генетичною резистентністю до дії гербіцидів групи імідазолінонів і сульфонілсечовин необхідно проводити беккросування з метою перенесення генів стійкості від донорів іноземного походження до вітчизняних форм.

3. У F_2 стійких до гербіцидів Експрес та Євро-Лайтнінг промислових гібридів розщеплення рослин становило 9:3:3:1 за класами: фертильні, не розгалужене стебло; фертильні, розгалужене стебло; стерильні, розгалужене стебло; стерильні, не розгалужене стебло. Це дозволило відібрати відновлювачі фертильності і закріплювачі стерильності соняшнику, що відповідають моделі батьківських компонентів для промислових гібридів.

4. У створених ліній-закріплювачів стерильності було відмічено позитивний гетерозис за висотою рослин, діаметром кошика, масою 1000 насінин, а за рівнем лущинності – навпаки депресію або проміжне успадкування.

5. Створені закріплювачі стерильності високорослі, мали великий кошик (20,6–32,5 см) та крупне насіння (1,5–2,0 см). Вміст білку та рівень лущинності знаходився у межах норми. Зразки характеризувалися великою масою 1000 насінин, яка коливалася від 116 до 133 г.

6. Висота рослин створених відновлювачів фертильності становила від 125 (K1617/17) до 180 см (K1302/17) і успадковувалася переважно за типом депресії. В усіх створених ліній маса 1000 насінин, діаметр кошика та вміст білку виявлено позитивний гетерозис. За рівнем лущинності та довжиною насіння у більшості зразків спостерігали позитивне домінування або від'ємний гетерозис.

Публікації за матеріалами розділу:

1. Ракул І. О. Створення відновлювачів фертильності соняшнику стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг із використанням кондитерських гібридів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» – 22–23 листопада 2016. Дніпро. С. 159–161.

2. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг відновлювачів фертильності кондитерського соняшнику за використання іноземних гібридів // Наукові доповіді НУБіП України № 4 (68). 2017. Режим доступу:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9111> (особистий внесок 50 %, планування та проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).

3. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до трибенурон-метилу // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва Вип. 92. 2018. С. 214–222 (особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).

4. Конуп І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику стійких до гербіциду Експрес // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» – 29–30 вересня 2016. Київ. С. 148–150. (особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі узагальнено та вирішено завдання з удосконалення технологій створення вихідного селекційного матеріалу соняшнику кондитерського напрямку використання, зокрема, стійкого до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин для отримання гетерозисних гібридів.

1. Удосконалено технологію створення вихідного матеріалу для селекції соняшнику кондитерського напрямку використання, резистентного до гербіцидів групи імідазолінонів і сульфонілсечовин, за якої стерильні аналоги створюють паралельно, шляхом бекросування, із закріплювачами стерильності соняшнику та ідентифікують за ознакою «стерильність-фертильність», що дозволяє значно скоротити селекційний процес.

2. Визначено доцільність використання іноземних гібридів в якості донорів господарсько-цінних ознак, що дало змогу отримати резистентні до гербіцидів вихідні матеріали соняшнику кондитерського напрямку використання.

3. Встановлено, що спосіб отримання закріплювачів стерильності за використання промислових сортів та гібридів є ефективним для створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського.

4. Підтверджено, що висота рослин соняшнику кондитерського напрямку використання успадковується за домінантним типом. Для отримання низькорослих форм необхідно в якості батьківського компоненту використовувати короткостеблові зразки.

5. Доведено, що ген стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів *Imr/imr* може слугувати маркером для контролю ознаки «стерильність-фертильність» рослин, що дозволяє візуально виділяти стерильні форми соняшнику кондитерського напрямку використання.

6. Підтверджено, що гомо- і гетерозиготні рослини за геном стійкості до гербіциду *Imr/imr* візуально фенотипово вирізняються за забарвленням

листіків, що дозволяє проводити відбір гомозиготних форм соняшнику з високою резистентністю до гербіциду Євро-Лайтнінг за забарвленням листової пластинки.

7. Апробовано схему створення закріплювачів стерильності, їх стерильних аналогів та відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напряму використання стійких до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин за використання промислових гібридів.

8. Доведено, що для створення гібридів, стійких до гербіцидів Експрес та Євро-Лайтнінг, необхідно використовувати резистентні до гербіцидів групи сульфонілсечовин та імідазолінонів материнські та батьківські компоненти.

9. Підтверджено, що для ідентифікації рослин соняшнику кондитерського, резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів, доцільно використовувати гербіцид Євро-Лайтнінг дозою 1,2 л/га, а стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин – гербіцид Експрес дозою 25,0 г/га.

10. Створено колекцію вихідного матеріалу соняшнику кондитерського напряму використання. Встановлено, що сорти Донський крупноплідний, Лакомка, Запорізький кондитерський можуть слугувати донорами господарсько-цінних ознак, а зразки Х9667, Х4367, Х4667, Х9607 та 1002st, S320st – стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин, відповідно.

11. Отримано 11 експериментальних гібридів соняшнику кондитерського напряму використання з потенційною урожайністю 5,7–6,2 т/га та високим вмістом білка (до 33,0 %), низьким вмістом олії (до 49,5 %) та рівнем лущинності до 33,0 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ

Селекційним науково-дослідним установам рекомендуємо:

- удосконалену технологію створення вихідного матеріалу резистентного до гербіцидів групи імідазолінонів і сульфонілсечовин для гетерозисної селекції соняшнику кондитерського напряму використання;
- у якості вихідного матеріалу, як джерела господарсько-цінних ознак, використовувати сорти Запорізький кондитерський, Лакомка, Богучарец, Донський крупноплідний, а донорами резистентності до гербіцидів – зразки X9607, X4667, X4367, 9514, 1002st і S320st;
- спосіб контролю ознаки «стерильність-фертильність» рослин соняшнику кондитерського за маркерним геном *Imr/imr* резистентності до гербіцидів групи імідазолінонів;
- спосіб візуальної ідентифікації гомо-, гетерозиготності рослин соняшнику, резистентних до гербіцидів групи імідазолінонів та сульфонілсечовин;
- створену колекцію крупноплідних (K701/17, K1275/17), високопродуктивних (K376/17), низькорослих (1317, 3280), резистентних до гербіцидів (K8023/17, K1302/17, K4367/17) закріплювачів стерильності та відновлювачі фертильності (B1217/17, B1201/17, B1052/17) соняшнику кондитерського використовувати в селекційному процесі отримання гетерозисних гібридів культури.

Список використаної літератури

1. URL: <https://superagronom.com/blog/246-konditerskiy-sonyashnik-gibridi-vs-sorti>
2. Шавлов Е. И. Краткий очерк истории культуры подсолнечника. М. Колос, 1975. С. 6–14.
3. Держ реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. <http://sops.gov.ua/reestratsiya-prav/reiestry/reiestr-sortiv-roslyn-ukrainy>
4. Пустовойт В. С. Масличный подсолнечник. Краткий очерк основных моментов рациональной культуры, особенностей биологии и результатов селекции. Москва, 1928. 38 с.
5. Пустовойт В. С. Состояние и перспективы селекции подсолнечника во ВНИИМК. Селекция и семеноводство масличных культур. Краснодар, 1972. С. 8–15.
6. Анащенко А. В., Попова А. И. Коллекция дикорастущего подсолнечника и пути её использования в селекции. Сельскохозяйственная биология. 1985. С. 9–11.
7. Сивенко О. А. Селекційно-генетичні особливості батьківських форм та створення високогетерозисних гібридів соняшнику: дис. канд. с.-г наук. Харків. 2016. 198 с.
8. Бочкарев Н. И. К идеотипу самоопыленных линий подсолнечника. Краснодар. Вып. 116. 1995. С. 16–20.
9. Анащенко А. В. Генофонд подсолнечника и его использование в селекции: автореф. дис. на соиск. уч. ст. докт. биол. наук: 03.00.15 ВИР им. Н. И. Вавилова. Л., 1981. 47 с.
10. Кириченко В. В. Стан та перспективи розвитку селекції і насінництва соняшнику в Україні. Селекція і насінництво. К.: Урожай, Вип. 83. 2000. С. 8–19.
11. Дублянская Н. Ф. Химический состав подсолнечника. Москва,

1975. С. 38–50.

12. Morozov V. K. Sunflower breeding in USSR. Pishhepromizdat, Moscow, 1947. Pp. 1–274.

13. Дімітров С. Г. Формування продуктивності гібридів соняшнику з генетичною стійкістю до гербіцидів в умовах Лісостепу України: дис. канд. с.-г. наук. Київ, 2016. 199 с.

14. Бугайов В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А. та ін. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник. Біла Церква, 2010. 368 с.

15. Miller J. F and Al-Khatib K. Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. Vol.2: 037-041. June 12–15. Toulouse, France. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France, 2000.

16. URL: <http://vet.gov.ua/node/919>

17. Пустовойт В. С. Подсолнечник. М. 1975. 591 с.

18. Леонова Н. М. Селекція соняшнику на використання ефекту гетерозису в гібридів F₁ кондитерського типу: дис. канд. с.-г. наук. Харків, 2017. 202 с.

19. Kirichenko V. V. Sunflower breeding and Seed Production. Insitute of Field Crops- Yuryeva, V. Ya. Harkov, 2005. Pp. 1–385.

20. Кириченко В. В., Літун П. П., Петренкова В. П. Мікроеволюційні процеси і еволюційні методи в селекції гібридного соняшнику. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 1. С. 42–46.

21. Анащенко А. В., Попова А. И. Коллекция дикорастущего подсолнечника и пути её использования в селекции. *Сельскохозяйственная биология*. 1985. № 10. С. 9–11.

22. Дьяков А. Б. Соотношение между продолжительностью вегетации и продуктивностью подсолнечника. *Вести с.-х. науки*. 1982. №10. С. 54–61.

23. Першин А. Н. Цветок по имени Солнце. 2003. №7. С. 38–45.

24. Чекалін М. М., Тищенко В. М. та ін. Селекція та генетика окремих культур. Полтава, 2008. 368 с.

25. Драган Шкорич, Джеральд Дж. Сейлер, Жао Лью [и др.]. Генетика и селекция подсолнечника. Международ. монография. Сербская академия наук и искусств. Ассоциация «Селекция и семеноводство подсолнечника». Харьков, 2015. 540 с.

26. Пустовойт В. С. Селекция и семеноводство. Наука и человечество. Москва, 1964. С. 19–21.

27. Венцлавович Ф. С., Анащенко А. В. Некоторые вопросы селекции подсолнечника на гетерозис. *Труды по прикл. ботанике, генетики, селекции*. 1970. Т. 42. Вып. 1. С. 43–57.

28. Пустовойт В. С. Селекция и семеноводство подсолнечника. Москва, 1964. С. 19–21.

29. Кириченко В. В. Селекция и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus L.*). Харьков, 2005. 385 с.

30. Anashchenko A. V., Platonov V. N. Evaluation of sunflower collection according to its resistance to diseases and head decay. *Tehniceskie kulturi* (1). 1988. Pp. 16–18.

31. Сациперов Ф. А. Опыт скрещивания двух форм подсолнечника. *Тр. Бюро по прикладной ботанике*. Т. 9. С. 207–244.

32. Heiser C. Introgression re-examined. *The Botanical Review* 39(4). P. 347–366.

33. Венцлавович Ф. С. Подсолнечник. *Культурная флора СССР. Маслечные культуры*. 1941. Т. 7. С. 380–436.

34. Pustovoit G. V. Selection, seed production and some agrotechnical issues of sunflower (Chosen papers). Moscow, 1966a. Pp. 1–368.

35. Pustovoit G. V. Distant interspecific hybridization of sunflowers. In: Proc. 2nd Int. Sunflower Conf., Morden, Manitoba, Canada, 17–18 Aug. 1966. Int. Sunflower Assoc. Toowoomba, Australia, 1966b. Pp. 82–101.

36. Vassilevska-Ivanova R. and Tcekova Z. Agronomic characteristics of a dwarf germplasm sunflower line. *Helia* 28(42): 2005. 51–56.

37. Anashchenko A. V., Vilichki F. K. Improvement of the combining ability of parental lines of sunflower hybrids. 1985. Pp. 10–13.
38. Anashchenko A. V., Duca M. V. Phenotype exertion of *Rf* gene of sunflower and some results about the nature of plants with partial restoration. Scientific bulletin of VIR, fasc. 154. 1985. Pp. 3–7.
39. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. 2016. 375 с.
40. Куперман Ф. М. Морфофизиол. анализ этапов органогенеза различных жизн. форм покрытосем. растений. Москва, 1977. 288 с.
41. Гуменюк А. Кондитерський напрям у селекції соняшнику. *Пропозиція*. 2001. №3. С. 38–39.
42. Селекція та організація насінництва соняшнику. URL: <http://zhmenka.com/sonyashnik-selekciya-nasinnictvo-texnologiya-viroshhuvannya/selekciya-ta-organizaciya-nasinnictva-sonyashniku/>
43. Leclercq R. Une sterilité male cytoplasmique chez le tournesol. *Ann. Amélior. Plantes* 19(2): 1969. Pp. 99–106.
44. Kinman M. L., New developments in the USDA and state experiment station sunflower breeding programs. Proc 4th Intl. Sunflower. Conf. Memphis, TN, June 23–25. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France. 1970. Pp. 181–183.
45. Дука М. В., Анащенко А. В. Типы ЦМС у подсолнечника в связи с его происхождением. *С.-х. биология*. №5. С. 73–75.
46. Vranceanu A. V. and Stoenescu F. M. Aspecte genetice privind rezistența la cadere a floarea-soarelui. *Analele I.C.C.P.T.* 37. 1971b. Pp. 183–190.
47. Fick G. N., Zimmer D. E. Fertility restoration in confectionary sunflowers. *Crop Sci.* 14(4): 1974. Pp. 603–604.
48. Конарев В. Г. Природа гетерозиса и возможности его прогнозирования. *С.-х. биология*. 1991. №3. С. 3–1.
49. East E. M. Heterosis. *Genetics*. 1936. № 21. P. 375–395.
50. Johnson A. G. Problems in breeding and seed production of hybrid sprouts. *Commercial Grower*. № 4012. London. 1972 a. P. 749–750.

51. Хотылева Л. В. Методы селекции и оценки самоопыленных линий на комбинационную способность. Москва, 1968 С. 124–152.
52. Спрег Д. Ф. Селекция кукурудзы. В кн.: Кукурудза и её улучшение. Москва, 1957. С. 163–222.
53. Tatum E. L., Beadle G. V. Genetic control of biochemical reactions in *Neurospora*. *Proc. National Academy of Sciences*. 1941. V. 27.
54. Griffing B. Analysis of quatitative gene-acrion by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. V. 35. P. 303–321.
55. Сытник М. С., Гуменюк А. Д. Перспективы селекции подсолнечника на раннеспелость, продуктивность и устойчивость против болезней. *Селекция и семеноводство*. Киев Вып. 52.1982. С. 17–20.
56. Діордієва І. П. Створення та оцінка чотири видових форм тритикале: дис. канд. с.-г. наук. Умань, 2015. 202 с.
57. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність. Київ, 2016. С. 132–152.
58. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) (TG /81/6, UPOV) // Geneva. 2000-04-05. 47 P. // URL: www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg081.pdf 2.
59. Description of components and varieties of sunflower. Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants. Paris. France. 101 P. 3.
60. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Кривошеева О. В. та ін. Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus* L.). Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Центр генетичних ресурсів рослин України. Харків, 2007. С. 77–78.
61. Sala C. A., Bulos M. Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targeting acetohydroxyacid synthase in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. V. 124. 2012. P. 355–364
62. Тронін А. С., Демури́н Я. Н. Шкала фитотоксичности ALS-ингибирующих гербицидов у подсолнечника. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского*

института масличных культур. 2013. Вып. 2 С. 155–156.

63. Тронин А. С. Определение устойчивости проростков подсолнечника к трибенурон-метилу. *VIII международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК*. 2015. С. 171–174.

64. Miller J. F. and Al-Khatib K. Registration of two oilseed sunflower genetic stock. SURES-1 and SURES-2, resistant to tribenuron herbicide. *Crop Sci.* 39: 2004. Pp.301–302.

65. Beyl G. M., Atkins R. E. In heritage of quantitative characters in grain sorghum. *Jowa. J. Sci.* Vol. 77. №3. P. 345–358.

66. Даскалев Х., Иорданом А., Огнянова А. Гетерозис при домастите. *Българська академия на науките*. 1967. 179 с.

67. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва, 1985. 351 с

68. Єщенко О. В., Копитко П. Г. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ, 2005. 288 с.

69. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. С. 83–87.

70. Насінництво соняшнику в сучасних умовах. Методичні рекомендації. СГІ–НЦНС. 2013. 37 с.

71. Долгова Е. М., Аладьина З. К. Экспресс-метод оценки подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе. Селекция и семеноводство: респ. межвед. темат. науч. сб. Вып. 68: Вопросы и результаты селекции, физиол.-генет. исследования, семеноводство и семеноведение. Київ, 1990. С. 50–55.

72. Skoric D. Possibilities of using heterosis based on male sterility of sunflower. Ph. D. thesis. University of Novi Sad. Agriculture Faculty, 1975. Pp. 1 – 148.

73. Ivanov P., Stoyanova Y. Studies on the genotypic and fenotypic variability correlations in sunflower (*Helianthus annuus* LJ. 9th Intl. Sunflower Conf. Tooremolinos-Espana. 1980. Pp. 336–342
74. Marinkovic R. Path-coefficient analysis of some yields components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 60: 1992. Pp. 201–205.
75. Suzer S. and Atakisi I. Yield components of sunflower hybrids of different height. *Helia* 16(18): 1993. Pp. 35–40.
76. Petakov D. Correlation and heritability of some quantitative characters in sunflower diallel crosses. *EUCARPIA-Symposium on breeding of oil and protein crops*, Albena, Bulgaria, 1994. 162–164.
77. Punnia M. S., Gill H. S. Correlations and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Helia* 17 (20): 1994. Pp. 7–11.
78. Patil B. R., Rudraradhya M., Vijayakumar C. H. M., Basappa H. and Kulkarni R. S. Correlation and path analysis in sunflower. *Jour. Oilseed Res.* 13(2): 1996. Pp. 157–161.
79. Doddamani I. K., Patil S. A., Ravikumar R. L. Relationship of autogamy and self-fertility with seed and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 20(26): 1997. Pp. 95–102.
80. Rao N. M., Singh B. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Res.* 2: 1977. Pp. 144–146.
81. Cecconi F., Pugliesi C., Baroncelli S., Rocca M. Genetic analisys for some agronomical characters of a sunflower (*Helianthus annuus* L.) diallel cross. *Helia* 10: 1987. Pp. 21–27.
82. Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M. Influence of genes on plant height (*Helianthus annuus* L.) *Agroznanje*, Banja. 2005.
83. Dua P. R., Yadova P. T. Genetics of yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *In: Proc. of 11th Int. Sunf. Conf., Mar del Plata, Argentina.* 1985. Pp. 627–632.
84. Skoric D., Jocic S. and Molnar I. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. *In: Proc. 15th Intl. Sunflower Conf. Vol.2:*

Toulouse, France, June 12–15. Int. Sunflower Assoc. Paris, France. 2000. Pp. 23–29.

85. Tyagi A. P. Combining ability analysis for yield components and maturity traits in sunflower (*H. annuus* L.). In: *Proc. of 12th Inter. Sunf. Conf.*, Novi Sad, Yugoslavia. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France. 1988. Pp. 489–493.

86. Gangappa E., Channakrishnaiah K. M., Harini M. S., Ramesh S. Studies on combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 20(27): 1997a. Pp. 73–84.

87. Gangappa E., Channakrishnaiah K. M., Thakur C., Ramesh S. Genetic architecture of yield and its attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 20(27): 1997b. Pp. 85–94.

88. Marinkovic R. and Skoric D. Examination of heritability of certain quantitative traits of sunflower (*H. annuus* L.). *Oil Production* 1: (In Serbian). 1984. Pp. 161–167.

89. Marinkovic R., Dozet B., Crnobarac J. Diallel analysis of stem diameter and leaf petiole length in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Sci. Agric. Res.* 55(197): 1994. Pp. 3–9.

90. Volj V., Dumancheva P. Pojavlenije geterozisa u gibridov prvogo pokolonenija podsolnechnika. *Geterozis kulturnih rastenij*. Varna. Rez. 40. 1973.

91. Chaudhary S. K. and Anand I. J. Heterosis for seeds yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika* 17: 1985. Pp. 35–42.

92. Marinkovic R. Inheritance of leaf area in the F₂ generation and components of genetic variability. *Archives of Agricultural Sciences* 41 (143). 1980. Pp. 385–392.

93. Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M. Interdependence of sunflower yield and its components. Conference Proceedings from the International Symposium “Food in the 21st century”, Subotica, Serbia and Montenegro. 2001. Pp. 162–167.

94. Gavrilova V. A. and Anisinova I. N. Sunflower. RAAS. VIR. Sanct Petersburg. 2003. Pp. 1–202.

95. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення крупноплідних карликових форм соняшнику кондитерського напрямку використання. *Вісник ЖНАЕУ* 2017. №2 (61), т. 1. С. 64–74.
96. Malidza G., Skoric D. and Jovic S. Imidazolinone resistant sunflower (*Helianthus annuus L.*): Inheritance of resistance and response towards selected sulfonylurea herbicides. *Proc. 15th Intl. Sunflower Conf. Toulouse. France. June 12–15. Intl. Sunflower .Assoc. Paris. Vol. 2: 2000. Pp. 42–47*
97. Alonso, L.C., Rodriguez-Ojeda, M.I., Fernan-dez-Escobar, J. and Lopez-Ruiz-Calero, G., 1988. Chemical control of broomrape (*Orobanchaceae cernua* Loeft.) in sunflower (*Helianthus annuus L.*) resistant to imazethapyr herbicide. *Helia* 21(29): 45–54.
98. Bruniard, J.M. and Miller, J.F., 2001. Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia* 24(35): 11–16.
99. Конуп І. О., Ракул Я. В. Використання маркерних ознак у селекції соняшнику. Матеріали всеукраїнської наукової конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції». Умань. 2016. С. 51–52.
100. Ракул И. А., Рябовол Л. О. Изучения фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и стойкости к гербицидам группы имидазолинонов. Научно-практический журнал «Земледелие и защита растений» Беларусь. 2017. №4. С. 52–54.
101. Перстенёва А. А. наследование устойчивости к имидазолиноновым гербицидам у подсолнечника дис. канд. биол. наук. Краснодар, 2009. – 112 с. 4.
102. Dimitrijević A, Imerovski I, Miladinović D, Jocić S, Malidža G, Miklič V. Laboratory method for detection of tribenuron-methyl resistant sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Proc 18th Int Sunflower Conf, Mar del Plata, Argentina. Int Sunflower Assoc, Paris, France. – 2012. – P. 519-523.*
103. Тронин А. С. Наследование и селекционное использование

устойчивости к сульфонилмочевинным гербицидам у подсолнечника: дис. канд. с.-х. наук. Краснодар, 2017. 108 с.

104. Кулешов Н. Н. Лабораторная и полевая всхожесть семян сельскохозяйственных растений и ее научно-производственное значение. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. Москва, 1964. С. 83–87.

105. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та вивчення крупноплідних низькорослих форм соняшнику. Матеріали VI Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання). Умань. 2017. С 209–211.

106. Hladni N, Skoric D., Kraljevic-Balalic M. Components of phenotype variability for seed yield per plant of sunflower. Conference Proceedings from 43rd Counseling oil production. Budva. 43. 2002b. Pp. 31–39.

107. Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M. Components of variance of morphological traits (*Helianthus annuus* L.). Conference Proceedings from 41st Counseling on oil production. 2002c. Pp. 39–45.

108. Hladni N. Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad. 2007. Pp. 1–104.

109. Hladni N., Skoric D., Kraljevic-Balalic M. The mode of plant height and head diameter inheritance (*Helianthus annuus* L.). Selection and seed production 10: 2004. Pp. 43–50.

110. Конуп І. О. Використання гібридів соняшнику кондитерського для створення компонентів схрещування. *Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах і дендропарках*. Матеріали міжнародної наукової конференції. Умань. 2015. 168 с.

111. Cecconi F., Gaetani M., Lenzi C. and Durante M. The sunflower dwarf mutant dw. 1: effects of gibberelic acid treatment. *Helia* 28(36): 2002. Pp. 161–166.

112. Конуп І. О., Рябовол Л. О., Парій М. Ф. Створення крупноплідних батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напрямку

використання. Матеріали міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта». Умань. 2016. С. 148–151.

113. Kirichenko V. V. and Popov V. N. Genetics of isozymes and analysis of linkage and morphological loci in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 23(33): 2000. Pp. 65–76.

114. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання та їх стерильних аналогів. *Новітні агротехнології: теорія та практика*. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2017. 254 с.

115. Feng J. and Jan C. C. Identification of a new CMS cytoplasm and localization of its fertility restoration gene in sunflower. *In: Proc. 17th Intl. Sunflower Conf. Vol. 2: Cordoba, Spain, June 8-12. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France. 2008a. Pp. 583–587.*

116. Marinkovic R. and Skoric D. Examination of inheritance of certain quantitative traits of seed in oleic cross-breeding of sunflower lines (*Helianthus annuus* L.). *Archives of Agricultural Sciences* 48. 1987. Pp. 213–221.

117. Kinman M. L. New developments in the USDA and state experiment station sunflower breeding programs. *In: Proc. 4th Int. Sunflower Conf., Memphis, USA, June 23–25. 1970. Pp. 181–183.*

118. Serieys H. Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources. *FAO Progress Report (1996–1999). Helia (special issue): 1999. Pp. 71–84.*

119. Study of the genetic system of CMS-*Rf* in sunflower (*Helianthus annuus* L.). IV Identification of the *Rf* genes from different sources of fertility restoration. *Genetika* 22: Pp. 64–68.

120. Kovacik A. The effect of intervarietal hybridization on methodological properties of F₁ and F₂ generation sunflower. *Zbornik ceskoslovenskeak ademie zemedelskychved. Praha, 4: 1960b. Pp. 447–466.*

121. Kaya Y., Evci G., Pekcan V. and Gucer T. Determining new broomrape-infested areas, resistant lines and hybrids in Trakya region of Turkey. *Helia* 27(40): 2004. Pp. 211–218.
122. Jagadeesan S., Kandasamy G., Manivannan N. and Muralidharan V. A valuable sunflower dwarf mutant. *Helia* 31(49): 2008. Pp. 79–82.
123. Feng J. and Jan C. C. Introgression and molecular tagging of *Rf₄*, a new male fertility restoration gene from wild sunflower *Helianthus maximiliani* L. *Theor. Appl. Genet.* 117: 2008b. Pp. 241–249.
124. Jan C. C. Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources. Report FAO Working Group 1995–1996, Giessen, Germany, March 20–23, 1997. 1997. Pp. 8–12.
125. Enns H., Dorrell D. C., Hoes J. A. and Chubb W. O. Sunflower research, a progress reports. *In: Proc. of the 4th Inter. Sunf. Conf., Memphis, USA. Tn. 23–25 June, Int. Sunflower Assoc., Paris, France. 1970. Pp. 162–167.*
126. Vranceanu V. A. and Stoenescu F. M. Pollen fertility restorer gene from cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 20: 1971a. Pp. 536–541.
127. Miller J. F. and Fick G. N. The genetics of sunflower. Sunflower Technology and Production. Schneiter, A.A. (Ed.) Agronomy, American Society of Agronomy, Inc., CSSA, SSSA. Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1997. Pp. 441–496.
128. Berretta de Berber. A. and Miller J. K. Genetic study of two sounds of reduced height in sunflower. *In: Proc. of 6th Sunflower Res Workshop, Bismarck, ND(USA), 1Feb. Natl. Sunflower Assoc. Bismarck NI). 1984.*
129. Iuoras M., Vranceanu A. V., Stoenescu F. M. Cercetri privind restaurare fertilitii polenului de floarea-soarelui la sursa de androsterilitate citoplasmatic Fundulea 1. *Analele I.C.C.R.T. Fundulea* Vol. LVII: 1989. Pp. 41–46.
130. Iuoras M., Vranceanu A. V. and Berville A. Cytoplasmnucleus relationships in the CMS pollen fertility restoration in Pundulea –I (ANT-I) CMS of sunflower. *In: Proc. 13th Int. Sunflower Conf., Pisa. Italy. September 7–11. Int. Sunflower Assoc., Paris. France. Vol. 2: 1992. Pp. 1072–1077.*

131. Christov M., Shindrova R, Encheva V., Velkov V., Nikolova L., Piskov A., Petro, R and Nikolova V. Development of fertility restorer lines originating from interspecific hybrids of genus *Helianthus*. *Helia* 24: 1996. Pp. 65–72.

132. Kovacik A., Skaloud V. Results of inheritance evaluation of agronomically important traits in sunflower. *Helia* No. 13: 1990. Pp. 41–46.

133. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідного матеріалу для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. *Збірник наукових Уманського національного університету садівництва*. Вип. 91. Ч. 1. 2017. С. 236–243.

134. Конуп І. О. Шляхи створення батьківських форм для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. *Гетерозис: досягнення та проблеми*. Тезиси доповідей міжнародної наукової конференції. Умань. 2015. 138 с.

135. Putt E. D. Breeding behaviour of resistance to leaf mottle or Verticillium in sunflower. *Crop. Sci.* 4 (2): 1964. Pp. 177–179.

136. Dominguez-Gimenez Y. and Fernandez-Martinez J. M. Evaluation of inbred testers in sunflower hybrid breeding. *Helia* (10): 1987. Pp. 10–19.

137. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідного матеріалу для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання. *Збірник наукових Уманського національного університету садівництва*. Вип. 91. Ч. 1. 2017. С. 236–243

138. Ретьман С., Мельничук Ф. Соняшник та виробнича система CLEARFIELD: особливості та переваги. *Агробізнес сьогодні*. 2010. №7. С. 46–47.

139. Ракул І. О. Створення відновлювачів фертильності соняшнику стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг із використанням кондитерських гібридів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*». Дніпро, 2016. С. 159–161.

140. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського за використання іноземних гібридів. *«Наукові доповіді НУБіП України»* № 4 (68). 2017. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9111>

141. Jodic S., Miklic V., Malidza G., Hladni N. and Gvozdenovic S. New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl. Proc. 17th Int. Sunflower Conf. Vol. 2: Cordoba. Spain. June 8–12. Int. Sunflower Assoc. Paris. 2008. Pp. 505–508.

142. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до трибенурон-метилу. *Збірник наукових Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 92.С. 214–222.

143. Конуп І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику стійких до гербіциду Експрес. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених *«Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур»*. Київ, 2016. С. 104.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок критерію Пірсона

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	ферильні	стерильні	ферильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	47	13	14	6	80
Те, що очікується (Е)	$80 \times \frac{9}{16} = 45$	$80 \times \frac{3}{16} = 15$	$80 \times \frac{3}{16} = 15$	$80 \times \frac{1}{16} = 5$	80
$O - E$	$47 - 45 = 2$	$13 - 15 = -2$	$14 - 15 = -1$	$6 - 5 = 1$	0
$(O - E)^2$	$(2)^2 = 4$	$(-2)^2 = 4$	$(-1)^2 = 1$	$(1)^2 = 1$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$1:47 = 0,021$	$1:13 = 0,076$	$1:14 = 0,071$	$1:6 = 0,166$	
χ^2	$0,021 + 0,076 + 0,071 + 0,166 = 0,334$				

Додаток А 1

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	46	14	16	4	80
Те, що очікується (Е)	$80 \times \frac{9}{16} = 45$	$80 \times \frac{3}{16} = 15$	$80 \times \frac{3}{16} = 15$	$80 \times \frac{1}{16} = 5$	80
$O - E$	$46 - 45 = 1$	$14 - 15 = -1$	$16 - 15 = 1$	$4 - 5 = -1$	0
$(O - E)^2$	$(1)^2 = 1$	$(-1)^2 = 1$	$(1)^2 = 1$	$(-1)^2 = 1$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$1:46 = 0,021$	$1:14 = 0,071$	$1:16 = 0,062$	$1:4 = 0,25$	
χ^2	$0,021 + 0,071 + 0,062 + 0,25 = 0,404$				

Додаток А 2

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	71	25	22	8	126
Те, що очікується (Е)	$126x^{9/16}=70,9$	$126x^{3/16}=23,6$	$126x^{3/16}=23,6$	$126x^{1/16}=7,9$	126
О – Е	$71-70,9=0,1$	$25-23,6=-1,4$	$22-23,6=-1,6$	$8-7,9=0,1$	0
$(O - E)^2$	$(0,1)^2=0,01$	$(1,4)^2=1,96$	$(-1,6)^2=2,56$	$(-0,1)^2=0,01$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,01:70,9=0,0001$	$1,96:23,6=0,0831$	$2,56:23,6=0,1085$	$0,01:7,9=0,0013$	
χ^2	$0,0001+0,0831+0,1085+0,0013=0,193$				

Додаток А 3

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	47	15	14	5	81
Те, що очікується (E)	$81x^{9/16}=45,6$	$81x^{3/16}=15,2$	$81x^{3/16}=15,2$	$81x^{1/16}=5,0$	81
O – E	$7-45,6=1,4$	$15-15,2=-0,2$	$14-15,2=-1,2$	$5-5=0$	0
$(O - E)^2$	$(1,4)^2=1,96$	$(-0,2)^2=0,04$	$(-1,2)^2=1,44$	$(0)^2=0$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$1,96:45,6=0,0429$	$0,04:15,2=0,0026$	$1,44:15,2=0,0947$	$0:5=0$	
χ^2	$0,0429+0,0026+0,0947+0=0,0947$				

Додаток А 4

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	27	9	10	3	49
Те, що очікується (Е)	$49x^{9/16}=27,54$	$49x^{3/16}=9,18$	$49x^{3/16}=9,18$	$49x^{1/16}=3,06$	49
О – Е	$27-27,54=-0,54$	$9-9,1=-0,1$	$10-9,18=0,82$	$3-3,06=-0,06$	0
$(O - E)^2$	$(0,54)^2=0,2916$	$(-0,1)^2=0,01$	$(0,82)^2=0,6724$	$(-0,06)^2=0,0036$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,2916:27,54=0,0105$	$0,01:9,18=0,001$	$0,6724:9,18=0,0732$	$0,0036:3,06=0,0011$	
χ^2	$0,0105+0,001+0,0732+0,0011=0,0858$				

Додаток А 5

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	65	20	23	7	114
Те, що очікується (E)	$114x^9/16=64,125$	$114x^3/16=21,37$	$114x^3/16=21,37$	$114x^1/16=7,125$	114
O – E	$65-64,125=0,875$	$20-21,37=-1,37$	$23-21,37=1,63$	$7-7,125=-0,125$	0
$(O - E)^2$	$(0,875)^2=0,7656$	$(-1,37)^2=1,8769$	$(1,63)^2=2,6569$	$(-0,125)^2=0,0156$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,7656:64,125=0,011$	$1,8769:21,37=0,0878$	$2,6569:21,37=0,124$	$0,0156:7,125=0,002$	
χ^2	$0,011+0,0878+0,124+0,002=1,015$				

Додаток А 6

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	52	18	18	6	94
Те, що очікується (E)	$94x^{9/16}=52,875$	$94x^{3/16}=17,625$	$94x^{3/16}=17,625$	$94x^{1/16}=5,875$	94
O – E	$52-52,875=-0,875$	$18-17,625=0,375$	$18-17,625=0,375$	$6-5,875=0,125$	0
(O – E) ²	$(0,875)^2=0,765$	$(0,375)^2=0,14$	$(0,375)^2=0,14$	$(0,125)^2=0,015$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,765:52,875=0,0014$	$0,14:17,625=0,0079$	$0,14:17,625=0,0079$	$0,015:5,875=0,0025$	
χ^2	$0,0014+0,0079+0,0079+0,0025=0,0197$				

Додаток А 7

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	38	12	13	4	67
Те, що очікується (E)	$67x^9/_{16}=37,68$	$67x^3/_{16}=12,57$	$67x^3/_{16}=12,57$	$67x^1/_{16}=4,18$	67
O – E	$38-37,68=0,32$	$12-12,57=-0,57$	$13-12,57=0,43$	$4-4,18=-0,18$	0
(O – E) ²	$(0,32)^2=0,102$	$(-0,57)^2=0,325$	$(0,43)^2=0,185$	$(-0,18)^2=0,032$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,102:37,68=0,031$	$0,325:12,57=0,026$	$0,185:12,57=0,148$	$0,032:4,18=0,008$	
χ^2	$0,031+0,026+0,148+0,008=0,213$				

Додаток А 8

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	80	27	29	9	145
Те, що очікується (E)	$145 \times \frac{9}{16} = 81,56$	$145 \times \frac{3}{16} = 27,19$	$145 \times \frac{3}{16} = 27,19$	$145 \times \frac{1}{16} = 9,06$	145
O – E	$81,56 - 80 = 1,56$	$27,19 - 27 = 0,19$	$27,19 - 29 = -1,81$	$9,06 - 9 = 0,06$	0
$(O - E)^2$	$(1,56)^2 = 2,43$	$(0,19)^2 = 0,036$	$(-1,81)^2 = 3,28$	$(0,06)^2 = 0,003$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$2,43 : 81,56 = 0,029$	$0,036 : 27,19 = 0,001$	$3,28 : 27,19 = 0,120$	$0,003 : 9,06 = 0,0003$	
χ^2	$0,029 + 0,001 + 0,120 + 0,0003 = 0,150$				

Додаток А 9

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	45	17	16	5	83
Те, що очікується (E)	$83 \times \frac{9}{16} = 46,69$	$83 \times \frac{3}{16} = 15,56$	$83 \times \frac{3}{16} = 15,56$	$83 \times \frac{1}{16} = 5,19$	83
O – E	$45 - 46,69 = -1,69$	$17 - 15,56 = 1,44$	$16 - 15,56 = 0,44$	$5 - 5,19 = -0,19$	0
$(O - E)^2$	$(-1,69)^2 = 2,86$	$(1,44)^2 = 2,07$	$(0,44)^2 = 0,19$	$(-0,19)^2 = 0,04$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$2,86 : 46,69 = 0,061$	$2,07 : 15,56 = 0,133$	$0,19 : 15,56 = 0,12$	$0,04 : 5,19 = 0,008$	
χ^2	$0,061 + 0,133 + 0,12 + 0,008 = 0,214$				

Додаток А 10.

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (O)	8	16	7	31
Те, що очікується (E)	$31 \times \frac{1}{4} = 7,75$	$31 \times \frac{2}{4} = 15,5$	$31 \times \frac{1}{4} = 7,75$	31
O – E	$8 - 7,75 = 0,25$	$16 - 15,5 = 0,5$	$7 - 7,75 = -0,75$	0
(O – E) ²	$(0,25)^2 = 0,062$	$(0,5)^2 = 0,25$	$(-0,75)^2 = 0,562$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,062 : 7,75 = 0,008$	$0,25 : 15,5 = 0,016$	$0,562 : 7,75 = 0,072$	
χ^2	$0,008 + 0,016 + 0,072 = 0,024$			

Додаток А 11

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (O)	7	14	6	27
Те, що очікується (E)	$27 \times \frac{1}{4} = 6,75$	$27 \times \frac{2}{4} = 13,5$	$27 \times \frac{1}{4} = 6,75$	27
O – E	$7 - 6,75 = 0,25$	$14 - 13,5 = 0,5$	$6 - 6,75 = -0,75$	0
(O – E) ²	$(0,25)^2 = 0,062$	$(0,5)^2 = 0,25$	$(-0,75)^2 = 0,562$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,062 : 6,75 = 0,009$	$0,25 : 13,5 = 0,016$	$0,562 : 6,75 = 0,072$	
χ^2	$0,009 + 0,016 + 0,072 = 0,097$			

Додаток А 12

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (О)	7	12	6	25
Те, що очікується (Е)	$25 \times \frac{1}{4} = 6,25$	$25 \times \frac{2}{4} = 12,5$	$25 \times \frac{1}{4} = 6,25$	25
О – Е	$7 - 6,25 = 0,75$	$12 - 12,5 = -0,5$	$6 - 6,25 = -0,25$	0
(О – Е) ²	$(0,75)^2 = 0,562$	$(-0,5)^2 = 0,25$	$(-0,25)^2 = 0,062$	
$\frac{(О - Е)^2}{Е}$	$0,562 : 6,25 = 0,089$	$0,25 : 12,5 = 0,02$	$0,062 : 6,25 = 0,009$	
χ^2	$0,089 + 0,02 + 0,009 = 0,118$			

Додаток А 13

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (О)	6	13	6	25
Те, що очікується (Е)	$25 \times \frac{1}{4} = 6,25$	$25 \times \frac{2}{4} = 12,5$	$25 \times \frac{1}{4} = 6,25$	25
О – Е	$6 - 6,25 = -0,25$	$13 - 12,5 = 0,5$	$6 - 6,25 = -0,25$	0
(О – Е) ²	$(-0,25)^2 = 0,062$	$(0,5)^2 = 0,25$	$(-0,25)^2 = 0,062$	
$\frac{(О - Е)^2}{Е}$	$0,062 : 6,25 = 0,009$	$0,25 : 12,5 = 0,02$	$0,062 : 6,25 = 0,009$	
χ^2	$0,009 + 0,02 + 0,009 = 0,038$			

Додаток А 14

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (O)	112	224	114	450
Те, що очікується (E)	$450 \times \frac{1}{4} = 112,5$	$450 \times \frac{2}{4} = 225$	$450 \times \frac{1}{4} = 112,5$	450
O – E	$112 - 112,5 = -0,5$	$224 - 225 = -1$	$114 - 112,5 = 1,5$	0
(O – E) ²	$(-0,5)^2 = 0,25$	$(1)^2 = 1$	$(1,5)^2 = 2,25$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,25 : 112,5 = 0,009$	$1 : 225 = 0,004$	$2,25 : 112,5 = 0,02$	
χ^2	$0,009 + 0,004 + 0,02 = 0,033$			

Додаток А 15

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (О)	89	180	92	361
Те, що очікується (Е)	$361 \times \frac{1}{4} = 90,25$	$361 \times \frac{2}{4} = 180,5$	$361 \times \frac{1}{4} = 90,25$	361
$O - E$	$89 - 90,25 = -1,25$	$180 - 180,5 = -0,5$	$92 - 90,25 = 1,75$	0
$(O - E)^2$	$(-1,25)^2 = 1,56$	$(-0,5)^2 = 0,25$	$(1,75)^2 = 3,06$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$1,56 : 90,25 = 0,017$	$0,25 : 180,5 = 0,001$	$3,06 : 90,25 = 0,033$	
χ^2	$0,017 + 0,001 + 0,033 = 0,051$			

Додаток А 16

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (O)	75	148	76	299
Те, що очікується (E)	$299 \times \frac{1}{4} = 74,75$	$299 \times \frac{2}{4} = 149,5$	$299 \times \frac{1}{4} = 74,75$	299
O – E	$75 - 74,75 = 0,25$	$148 - 149,5 = -1,5$	$76 - 74,75 = 1,25$	0
(O – E) ²	$(0,25)^2 = 0,06$	$(-1,5)^2 = 2,25$	$(1,25)^2 = 1,56$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,06 : 74,75 = 0,0008$	$2,25 : 149,5 = 0,015$	$1,56 : 74,75 = 0,021$	
χ^2	$0,0008 + 0,015 + 0,021 = 0,037$			

Додаток А 17

Величина	Темно-зелені рослини	Жовто-зелені рослини	Рослин загинуло	Разом
Те, що спостерігається (O)	65	129	67	261
Те, що очікується (E)	$261 \times \frac{1}{4} = 65,25$	$261 \times \frac{2}{4} = 130,5$	$261 \times \frac{1}{4} = 65,25$	261
O – E	$65 - 65,25 = -0,25$	$129 - 130,5 = -1,5$	$67 - 65,25 = 1,75$	0
(O – E) ²	$(-0,25)^2 = 0,06$	$(-1,5)^2 = 2,25$	$(1,75)^2 = 3,06$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,06:65,25 = 0,0009$	$2,25:130,5 = 0,017$	$3,06:65,25 = 0,046$	
χ^2	$0,0009 + 0,017 + 0,046 = 0,064$			

Додаток А 18

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	56	18	17	9	100
Те, що очікується (E)	$100 \times \frac{9}{16} = 56,25$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{1}{16} = 6,25$	100
O – E	$56 - 56,25 = -0,25$	$18 - 18,75 = -0,75$	$17 - 18,75 = -1,75$	$9 - 6,25 = 2,75$	0
$(O - E)^2$	$(-0,25)^2 = 0,06$	$(-0,75)^2 = 0,56$	$(-1,75)^2 = 3,06$	$(2,75)^2 = 7,56$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$0,06 : 56,25 = 0,001$	$0,56 : 18,75 = 0,029$	$3,06 : 18,75 = 0,163$	$7,56 : 6,25 = 1,209$	
χ^2	$0,001 + 0,029 + 0,163 + 1,209 = 1,402$				

Додаток А 19

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	ферильні	стерильні	ферильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	54	18	18	10	100
Те, що очікується (Е)	$100 \times \frac{9}{16} = 56,25$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{1}{16} = 6,25$	100
О – Е	$54 - 56,25 = -2,25$	$18 - 18,75 = -0,75$	$18 - 18,75 = -0,75$	$10 - 6,25 = 3,75$	0
$(O - E)^2$	$(-2,25)^2 = 5,06$	$(-0,75)^2 = 0,56$	$(-0,75)^2 = 0,56$	$(3,75)^2 = 14,06$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$5,06 : 56,25 = 0,089$	$0,56 : 18,75 = 0,029$	$0,56 : 18,75 = 0,029$	$3,75 : 6,25 = 0,6$	
χ^2	$0,089 + 0,029 + 0,029 + 0,6 = 0,747$				

Додаток А 20

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (O)	58	16	17	9	100
Те, що очікується (E)	$100 \times \frac{9}{16} = 56,25$	$100 \times \frac{7}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{1}{16} = 6,25$	100
O – E	$58 - 56,25 = 1,75$	$16 - 18,75 = -2,75$	$17 - 18,75 = -1,75$	$9 - 6,25 = 2,75$	0
$(O - E)^2$	$(1,75)^2 = 3,06$	$(-2,75)^2 = 7,56$	$(-1,75)^2 = 3,06$	$(2,75)^2 = 7,56$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$3,06 : 56,25 = 0,054$	$7,56 : 18,75 = 0,403$	$3,56 : 18,75 = 0,189$	$7,56 : 6,25 = 1,209$	
χ^2	$0,054 + 0,403 + 0,189 + 1,209 = 1,855$				

Додаток А 21

Величина	З нерозгалуженим стеблом		З розгалуженим стеблом		Разом
	фертильні	стерильні	фертильні	стерильні	
Те, що спостерігається (О)	53	17	19	11	100
Те, що очікується (Е)	$100 \times \frac{9}{16} = 56,25$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{3}{16} = 18,75$	$100 \times \frac{1}{16} = 6,25$	100
О – Е	$53 - 56,25 = -3,25$	$17 - 18,75 = -1,75$	$19 - 18,75 = 0,25$	$11 - 6,25 = 4,75$	0
$(O - E)^2$	$(-3,25)^2 = 10,56$	$(-1,75)^2 = 3,06$	$(0,25)^2 = 0,062$	$(4,75)^2 = 22,562$	
$\frac{(O - E)^2}{E}$	$10,56 : 56,25 = 0,187$	$3,06 : 18,75 = 0,163$	$0,062 : 18,75 = 0,003$	$22,562 : 6,25 = 3,06$	
χ^2	$0,187 + 0,163 + 0,003 + 3,06 = 3,413$				

Додаток Б



Рис. 1 **Сорт соняшнику кондитерського напряму використання
Донський крупноплідний**

Додаток Б 1



Рис. 2 **Сорт соняшнику кондитерського напряму використання
Лакомка**

Додаток Б 2



**Рис. 3 Сорт соняшнику кондитерського напряму використання
Запорізький кондитерський**

Додаток Б 3



Рис. 4 **Сорт сояшнику кондитерського напряму використання**
Орешек

Додаток Б 4



Рис. 5 Декоративний сорт соняшнику Німецький карлик

Додаток Б 5



**Рис. 6 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K652/17**

Додаток Б 6



**Рис. 7 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання К376/17**

Додаток Б 7



**Рис. 8 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K701/17**

Додаток Б 8



**Рис. 9 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K1185/17**

Додаток Б 9



**Рис. 10 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K3519/17**

Додаток Б 10



Рис. 11 Лінія закріплювач стерильності соняшнику соняшнику кондитерського напрямку використання K1275/17

Додаток Б 11



Рис. 12 Лінія відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В2560/17

Додаток Б 12



Рис. 13 Лінія відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В1217/17

Додаток Б 13



Рис. 14 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання К9756/17

Додаток Б 14



Рис. 15 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання К4367/17

Додаток Б 15



**Рис. 16 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання К9748/17**

Додаток Б 16



**Рис. 17 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K8023/17**

Додаток Б 17



Рис. 18 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику
кондитерського напрямку використання В1201/17

Додаток Б 18



Рис. 19 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В1538/17

Додаток Б 19



Рис. 20 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В725/17

Додаток Б 20



Рис. 21 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику
кондитерського напрямку використання В7458/17

Додаток Б 21



Рис. 22 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K269/17

Додаток Б 22



**Рис. 23 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K1617/17**

Додаток Б 23



**Рис. 24 Лінія закріплювач стерильності соняшнику кондитерського
напрямку використання K1302/17**

Додаток Б 24



Рис. 25 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В1052/17

Додаток Б 25



Рис. 26 Лінія-відновлювач фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання В2360/17

Додаток В 1
Характеристика батьківських компонентів схрещування (2014–2017 рр.)

Селекційний матеріал												
Показник	1002st	S320st	Китай 3–1	Китай 3–2	Китай 3–3	9607	4667	4367	Турція 9514	Турція 9510/14	Турція 9509/14	Дніпропет ровський кондитерс ький
Висота рослин, см	156±2	180±4	162±3	175±2	168±4	140± 3	152±2	146±4	173±2	180±4	170±4	142±2
Діаметр центрального кошика, см	15,2± 2	18,6±3	20,1± 1	19,7± 1	21,6± 2	22,3 ±1	20,6± 3	18,7± 3	17,5±2	19,3±4	20,1±3	23,2±3
Кількість бічних кошиків, шт	8,3±2	5,6±3	10,1± 2	13,3± 2	4,7±2	9,4± 2	10,8± 2	12,3± 1	6,4±2	7,8±3	5,1±2	14,5±2
Діаметр бічних кошиків, см	7,1±1	7,8±2	10,5± 1	11,3± 1	9,7±2	12,4 ±1	10,5± 1	8,9±2	8,1±2	9,8±1	10,2±2	13,7±1
Маса 1000 насінин, г	40,9± 4	45,4±4	61,7± 2	60,2± 2	65,1± 1	60,0 ±3	58,5± 3	52,8± 2	56,4±3	59,7±4	62,3±2	75,1±5
Лушпинність, %	18,3± 2	20,1±3	23,4± 2	22,5± 3	25,8± 3	27,4 ±2	32,2± 1	29,5± 2	30,1±1	23,4±2	28,5±3	31,1±2
Вміст білку, %	18,5± 2	18,2±2	19,1± 1	18,7± 3	20,3± 2	18,3 ±1	18,1± 2	18,5± 1	19,5±2	18,7±1	19,1±1	18,6±2
Олійність, %	52,1± 3	53,2±2	42,4± 2	46,8± 3	45,2± 2	44,7 ±3	45,3± 2	4,5±1	47,2±3	50,4±3	48,3±2	46,8±3
Період вегетації, діб	100	130	115	125	120	100	90	95	115	110	115	120
Розмір сім'янки, см	1,3	1,2	1,5	2,0	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,5

Додаток Г

Шкала – класифікатор стійкості соняшнику до збудників хвороб

Шкідливий організм	Ступінь ураження рослин за групами стійкості*, %				
	Сильна сприйнятливість (1 бал)	Середня сприйнятливість (3 бали)	Слабка сприйнятливість (5 балів)	Висока стійкість (7 балів)	Дуже висока стійкість (9 балів)
Вовчок	>85,0	30,0...80,0	10,1...30,0	до 10,0	0
Фомопсис	>85,0	60,1...85,0	35,1...60,0	10,0...35,0	<10,0
Сіра гниль	>85,0	60,1...85,0	35,1...60,0	10,0...35,0	<10,0
Біла гниль	>85,0	60,1...85,0	35,1...60,0	10,0...35,0	<10,0
Несправжня борошниста роса	>25,0	5,1...25,0	0,1...5,0	0 – I тип, >25,0 – II тип	0 – I тип, до 25,0 – II тип
Іржа	>85,0	60,1...85,0	35,1...60,0	10,0...35,0	<10,0

* Тип ураження

Додаток Г 1

**Характеристика ліній-закріплювачів стерильності соняшнику
кондитерського напрямку використання за стійкістю до збудників хвороб,
2014–2017**

Селекційний матеріал	Стійкість, бал					
	Вовчок	Іржа	Сіра гниль	Біла гниль	Фомопсис	Несправжня борошниста роса
K652/17	9	9	7	7	7	9
K376/17	9	9	7	7	7	9
K701/17	9	7	7	7	7	7
K3519/17	9	9	7	7	7	9
K1185/17	9	9	7	7	7	9
K1275/17	9	9	7	5	7	9
K9756/17	9	9	7	7	7	9
K4367/17	9	9	7	7	5	9
K9748/17	9	9	7	7	7	7
K8023/17	9	7	7	7	7	9
K269/17	9	9	7	5	7	9
K1617/17	9	9	7	7	7	9
K1302/17	9	9	7	7	7	9

Додаток Г 2

**Характеристика ліній-відновлювачів фертильності пилку соняшнику
кондитерського напрямку використання за стійкістю до збудників хвороб,
2014–2017**

Селекційний матеріал	Стійкість, бал					
	Вовчок	Іржа	Сіра гниль	Біла гниль	Фомопсис	Несправжня борошниста роса
B2560/17	9	9	9	7	9	9
B1217/17	9	9	7	9	7	9
K453/15	9	9	9	7	9	9
K404/15	9	9	5	7	9	9
K435/15	9	9	7	5	9	7
K452/15	9	9	9	7	7	9
B1201/17	9	7	7	7	5	9
B1538/17	9	9	7	9	7	9
B725/17	9	9	9	7	7	9
B7458/17	9	9	7	9	9	7
B1052/17	9	7	9	7	9	9
B2360/17	9	9	7	9	7	9

Додаток Г 3

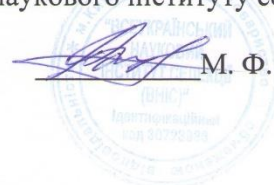
«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
_____ О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
_____ М. Ф. Парій



АКТ

**про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 22 квітня 2016 року**

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2016 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес п'ять ліній стерильних аналогів закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напряму використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент



М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

Додаток Г 4

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
М. Ф. Парій



АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 22 квітня 2016 року

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2017 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес шість ліній відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент



М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

Додаток Г 5

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
М. Ф. Парій



АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 22 квітня 2016 року

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2016 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес п'ять ліній закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент



М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
_____ О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
_____ М. Ф. Парій



АКТ

**про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 22 квітня 2016 року**

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2016 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес дві лінії відновлювачі фертильності соняшнику кондитерського напряму використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент



М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції

М. Ф. Парій



АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 25 березня 2017 року

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2017 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес шість ліній закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент



М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

**«Погоджено»**

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко

«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
М. Ф. Парій

АКТ

**про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 25 березня 2017 року**

Даний акт складено директором Всеукраїнського наукового інституту селекції М. Ф. Парієм з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. О. Ракул, з другого боку, в тому, що І. О. Ракул у 2017 р. передала для апробації та впровадження у селекційний процес шість ліній стерильних аналогів закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання створених за гібридизації високопродуктивних форм.

Директор Всеукраїнського наукового
інституту селекції, кандидат
біологічних наук, доцент

М. Ф. Парій

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС

І. О. Ракул

Додаток Г 9

Список публікацій

Статті, що індексуються у Міжнародних наукометричних базах даних:

1. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг відновлювачів фертильності кондитерського соняшнику за використання іноземних гібридів // Наукові доповіді НУБіП України № 4 (68). 2017. Режим доступу:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9111>

(особистий внесок 50 %, планування та проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).

2. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідних матеріалів для селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 91. 2017. С. 236–243 *(особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка статті до друку).*

3. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до трибенурон-метилу // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва Вип. 92. 2018. С. 214–222 *(особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).*

Статті у наукових виданнях України, затверджених як фахові:

4. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення крупноплідних карликових форм соняшнику кондитерського напрямку використання // Вісник Житомирського НАЕУ №2 (61), т. 1. 2017. С. 68–71 *(особистий внесок 60 %, планування та проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, підготовка статті до друку).*

Статті у наукових періодичних зарубіжних виданнях:

5. Ракул И. А., Рябовол Л. О. Изучения фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и стойкости к гербицидам группы имидазолинонов. // Научно-практический журнал «Земледелие и защита растений». №4. Белорусь. 2017. С. 52–54 (*особистий внесок 50 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

Публікації, у яких засвідчено апробацію матеріалів дисертації:

6. Конуп І. О. Шляхи створення батьківських форм для селекції гібридів соняшнику кондитерського напряму використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» – 18–20 березня 2015. Умань. С. 44–45.

7. Конуп І. О. Використання гібридів кондитерського соняшнику для створення компонентів схрещування // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах і дендропарках». Умань. 2015. С. 89–91.

8. Конуп І. О., Рябовол Л. О., Парій М. Ф. Створення крупноплідних батьківських компонентів гібридів соняшнику кондитерського напряму використання // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» – 16–18 березня 2016. Умань. С. 148–151. (*особистий внесок 40 %, проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка матеріалів до друку*).

9. Конуп І. О., Ракул Я. В. Використання маркерних ознак у селекції соняшнику // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції» 20 квітня 2016. Умань. С. 51–52 (*особистий внесок 60 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку*).

10. Конуп І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику стійких до гербициду Експрес // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» – 29–30 вересня 2016. Київ. С.

148–150. *(особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).*

11. Ракул І. О. Створення відновлювачів фертильності соняшнику стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг із використанням кондитерських гібридів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» – 22–23 листопада 2016. Дніпро. С. 159–161.

12. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та вивчення крупноплідних низькорослих форм соняшнику // Матеріали VI Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання) – 15–17 березня 2017. Умань. С 209–211. *(особистий внесок 50 %, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку).*

13. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику кондитерського напрямку використання та їх стерильних аналогів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика», присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – 11 липня 2017. Київ. С. 228–230. *(особистий внесок 50 %, аналіз результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку).*