

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА

МИНЕЦЬ ТЕТЯНА ВАСИЛІВНА

УДК 633.854.78:631.527

ПИЛКОУТВОРЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПИЛКУ СОНЯШНИКА
І СТВОРЕННЯ АВТОФЕРТИЛЬНИХ ЛІНІЙ З ВИСОКОЮ
КОМБІНАЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ

06.01.05 – селекція і насінництво

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Харків–2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва МОН України протягом 2011–2019 рр.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Кириченко Віктор Васильович,
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН,
керівник відділу новітніх селекційно-насінницьких технологій та сортовивчення

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Лавриненко Юрій Олександрович,
Інститут зрошуваного землеробства НААН,
головний науковий співробітник відділу селекції;

доктор сільськогосподарських наук, професор
Вашенко Володимир Васильович,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет МОН України,
завідувач кафедри селекції і насінництва

Захист відбудеться « 11 » травня 2021 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 при Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142, тел. (098) 949-45-24, e-mail: yuriev1908@gmail.com

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060 м. Харків, пр. Московський, 142

Автореферат розіслано « 10 » квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Ю. Є. Огурцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зростання вимог щодо забезпечення населення рослинною олією зумовлює збільшення валових зборів насіння соняшнику. На сьогодні безперечним є той факт, що подальшого збільшення валових зборів товарного соняшнику можна досягнути в першу чергу за рахунок упровадження у виробництво високоврожайних, екологічно пластичних, стійких до основних хвороб та шкідників гібридів соняшнику. Під час створення таких гібридів вирішальне значення має вибір батьківських компонентів, що забезпечує підвищення продуктивності. Знання пилкоутворювальної здатності батьківських компонентів дозволяє цілеспрямовано вести підбір кращих з них для схрещування. Прояв гетерозису за врожаєм насіння в гібридів соняшнику у кожній комбінації батьківських компонентів неоднаковий. Це залежить від рівня їх продуктивності і комбінаційної цінності. У свою чергу, наявність достатньої кількості життєздатного пилку в запилювача впливає на рівень гібридизації та вихід гібридного і товарного насіння.

Для запліднення й отримання однієї насінини необхідно, щоб на приймочку маточки трубчастій квітці соняшнику потрапила достатня кількість життєздатних пилкових зернин. Вагомий внесок у вивчення характеру успадкування основних елементів продуктивності гібридів, у тому числі кількості, життєздатності і теплостійкості пилку, зробили вітчизняні вчені М. Д. Ларичева, М. М. Авдєєва, Ф. С. Ястребов, Н. Б. Железна, Е. С. Фокіна, В. О. Лях, Н. Ф. Щербань, К. М. Макляк та зарубіжні Н. Ф. Linskens, P. Eatherwax, W. D. Leonardis, M. Moriondo, A. V. Vranceanu, F. M. Stoenescu.

Знання пилкоутворювальної здатності і пилкової продуктивності ліній та гібридів першого покоління соняшнику дозволяє на ранніх етапах селекції проводити жорстке бракування за цими ознаками і не включати в подальшу роботу малопилкові компоненти. Це новий резерв гетерозисної селекції в підвищенні врожайності гібридного насіння, оскільки в Україні під гібридами першого покоління соняшнику зайнято понад 96 % площ. У зв'язку із цим актуальними є дослідження за темою дисертаційної роботи з вивчення пилкоутворювальної здатності та якості пилку соняшника, а також створення автофертильних ліній з високою комбінаційною здатністю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведено в Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва МОН України та Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН протягом 2011–2019 рр. згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри генетики, селекції та насінництва на 2011–2015 рр.: «Створити нові високопродуктивні сорти і гібриди, удосконалити систему насінництва та розробити ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур» (номер державної реєстрації 0109U002505); за планом науково-дослідних робіт на 2016–2020 рр. ДНТП (номер державної науково-технічної програми 0117U000068): «Розробити науково-методичні основи селекції нових високопродуктивних сортів і гібридів с.-г. культур в умовах східної частини

Лівобережного Лісостепу України. Удосконалити систему насінництва та розробити ресурсозберігаючі технології їх вирощування».

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було визначення особливостей пилкоутворення, автофертильності, комбінаційної здатності цінних у селекційному відношенні ліній соняшнику і створення на цій основі колекції вихідного матеріалу для гетерозисної селекції з високим рівнем пилкоутворення та автофертильності.

Відповідно до мети в роботі було поставлено такі завдання:

- установити біологічну різноманітність пилкоутворення в різних ліній соняшнику;
- надати оцінку ліній-відновників фертильності пилку, ліній-закріплювачів стерильності материнського компонента і гібридам F_1 соняшнику за пилкоутворювальною здатністю, а саме: теплостійкістю, життєздатністю, зав'язуваністю насіння;
- установити варіювання і взаємозв'язок основних ознак пилкової продуктивності інбредних ліній і гібридів F_1 соняшнику;
- надати характеристику гібридів соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та їх батьківських компонентів за пилкоутворювальною здатністю і пилковою продуктивністю;
- установити прояв ефектів та констант комбінаційної здатності ліній соняшнику при топкросній схемі схрещування;
- установити ступінь варіабельності автофертильності ліній з робочої колекції;
- виявити лінії-джерела високої пилкоутворювальної та комбінаційної здатності, створити колекцію.

Об'єкт дослідження: закономірності прояву ознак продуктивності, вмісту олії, пилкоутворення та морфотипу в ліній, їх комбінаційної здатності, рівня ефекту гетерозису при гібридизації.

Предмет дослідження: особливості пилкоутворювальної здатності і якості пилку соняшника, створення автофертильних ліній з високою комбінаційною здатністю.

Методи дослідження: загальнонаукові: робоча гіпотеза – для вибору напряму дослідження, спостереження, аналіз і синтез; польовий – для визначення фенологічних спостережень ліній та гібридів, біометричні вимірювання за висотою рослин, діаметром кошика, облік урожайності – для виявлення високопродуктивних форм; лабораторні – для визначення вмісту олії в насінні соняшнику, визначення кількості пилку у квітці, його життєздатності і теплостійкості в лініях та гібридах соняшнику; математично-статистичні – для обробки отриманих результатів досліджень, визначення цінних господарських ознак, показників прояву комбінаційної здатності.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах східної частини Лісостепу України було проведено детальний аналіз та оцінку ліній-відновників фертильності пилку, ліній-закріплювачів стерильності материнських компонентів і гібридів першого покоління соняшнику щодо пилкової продуктивності.

Доведено необхідність оцінки пилкоутворювальної здатності інбридинг-ліній при підборі пар для схрещування з метою отримання високопродуктивних гібридів соняшнику.

Установлено вплив пилкової продуктивності запилювача на зав'язуваність насінин у рослин стерильного аналога у схрещуваннях. Визначено варіабельність загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) та специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) ліній-відновників фертильності з різною пилкоутворювальною здатністю.

Установлено взаємозв'язок ознак пилкоутворення, автофертильності, життєздатності і теплостійкості пилку та їх вплив на комбінаційну здатність ліній-відновників фертильності.

Набули подальшого розвитку методичні рекомендації стосовно оцінок ліній соняшнику на теплостійкість, зав'язуваність, пилкоутворювальну та комбінаційну здатність; створено колекцію ліній за комплексом цінних ознак.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати досліджень сприяють підвищенню ефективності селекційних програм при створенні гібридів соняшнику з високим рівнем прояву ефекту гетерозису.

Виділено лінії для створення гібридів соняшнику: Х06112В, 752-07, 07-3, 733-07, 07-14, Х526В, Х144В, Х134В, Х135В – як донори за кількістю квіточок у кошику, відсотком зав'язуваності, масою насінин з кошика, автофертильністю, життєздатністю і теплостійкістю, високими показниками ЗКЗ та СКЗ.

Виділено кращі гібридні комбінації за кількістю пилку в головному кошику: лінію 752-07 з тестером Сх1010А/Мх53-10Б – 11,234 млн шт., з тестером Сх808А/Х1002Б – 8,665 млн шт.; лінію Х06112В з тестером Сх1010А – 9,33 млн. шт., з тестером Сх808А/Х1002Б – 7,92 млн шт.; лінію 07-17 з тестером Сх1010А – 23,22 млн шт; лінію 07-03 з тестером Сх1010А – 13,26 млн шт., лінію 07-42 з тестером Сх808А/Х1002Б – 11,45 млн. шт., лінію Х135В, які мали домінантний вплив на рівень цієї ознаки в гібридів F_1 , про що свідчить високий ступінь ефекту ЗКЗ.

Виділено стерильний аналог Сх808А/Х1002Б, який має найбільший і стабільний ефект СКЗ (значення константи СКЗ дорівнювало 296,71), тому його можна рекомендувати як тестер із широкою генетичною основою для створення трилінійних гібридів соняшнику, у зв'язку з підвищенням високих температур зовнішнього середовища.

На основі установлених особливостей пилкоутворення, життєздатності, теплостійкості, автофертильності і комбінаційної здатності було створено колекцію ліній соняшнику: 07-13, 738-07, Х06118В, Х526В, Х397В, 07-20, Х135В, 752-07, Х144В, Х134В, Х06112В, 07-3, 733-07, які використовуються в селекційній програмі ПНД «Олійні культури. Соняшник» ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Особистий внесок здобувача. Особисто проаналізовано та узагальнено наукову літературу вітчизняних і зарубіжних авторів за темою дисертації, виконано експериментальні дослідження, аналізи та оцінки, проведено статистичну обробку, зведено одержані результати, сформульовано висновки і практичні рекомендації, написано статті, тези і рукопис дисертації. Частка здобувача в наукових працях, надрукованих у співавторстві, становить від 15 % до 75 % та включає виконання експериментальних досліджень, аналіз і узагальнення одержаних наукових результатів.

Апробація результатів дисертації. Результати наукових досліджень, основні положення, висновки та практичні рекомендації за темою дисертаційної роботи заслухано й обговорено на засіданнях кафедри генетики, селекції та насінництва і вченої ради ХНАУ ім. В. В. Докучаєва МОН України (2011–2020 рр.), а також на десяти міжнародних науково-практичних конференціях: «Проблеми сталого розвитку агросфери» (м. Харків, 2011 р.); «Генетичні основи селекції, насінництва і біотехнологій: наука, освіта, практика», присвяченій 100-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, Заслуженого працівника вищої школи, доктора сільськогосподарських наук, професора Зеленського Михайла Олексійовича (м. Київ, 2012 р.); «Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (м. Харків, 2012 р.); «Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их выращивания» (г. Запорожье, 2012 г.); «Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції» (м. Харків, 2013 р.); «Стійкість соняшнику до біо- та абіотичних чинників» (м. Харків, 2014 р.); «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» до 140-річчя створення Херсонського державного аграрного університету (м. Херсон, 2014 р.); «Енерго- і ресурсоефективні технології виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції» (м. Харків, 2014 р.); «Екологічні, економічні та соціальні проблеми розвитку аграрної сфери в умовах глобалізації» (м. Харків, 2015 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції (м. Харків, 2019 р.) та на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетичні ресурси рослин і селекція», присвяченій 125-річчю М. І. Вавилова та 75-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (м. Харків, 2012 р.);

Публікації. За темою дисертаційних досліджень опубліковано 19 наукових праць, з яких чотири статті у фахових виданнях України, одна стаття у фаховому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз, 14 тез доповідей наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 230 сторінках комп'ютерного набору, у т. ч. 115 сторінок основного тексту. Містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, рекомендації для селекційної практики та виробництва, 16 додатків, ілюстрована 22 таблицями та 37 рисунками. Список використаних джерел включає 219 найменувань, з них 63 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ПИЛКОУТВОРЕННЯ І ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ПИЛКУ ТА ПРОЯВ ЕФЕКТУ ГЕТЕРОЗИСУ В СОНЯШНИКА

(огляд літератури)

Знання пилкоутворювальної здатності батьківських форм дозволяє цілеспрямовано вести підбір компонентів для схрещування та на ранніх етапах селекції проводити жорстке бракування за цими ознаками і не включати в подальшу роботу малопилкові лінії. Це збільшить вихід насіння з одиниці площі, суттєво зменшить площу ділянок розмноження і гібридизації, підвищить рентабельність їх виробництва.

Кліматичні екстрими в останні роки, включаючи дуже високі температури, негативно впливають на ріст і розвиток рослин, що, за прогнозами, призведе до катастрофічних втрат продукції олійних культур, зокрема таких, як соняшник. Селекції рослин соняшнику на жаростійкість як окремому напрямку приділено порівняно невелику увагу, хоча більшість сільськогосподарських культур ушкоджується навіть помірно високими температурами, якщо вони діють протягом критичних фаз розвитку рослини. У зв'язку із цим, встановлено необхідність та актуальність започаткування нового напрямку в селекції на життєздатність і теплостійкість пилку соняшника.

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили на експериментальній базі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та ХНАУ ім. В. В. Докучаєва МОН України у 2011–2019 рр. Згідно з агроґрунтовим районуванням, дослідні поля інституту розміщено в лісостеповій зоні Харківської області в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Клімат у зоні проведення досліджень помірноконтинентальний.

Метеорологічні умови 2011–2019 рр. досліджень відрізнялися за вологозабезпеченістю і температурним режимом, зокрема відхиленнями середньомісячних показників, що дозволило провести всебічну оцінку селекційного матеріалу. За комплексом абіотичних чинників середовища (температури повітря і кількості опадів) для нормального росту, розвитку рослин і формування врожайності соняшнику, прояву потенційних можливостей ліній та гібридів доволі сприятливими були 2011–2014, 2016 і 2017 рр.

Матеріал для досліджень. Матеріалом дослідження були 50 ліній-відновників фертильності пилку соняшнику, отримані в лабораторії селекції і генетики соняшнику Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, які відрізнялися за господарськими ознаками: групою стиглості, висотою рослин, діаметром кошика, олійністю, типом галуження. Крім того, у тестерній схемі схрещувань отримано 200 експериментальних гібридів, різних за тривалістю вегетаційного періоду, що дозволило виконати поставлені завдання.

Методика досліджень. Досліди було закладено відповідно до вимог селекційних польових експериментів. Насіння соняшнику висівали ручними саджалками, ширина міжрядь 70 см, облікова площа ділянки ліній становила 4,375 м². У період вегетації проведено фенологічні спостереження та заміри рослин соняшнику, відновників-фертильності пилку за такими ознаками: висота рослин та діаметр кошика, визначено тип галуження та детально охарактеризовано ознаки за стадіями розвитку рослин. Усю робочу колекцію батьківських форм описували за ідентифікацією морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus L.*).

У ході лабораторних досліджень визначали: розмір пилкових зерен, кількість трубчастих квіток і насінин у кошику, кількість пилкових зерен в одній трубчастій квітці та кошику, маса пилкових зерен в одній квітці і кошику, життєздатність і теплостійкість пилку.

За допомогою окуляр-мікрометра під мікроскопом Biolar вимірювали розмір пилкових зерен. Середній розмір пилкових зерен визначали за його діаметром, але при цьому не враховували розмірів шпиків пилку.

Для визначення пилкової продуктивності ліній соняшнику за один день до цвітіння на типових рослинах відбирали нерозкриті трубчасті квітки. Оцінку проводили за методикою Н. І. Савченка шляхом вимірювання оптичної густини суміші пилку у визначеному об'ємі розчину на ФЕК-і.

Одночасно виконували лабораторні дослідження на життєздатність за методикою П. І. Діакону (З. П. Паушева, 1980 р.) і на теплостійкість пилку.

Вміст олії визначали в лабораторії генетики та якості зерна ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН гравіметричним методом сухого залишку за С. В. Рушковським, олійність гібридних комбінацій і їх батьківських компонентів установлювали на ЯМР-аналізаторі Oxford Instruments MQC5. Комбінаційну здатність визначали за методиками Г. К. Дремлюка та В. Ф. Герасименко (1991–1992), ефекти загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) і варіанси специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) – у системі неповних топкросів. Математичну обробку отриманих даних виконували методами дисперсійного, кореляційного та кластерного аналізів на персональному комп'ютері за допомогою пакета безкоштовних програм Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel. Дослідження пластичності і стабільності генотипу рослин проводили за методикою S. A. Eberharta і W. A. Russela, 1966 р. та за методичними рекомендаціями Б. П. Гур'єва, П. П. Литуна, І. А. Гур'євої, 1981 р.

ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЛІНІЙ-ВІДНОВНИКІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ ПИЛКУ СОНЯШНИКУ

Різноманіття батьківських ліній соняшнику за морфобіологічними ознаками. Протягом 2011–2014 рр. усебічно вивчено 50 зразків з колекції батьківських ліній соняшнику – відновників фертильності пилку.

Зокрема, розмах мінливості за тривалістю цвітіння головного кошика становить близько 11 діб, а загального цвітіння – 15 діб (табл. 1). Розгалужений тип мають 86 % ліній колекції. Висота рослин ліній-відновників фертильності пилку була в межах від 63 до 158 см. Розміри листків за шириною від 15,2 до 32,1 см, за довжиною – від 13,3 до 30,6 см, площа листка коливалася від 172,7 до 671,7 см². Діаметр кошика становив від 7,8 до 26,3 см, при цьому кількість квіточок у кошику змінювалася від 1488 до 4299 шт. Коефіцієнт варіації за масою 1000 насінин та масою насінин з кошика дорівнював відповідно 22,42 і 39,86 %. Найбільш мінливими ознаками були кількість квіточок у кошику, маса 1000 насінин, маса насінин з кошика та площа листка. Коефіцієнти їх варіації становили відповідно 22,4 %; 22,4; 39,8 і 31,8 %.

Це свідчить про те, що за деякими ознаками (з низьким коефіцієнтом варіації) спостерігається незначне різноманіття ліній, а за іншими (з великим коефіцієнтом варіації) – навпаки.

Таблиця 1 – Варіабельність господарсько цінних ознак батьківських ліній соняшнику (2011–2014 рр.)

Ознака	lim		Середнє, \bar{X}	Коефіцієнт варіації, % V
	Min	Max		
Висота, см	63	158	104	16,09
Тривалість цвітіння гол. кошика, дїб	8	19	13	19,26
Заг. тривалість цвітіння, дїб	8	23	17	20,76
Діаметр кошика, см	7,8	26,3	14,3	21,30
Кількість квіточок у кошику, шт.	1488	4299	2701	22,40
Маса 1000 насінин, г	19,13	52,88	31,09	22,42
Маса насінин з кошика, г	3,73	27,42	10,36	39,86
Ширина листка, см	15,2	32,1	21,9	16,72
Довжина листка, см	13,3	30,6	20,4	17,21
Площа листка, см ²	172,7	671,7	343,1	31,85

Таким чином, виявлене різноманіття колекції батьківських ліній дає підстави для її активного використання в селекційних та генетичних дослідженнях.

Для детальнішого вивчення таких типів було проведено кластерний аналіз методом К-середніх (рис. 1), який дозволяє отримати не тільки якісну характеристику відмінностей між лініями, але й установити чітку кількісну різницю між ними.

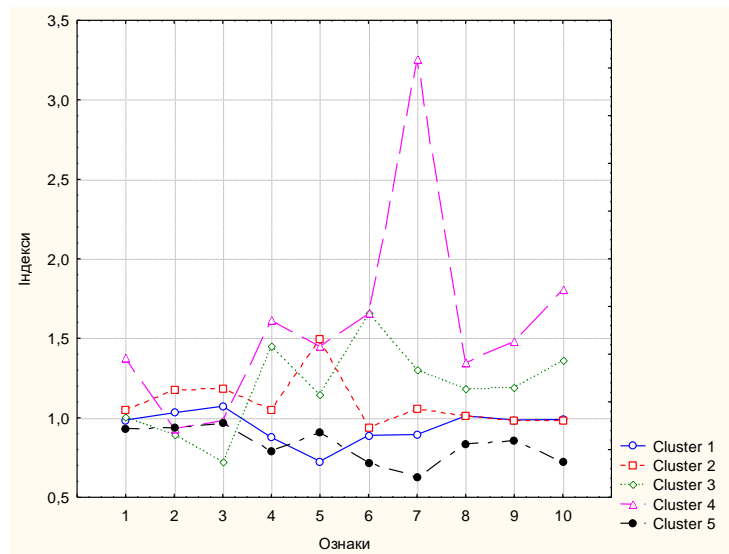


Рисунок 1 – Графік середніх значень індексів для кластерів морфобіологічних ознак: 1 – висота рослин; 2 – тривалість цвітіння головного кошика; 3 – загальна тривалість цвітіння; 4 – діаметр кошика; 5 – кількість квіточок у кошику; 6 – маса 1000 насінин; 7 – маса насінин з кошика; 8 – ширина листка; 9 – довжина листка; 10 – площа листка

У межах першого кластера об'єднано лінії середньорослого типу (індекс висоти рослин у них в середньому становив 0,98), з досить довгою тривалістю цвітіння головного кошика та загального цвітіння (1,032 та 1,073 відповідно), невеликим діаметром кошика (0,87), найменшою кількістю квіточок у кошику

(0,726), високою масою 1000 (0,889), невеликою масою насінин з кошика (0,894) та маленькими розмірами листків.

Другий кластер характеризується середньорослими лініями (1,053), найдовшою тривалістю цвітіння головного кошика та загального цвітіння (1,174 і 1,182 відповідно), середнім діаметром кошика (1,049), але найбільшою кількістю квіточок у кошику (1,498) та з досить великою масою 1000 насінин і масою насінин з кошика (0,94 і 1,058), невеликою шириною, довжиною і площею листків (1,009; 0,985; 0,983). Лінії третього кластера може бути віднесено також до середньорослих типів (коефіцієнт висоти становить 1,008). Для ліній цього кластера характерними є найменший період цвітіння головного кошика та загального цвітіння (0,893 та 0,722 відповідно), досить великий діаметр кошика (1,454) та маса насінин з кошика (1,303), велика кількість квіточок у кошику (1,147) та найбільша маса 1000 насінин (1,658), і водночас досить великі розміри листків.

Для ліній четвертого кластера характерні максимальні значення коефіцієнтів висоти рослин, діаметра кошика, маси насінин з кошика, значно більшої за всі інші кластери маси 1000 насінин та дуже великі розміри листків – їх ширина, довжина і площа (1,374; 1,612; 1,659; 3,256; 1,344; 1,484; 1,806 відповідно). Також для цього кластера встановлено найкоротший період цвітіння головного кошика та загального цвітіння (0,932 і 0,983 відповідно). Діаметр кошика достатньо великий (1,612), але із середньою кількістю квіточок у кошику (1,448) та з великими розмірами листків.

Лінії п'ятого кластера представлені низькорослим типом (0,933) з невеликою тривалістю цвітіння головного кошика (0,937) та загального цвітіння (0,971), маленьким діаметром кошика (0,79), невеликою кількістю квіточок у кошику (0,906), найнижчими показниками маси 1000 насінин (0,718) та маси насінин з кошика (0,625) і дрібними листками.

Таким чином, за результатами кластерного аналізу нами було виділено п'ять груп ліній соняшнику за комплексом елементів продуктивності рослин. Кожен із цих кластерів являє собою окремий морфобіологічний тип і характеризується специфічністю рівня розвитку окремих елементів продуктивності.

Генотипове різноманіття ліній-відновників фертильності соняшнику за пилкоутворювальною здатністю й автофертильністю. Поряд з комбінаційною здатністю за господарськими ознаками виділяють кількісні та якісні характеристики пилку соняшнику, що визначають цінність ліній батьківського типу.

Кількість квіточок у головному кошику дорівнює в середньому 2701 шт. (табл. 2). Кількість пилкових зерен у квітці головного та бічного кошиків варіювала в межах від 2779 до 4213 шт. та від 1986 до 3964 шт. відповідно. Кількість пилкових зерен у головному кошику змінювалася з інтервалом 11,4 і становила від 4,2 до 15,6 млн шт. Діаметр пилкових зерен у середньому дорівнював 26,57 мкм, а маса пилкових зерен з головного та бічного кошиків коливалася в межах від 0,051 до 0,100 мг та від 0,040 до 0,488 мг відповідно.

Таблиця 2 – Характер ознак пилкової продуктивності у ліній-відновників фертильності пилку (2011–2014 рр.)

Ознака	Се-реднє, \bar{X}	lim		Розмах варію-вання, R	Середнє квадрат. відхилення, S
		min	max		
Кількість квіточок у головному кошику, шт.	2701	1488	4299	2811	605
Кількість пилкових зерен у квітці головного кошика, шт.	3313	2779	4213	1434	403
Кількість пилкових зерен у квітці бічного кошика, шт.	2708	1986	3964	1978	459
Кількість пилкових зерен у головному кошику, млн шт.	8,9	4,2	15,6	11,4	2,5
Діаметр пилкових зерен, мкм	26,57	22,32	28,69	6,37	1,63
Маса пилкових зерен з 1 квітки головного кошика, мг	0,076	0,051	0,100	0,049	0,013
Маса пилкових зерен з 1 квітки бічного кошика, мг	0,078	0,040	0,488	0,448	0,075

Крім того, самозапилені лінії і гібридні комбінації було оцінено нами за кількістю насінин у кошику та відсотком зав'язування для врахування їх продуктивності (табл. 3).

Таблиця 3 – Характеристика ліній соняшнику за автофертильністю і продуктивністю (2011–2014 рр.)

№ лінії	Назва лінії *	Кіл-ть квіточок у кошику, шт.	Маса 1000 насінин г	Маса насінин з кошика, г	Кіл-ть насінин з кошика, шт.	% зав'язування
5	738-07	2229	52,9	12,1	217	11,0
10	X565B	3519	49,0	11,7	273	7,5
11	757-07	3642	28,5	5,4	186	5,4
29	X425B	3657	25,0	7,7	309	8,6
31	07-3	1488	25,8	11,9	459	36,0
34	07-38	2382	29,6	13,4	457	19,6
41	07-13	4299	31,0	10,3	330	7,8
43	X06118B	1812	25,6	13,7	532	36,0
46	X-526 B	3981	48,8	27,4	595	15,0
47	X-144 B	2952	36,3	7,2	214	7,4
49	X-135 B	3270	40,5	23,6	544	17,2
50	X-134 B	3078	36,9	11,7	321	13,8
НІР _{0,05}		917	7,6	5,0	-14	8,9

*У таблиці наведено ті зразки, які мали найвищі показники за ознаками.

Результати зав'язування насіння в кошику, наведені у табл. 4, свідчать, що максимальна кількість квіточок у кошику становить у ліній 07-13–4299 шт.; 757-07–

3642 шт.; Х425В–3657 шт. Найбільша маса 1000 насінин була в ліній 738-07 (52,9 г); Х565В (49,0 г) та Х526В (48,8 г); Х135В (40,5 г). Максимальну масу насінин з кошика також мали лінії Х526В (27,4 г) та Х135В (23,6 г). Максимальну кількість насінин з кошика спостерігали в ліній Х526В (595 шт.); Х135В (544 шт.); Х06118В (532 шт.). Найбільший відсоток зав'язування був у нових ліній Х06118В (36,0 %); 07-3 (36,0 %); 07-38 (19,6 %), що свідчить про доцільність добору за цими показниками.

При цьому лінії Х526В та Х135В, відновники фертильності зареєстрованих гібридів F₁ – Сайт, Ореол, Кадет, Гусяр, Добродій, Оплот тощо – мали максимальні значення за кількістю насінин з кошика, масою 1000 насінин та масою насінин з кошика.

Таким чином, одержані нами результати вивчення автофертильності і продуктивності ліній цілком підтверджують наведені вище літературні дані про зв'язок урожаю та відсоток зав'язування.

Життєздатність і теплостійкість пилку ліній-відновників фертильності соняшнику. З метою детального вивчення життєздатності і теплостійкості пилку нами було використано кластерний аналіз. За результатами ієрархічного аналізу всю сукупність вивчених ліній поділили на чотири кластери, які відрізняються за рівнем життєздатності і термостійкості пилку (рис. 2). При цьому кожен з виділених кластерів являє собою окремий специфічний тип реакції на термотест і рівень життєздатності пилку.

Лінії першого кластера характеризувалися найменшим відсотком життєздатних пилкових зерен, доволі високим відсотком слабожиттєздатних та максимальним – нежиттєздатних. На відміну від них, лінії четвертого кластера мали максимальний відсоток життєздатного пилку, найнижчий – слабо- і нежиттєздатного. При цьому у відповідь на термотест лінії четвертого кластера зберігали високий рівень життєздатності пилкових зерен. Отже, ці лінії становлять найбільшу цінність. До складу цієї групи входять нові лінії: Х06104В, Х565В, 729-07, 733-07, 07-3, Х06130В, Х06118В, 07-22. У відповідь на вплив високих температур життєздатність пилкових зерен ліній першого кластера залишалася на низькому рівні.

Лінії, які ввійшли до складу третього кластера, мали найгірші показники теплостійкості, оскільки відсоток нежиттєздатних пилкових зерен після термотесту дорівнював майже 100 %, тоді як у контрольних варіантах досліджу життєздатні пилкові зерна становили 60 %. Лінії другого кластера займали проміжне місце і за життєздатністю, і за теплостійкістю.

Отже, лінії з високою теплостійкістю пилку доцільно використовувати в селекції як джерело стійкості, а також рекомендувати їх як батьківські компоненти гібридів, що забезпечать якісне запилення на ділянках розмноження та гібридизації в умовах високих температур у період цвітіння соняшнику.

Екологічна пластичність і стабільність ліній соняшнику. Створення гібридів соняшнику з високим рівнем адаптивності до екологічних умов вирощування забезпечує вирішення проблеми стабільності врожайності. Особливе

значення цієї проблеми пов'язано з підвищенням рівня високочастотних коливань абіотичних факторів середовища, зафіксованих в останнє десятиріччя.

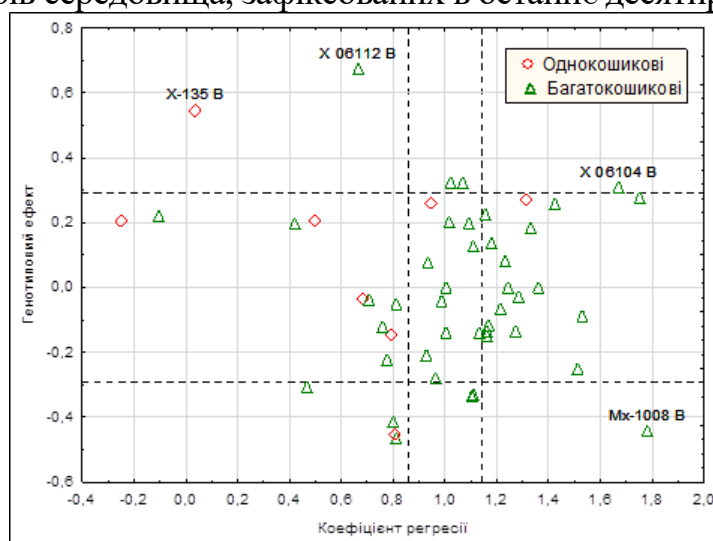


Рисунок 2 – Екологічна пластичність ліній соняшнику за врожайністю (середнє 2011–2014 рр.)

Максимальне значення коефіцієнта регресії та мінімальний генотиповий ефект мала лінія з рецесивно-обумовленою детермінацією господарсько-цінних ознак Mx1008B (рис. 2), мінімальне значення коефіцієнта регресії та максимальний генотиповий ефект мала лінія X135B, яка характеризується стійкістю до несправжньої борошнистої роси (домінантні алелі) та є батьківським компонентом гібридів, упроваджених у виробництво: Боярин, Гусяр, Інтеграл, Добродій, Чародій, Форсаж тощо.

ЕФЕКТ ГЕТЕРОЗИСУ В ГІБРИДІВ F_1 ТА КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ ЗА КОРИСНИМИ ГОСПОДАРЬКИМИ ОЗНАКАМИ

Характеристика гібридів F_1 соняшнику та їх батьківських ліній за ознаками пилкової продуктивності. Визначення співвідношення вихідних компонентів під час виробництва гібридного насіння за потребою та кількістю пилку в пиляках дає змогу збільшити вихід гібридного насіння з одиниці площі ділянок гібридизації.

Таким чином, визначено СКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за кількістю пилкових зерен з головного кошика. Стабільно високі ефекти СКЗ давали лінії в комбінації з тестерами Sx1010A/Mx53-10B і Sx808A/X1002B, які забезпечили найстабільніші показники за роки досліджень. Крім того, проявили себе з різними тестерами такі нові лінії, як 752-07, 759-07, 07-17, X144B, які мали високі показники кількості пилку в головному кошику та домінуючий вплив на рівень цієї ознаки в гібридів F_1 , що свідчить про їх високий ступінь ЗКЗ.

Мінливість комбінаційної здатності ліній-відновників фертильності пилку. Мінливість ефектів ЗКЗ ліній за роками зумовлена різною реакцією на погодні умови. Лінії, значення ЗКЗ яких були більші або менші, ніж $HP_{0,5}$, мали

достовірно високі або низькі ефекти ЗКЗ. Цінними є лінії, що забезпечують гібридній комбінації стабільну за роками кількість пилкових зерен у головному кошику, оптимальним рівнем якої є 8,8 млн шт. Високий і стабільний рівень ефектів ЗКЗ за кількістю пилкових зерен у головному кошику у 2012–2014 рр. на рівні 4,454; 3,316 і 3,168 мали три лінії (Х397В, 07-20 і Х526В відповідно). Одночасно високий рівень ЗКЗ і СКЗ мали нові лінії 738-07, Х397В, 07-20, 712-07, 07-13, 07-11, 07-3, 719-07 та відомі лінії-відновники фертильності пилку Х526В, Х135В, допущені до виробництва.

Водночас генетичні детермінанти материнської лінії теж впливали на регуляцію кількості пилкових зерен у головному кошику в гібридів F_1 , а особливо тестер Сх1010А/Мх53-10Б, який мав і ЗКЗ, і СКЗ на високому рівні. Установлено, що тестер Сх808А/Х1002Б має найбільший і стабільний ефект СКЗ (значення константи СКЗ дорівнювало 296,71 за показником маси 1000 насінин. Тому його можна рекомендувати як тестер із широкою генетичною основою.

Таким чином, визначено мінливість ЗКЗ залежно від умов року та встановлено загальну комбінаційну здатність ліній-відновників фертильності за кількістю пилкових зерен у головному кошику.

Таблиця 4 – Комбінаційна здатність генетично різноманітних ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за ознакою зав'язування насіння (2011–2014 рр.)

№ лінії	Лінія	Зав'язування насіння				
		Хср., %	Ефект ЗКЗ	Група ефекту ЗКЗ	Константа СКЗ	Група константи СКЗ
9	07-58	21,505	7,180	1	173,701	1
12	Х-397 В	17,438	3,112	1	117,286	1
18	733-07	17,333	3,007	1	122,239	1
23	734-07	21,300	6,975	1	172,487	1
25	07-17	17,063	2,737	1	214,235	1
31	07-3	26,025	11,700	1	91,588	1
36	07-49	17,400	3,075	1	102,028	1
38	07-74	21,325	7,000	1	172,338	1
39	07-8	19,445	5,120	1	136,409	1
43	Х06118В	24,425	10,100	1	249,616	1
46	Х-526В	19,850	3,168	1	46,360	1
47	Х-144В	23,695	9,370	1	142,798	1
НІР _{0,05}		0,069				
Тестери						
Сх1006А		9,493	-4,832	3	44,575	3
Сх808А/Х1002 Б		17,504	3,179	1	117,875	1
Сх1010А		12,840	-1,485	3	58,513	3
Сх1010А/Мх5310		17,463	3,138	1	60,401	3
НІР _{0,05}		0,017				

За ознакою зав'язування насіння лінії варіювали від 2,425 до 28,175 % (табл. 4). За даними табл. 4, високий і стабільний рівень ефектів ЗКЗ за ознакою

зав'язування насіння мали лінії 07-3, X06118В, X144В, X526В тощо. Лінії, значення ЗКЗ яких були більшими або меншими від $HP_{0,5}$, мали достовірно високі або низькі ефекти ЗКЗ. Лінії, які відрізнялися високими середніми показниками ЗКЗ та СКЗ, вважають найбільш цінними щодо відсотка зав'язування. Тестер Сх808А/Х1002В має чітко виражені генетичні детермінанти, які вплинули на збільшення цієї ознаки в гібридів F_1 соняшнику.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЙ-ВІДНОВНИКІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ ПИЛКУ СОНЯШНИКУ ЗА ОСОБЛИВОСТЯМИ ПЕРІОДУ ЦВІТІННЯ ГОЛОВНОГО ТА БІЧНИХ КОШИКІВ

Класифікація ліній-відновників фертильності за галуженням та тривалістю вегетаційного періоду. Лінії-відновники фертильності пилку соняшнику оцінено за тривалістю періодів «сходи-цвітіння» та «сходи-достигання». Лінії розподілено на групи стиглості за тривалістю вегетаційного періоду, а саме – на скоростиглу, ранньостиглу, середньоранню та середньостиглу (рис. 3). Скоростигла група (тривалість вегетаційного періоду 89–93 доби) налічувала найменше – усього 5 ліній, що становить 10 % від загальної кількості, до ранньостиглої групи (94–98 діб) віднесено 11 ліній, або 22 % від загальної кількості, до середньоранньої (99–103 доби) віднесено найбільшу кількість ліній 25 (50 %), до середньостиглої вегетаційний період 104–108 діб – 9 ліній (18 %).

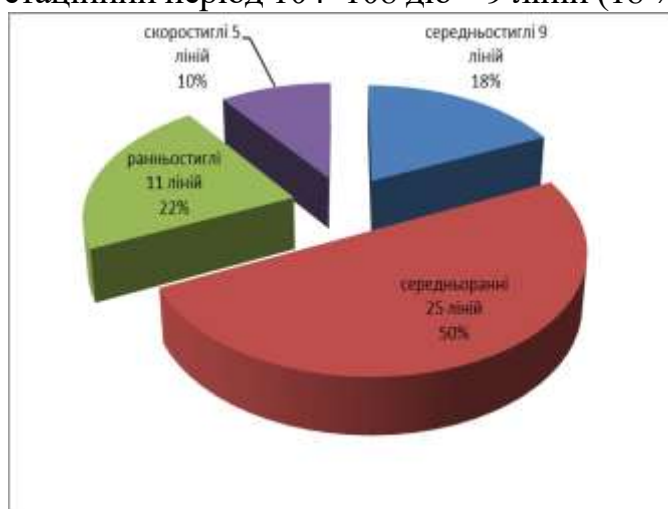


Рисунок 3 – Групи стиглості ліній-відновників фертильності за тривалістю вегетаційного періоду

Аналіз показників формування пилкоутворення та продуктивності.

Установлено, що кількість квіточок у головному кошику дорівнювала в середньому 2701 шт, (табл. 5). Кількість пилкових зерен у головному кошику змінювалася з інтервалом 11,4 і становила від 4,2 до 15,6 млн шт. Діаметр пилкових зерен у середньому дорівнював 26,57 мкм. Урожайність варіювала в межах 2,1–3,2 т/га. Вміст олії у середньому становив 46,5 %.

Максимальні показники мали такі лінії: за кількістю квіточок у головному кошику – 07-13; за кількістю пилкових зерен у головному кошику –

X526B; за кількістю насінин з головного кошика – X526B; за врожайністю – X06112B.

Таблиця 5 – Поліморфізм ліній-відновників фертильності соняшнику за ознаками пилкової продуктивності, урожайності і вмістом олії (2011–2014 рр.)

№ лінії	Лінія	Кіл-ть квіточок у гол. кошику, шт	Кіл-ть пилкових зерен у гол. кошику, млн шт.	Кіл-ть насінин з кошика, шт.	Урожайність, т/га	Вміст олії, %
1	X 06127 B	2856	10,3	305	2,73	47,16
7	X 06112 B	2379	8,1	259	3,20	48,69
27	717-07	2403	6,5	389	2,53	50,58
31	07-3	1488	4,1	459	2,41	50,33
32	07-47	1857	5,6	316	2,28	50,52
35	07-42	2463	9,1	377	2,39	51,83
36	07-49	2493	8,3	261	2,53	50,55
41	07-13	4299	14,8	330	2,65	46,56
46	X-526 B	3981	15,6	595	2,75	52,12
49	X-135 B	3270	10,7	544	3,08	45,31
НІР _{0,05}		917,45	3,34	-14,43		1,85

КОНКУРСНИЙ ГЕТЕРОЗИС У СТВОРЕНИХ ГІБРИДІВ F₁ ЗА ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ, ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІЛЕНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ

Характеристика гібридів першого покоління соняшнику за цінними господарськими ознаками. Нині сільськогосподарське виробництво потребує гібридів соняшнику з високим рівнем таких господарсько цінних ознак, які забезпечують стабільність урожаю: генетично зумовлений потенціал адаптивності до різноманітних агроекологічних умов вирощування, рівночасність досягання, технологічність, стійкість до біо- та абіотичних чинників середовища. Сучасні розробки у селекції і генетиці соняшнику свідчать, що можливості поліпшення гібридів не вичерпано.

Установлено, що робоча колекція (2012–2013 рр.) містить гібриди чотирьох груп стиглості (скоростигла, ранньостигла, середньорання, середньостигла), найбільшу частину становлять зразки скоростиглої групи – 47 %.

Отже, висота гібридних комбінацій значно варіювала між собою, найбільше наближалася до стандарту гібридна комбінація Сх808А/Х1002Б//Х06118В, а найменше – Сх1010А/Мх53-10Б//752-07 (табл. 6). На одному рівні зі стандартом за діаметром кошика була гібридна комбінація Сх1010А/Мх53-10Б//07-3. За врожайністю комбінація Сх1010А//Х526В перевищувала стандарт на 0,88 т/га, а Сх1010А/Мх53-10Б//07-39 – на 0,59 т/га. За вмістом олії всі гібридні комбінації були наближені до стандарту і мали показник на рівні від 47,9 до 49,9 %.

Таблиця 6 – Результати конкурсного випробування гібридних комбінацій соняшнику за корисними господарськими ознаками скоростиглої групи

Гібридна комбінація	ТВП, діб	Висота, см	Діаметр кошика, см	Урожайність, т/га	Вміст олії, %
Cx1010A/Mx53-10Б//752-07	89	128,8	17,3	2,54	48,3
Cx1010A/Mx53-10Б//07-3	91	166,2	19,7	2,82	48,8
Cx808A/X1002Б//X06118В	91	166,8	18,3	2,77	49,0
Cx1010A/X-526В	91	170,4	15,7	3,41	47,9
Cx1010A/X06104В	90	139,8	17,7	2,64	48,8
Cx1010A/Mx53-10Б//07-39	89	157,8	19,3	3,12	49,9
Cx1010A/07-42	89	155,6	19,6	2,85	50,1
Оскіл St	93	166,6	19,7	2,53	49,6
НІР _{0,05}	3,8	11,8	1,58	0,22	4,03

Примітка. У таблиці наведено комбінації, які мали достовірні показники врожайності.

За кількістю пилкових зерен з головного кошика значно перевищувала стандарт гібридна комбінація Cx1010A/Mx53-10Б//07-3 – 23,22 млн шт. життєздатного пилку – 80,9 % (табл. 7). Життєздатність пилку була вищою в гібридній комбінації Cx1010A/X06104В – 92,7 % з рівнем теплостійкості 82,8 %. Високий рівень життєздатності і теплостійкості мали гібридні комбінації Cx1010A/X526В (Сайт) та Cx1010A/07-42 – понад 85 та 78 % відповідно.

Таблиця 7 – Результати конкурсного випробування гібридних комбінацій соняшнику за пилковою продуктивністю і її якістю скоростиглої групи (2012–2013 рр.)

Гібридна комбінація	Кіл-ть пилових зерен з гол. кошику, млн шт.	Маса пилку з гол. кошика, мг	Життєздатність пилку, %	Теплостійкість пилку, %
Cx1010A/Mx53-10Б//752-07	7,81	148,9	73,5	65,5
Cx1010A/Mx53-10Б//07-3	23,22	130,3	80,9	63,8
Cx808A/X1002Б//X06118В	5,89	83,3	78,7	62,4
Cx1010A/X-526В	10,25	128,2	89,1	78,1
Cx1010A/X06104В	6,82	67,3	92,7	82,8
Cx1010A/Mx53-10Б//07-39	7,23	111,7	64,3	82,3
Cx1010A/07-42	13,26	136,7	85,9	88,5
Оскіл St	7,48	102,8	88,9	65,9
НІР _{0,05}	2,96	8,16	6,1	4,5

Під час порівняльного аналізу випробування гібридних комбінацій за основними господарськими ознаками зі стандартом Ясон у середньому за 2012–2013 рр. мали перевагу окремі гібриди F₁ (табл. 8). За врожайністю переважав гібрид Сх1010А/733-07, а за вмістом олії – Сх1010А/Х06112В (52,8 %, що на 4,6 % більше ніж у стандарту (табл. 8)). Майже за всіма ознаками вищі показники мала саме гібридна комбінація Сх1010А/Х06112В.

Таблиця 8 – Результати конкурсного випробування гібридних комбінацій соняшнику за корисними господарськими ознаками ранньостиглої групи

Гібридна комбінація	ТВП, діб	Висота, см	Діаметр кошика, см	Урожайність, т/га	Вміст олії, %
Сх1010А/Мх53-10Б//719-07	96	153,4	20,0	2,88	47,7
Сх1010А/733-07	98	169,2	17,3	3,46	49,5
Сх1010А/Мх53-10Б//Х425В	98	166,8	20,0	2,93	51,0
Сх808А/Х1002Б//07-58	96	117,8	21,3	2,79	49,9
Сх808А/Х1002Б//730-07	96	151,8	21,0	3,04	51,0
Сх1010А/Х06112В	98	186,4	20,3	3,00	52,8
Сх1010А/Х565В	97	173,6	18,3	2,96	52,2
Сх1010А/735-07	95	154,7	16,9	2,98	48,6
Ясон St	98	177,2	18,7	2,79	48,2
НІР _{0,05}	3,8	11,8	1,58	0,22	4,03

Аналіз результатів випробування гібридних комбінацій середньоранньої та середньостиглої груп порівняно з гібридом St Форвард (тривалість вегетаційного періоду від сходів до фізіологічної стиглості 107 діб) показав перевагу окремих комбінацій F₁ за врожайністю, і за вмістом олії (табл. 9).

Таблиця 9 – Результати конкурсного випробування гібридних комбінацій соняшнику за пилковою продуктивністю і її якістю ранньостиглої групи (2012–2013 рр.)

Гібридна комбінація	Кіл-ть пил. зерен з гол. кошика, млн шт.	Маса пилку з гол. кошика, мг	Життєздатність пилку, %	Теплостійкість пилку, %
Сх1010А/Мх53-10Б//719-07	10,31	120,9	69,9	68,4
Сх1010А/733-07	7,32	201,5	74,9	71,9
Сх1010А/Мх53-10Б//Х425В	7,67	148,9	70,5	62,4
Сх808А/Х1002Б//07-58	7,39	112,4	64,3	68,4
Сх808А/Х1002Б//730-07	7,66	64,9	86,8	89,7
Сх1010А/Х06112В	9,33	110,9	88,0	77,4
Сх1010А/Х565В	4,95	94,9	97,6	72,0
Сх1010А/735-07	6,77	123,9	71,6	63,5
Ясон St	10,32	166,6	66,5	65,4
НІР _{0,05}	2,96	8,2	6,1	4,5

Гібридні комбінації Сх808А/Х1002Б//Х135В та Сх808А/Х1002Б// Х06112В достовірно перевищили стандарт за врожайністю (табл. 10). За вмістом олії виділено гібрид Сх1010А/757-07, з рівнем 55,3 %, що більше за стандарт на 7,2 %. У вказаних гібридів, маса пилку, його кількість, життєздатність і теплостійкість були вищими за показники гібрида Форвард.

Таблиця 10 – Результати конкурсного випробування гібридних комбінацій соняшнику за корисними господарськими ознаками середньоранньої та середньостиглої групи (2012–2013 рр.)

Гібридна комбінація	ТВП, діб	Висота, см	Діаметр кошика, см	Урожайність, т/га	Вміст олії, %
Сх1006А/Х526В	101	186,4	20,3	3,00	52,8
Сх1006А/Х135В	103	121,8	16,0	3,16	47,5
Сх808А/Х1002Б//712-07	103	166,2	19,7	2,82	48,8
Сх808А×Х1002Б//Х134В	99	184,4	19,0	3,07	54,1
Сх1010А/Мх53-10Б//Х526В	100	163,4	22,0	3,33	48,4
Сх1010А/07-18	101	179,6	21,0	3,02	51,4
Сх808А/Х1002Б//Х06112В	104	147,4	16,0	3,25	49,8
Сх808А/Х1002Б//Х135В	108	177,2	18,7	3,29	52,2
Сх1010А/757-07	104	173,8	18,0	2,95	55,3
Форвард St	107	184,4	19,0	2,90	48,1
НІР _{0,05}	3,8	11,8	1,58	0,22	4,03

Примітка. У таблиці наведено комбінації, які мали високі показники врожайності.

Характеристика нових виділених ліній. У результаті проведених досліджень було виділено гібридні комбінації, які достовірно переважають стандарти за важливими господарсько цінними ознаками (рис. 4–13). Відновники фертильності пилку 07-3, 07-14, Х526В, Х06112В, 757-07, 07-42, 07-39, 733-07, 730-07 тощо відзначено як джерела з високою комбінаційною здатністю щодо основних господарсько цінних ознак та ознак, пов'язаних з пилкоутворенням, якістю пилку, зав'язуванням насіння.



Рис. 4 – Лінія-відновник фертильності 07-3



Рис. 5 – Гібрид соняшнику Сх1010А/Мх53-10Б//07-3



Рис. 6 – Лінія-відновник фертильності 07-14



Рис. 7 – Гібрид соняшнику Сх1010А/07-14



Рис. 8 – Лінія-відновник фертильності Х526В



Рис. 9 –
Гібрид
соняшнику
Cx1006A/
X526B



Рис. 10 – Гібрид
соняшнику
Cx1010A/
Mx53-10B/X526B



Рис. 11 – Гібрид
соняшнику
Cx808A/X1002B/
/X06112B



Рис. 12 –
Лінія-
відновник
фертильності
X06112B



Рис. 13 –
Гібрид
соняшнику
Cx1010A/
X06112B

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення важливого наукового завдання, яке полягає в установленні селекційно-генетичних особливостей пилкоутворення та якості пилку шляхом виявлення нових ліній соняшнику, толерантних до підвищених температур, з високим ефектом комбінаційної здатності в комплексі з високими показниками господарсько цінних ознак, які успішно будуть використовувати під час створення нових гібридних комбінацій в умовах змін клімату.

На основі розроблених наукових положень згідно з достовірними експериментальними даними сформульовано такі обґрунтовані висновки:

1. Установлено різноманіття нових ліній за комплексом ознак: висотою рослин, тривалістю цвітіння головного кошика та загального цвітіння, діаметром кошика, кількістю квіточок у кошику, масою 1000 насінин, масою насінин з кошика, шириною, довжиною та площею листків. Визначено п'ять кластерів, які являють собою окремий морфобіологічний тип та характеризуються рівнем розвитку окремих елементів продуктивності: три кластери за висотою рослин середньорослих ліній, один кластер високорослих рослин та один низькорослих.

2. Установлено фенотиповий зв'язок між урожайністю і кількістю квіточок у суцвітті. Максимум кількості насіння з кошика (595 шт) і відсоток зав'язуваності (36,6 %) мають лінія X-526B та лінія 07-13 (4299 шт квіточок у кошику). Лінія 738-07 з масою 1000 насінин – 52,9 г, лінія X06118B та 07-3 виділилися за рівнем зав'язуваності – 36,0 %.

3. У вивченому лінійному матеріалі визначено в середньому кількість квіточок у головному кошику – 2701 шт. із значущою варіацією кількості пилкових зерен у квітці головного та бічних кошиків – від 2779 до 4213 шт. і від 1986 до 3964 шт. відповідно на рослину.

4. Установлено кількість пилкових зерен у головному кошику, яка варіювала від 4,2 до 15,6 млн шт. із середнім діаметром 26,57 мкм, варіабельністю щодо маси пилку в кошику від 37,1 до 318,5 мг.

5. Визначено чотири кластери серед вивченого матеріалу, які різняться за рівнем теплостійкості та життєздатності пилку. Доведено, що кожен із кластерів має специфічний тип реакції на термотест і рівень життєздатності пилку. Виділено лінії

X06104В, X526В, 729-07, 733-07, X06130В, 07-22, 07-3 та X06118В, пилок яких має найвищий ступінь теплостійкості та життєздатності.

6. Доведено, що лінії, включені до третього кластера, мали найгірші показники теплостійкості, оскільки відсоток нежиттєздатних пилкових зерен після термотесту становив 100 % порівняно з контролем, у якого рівень життєздатності пилку 60 %. Лінії другого кластера зайняли проміжне положення і за теплостійкістю, і за життєздатністю.

7. Установлено достовірний вплив генетичних детермінантів материнського компонента з високою комбінаційною здатністю на регуляцію кількості пилкових зерен у квітках гібридів першого покоління. Доведено, що урахувавши довжину міжфазних етапів розвитку соняшника за вегетацією, можна запобігти негативній дії високих температур. Наявність відомостей щодо пилкоутворювальної здатності, теплостійкості і життєздатності пилку дозволяє будувати правильну стратегію в селекції та насінництві.

8. Визначено лінії-відновники фертильності пилку зі стабільним проявом ЗКЗ та ефекту гетерозису в гібридів F_1 соняшнику за ознаками кількості пилкових зерен у головному кошику. У 2012-2014 рр. виявлено що на рівні 4,454; 3,316 та 3,168 мали три лінії X397В, 07-20 та X526В відповідно. Одночасно високий рівень ЗКЗ та СКЗ мали такі лінії: 738-07, X397В, 07-20, 712-07, 07-13, 07-11, 07-3, 719-07, X526В, X135В.

9. За рівнем зав'язуваності, лінії варіювали від 2,425 до 28,175 %. Визначено стабільний рівень ефектів ЗКЗ за цією ознакою в ліній 752-07, 07-3, X06118В.

10. Установлено прояв ефекту гетерозису гібридами F_1 за ознаками висоти і продуктивності рослин та врожайності, які залежать від підбору пар у процесі схрещування. Виділено кращі гібридні комбінації за кількістю пилку в головному кошику: 752-07 – з тестером Сх1010А/Мх53-10Б (11,234 млн шт.), з тестером Сх808А/Х1002Б (8,665 млн шт.); 759-07 – з тестером Сх1010А (13,326 млн шт.), з тестером Сх808А/Х1002Б (8,816 млн шт.); 07-17 – з тестером Сх1010А/Мх53-10Б (14,657 млн шт.), з тестером Сх1010А (11,447 млн шт.); Х-144В – з тестером Сх1010А (9,406 млн шт.), з тестером Сх808А/Х1002Б (7,622 млн шт.), які мали домінуючий вплив на рівень цієї ознаки в гібридів F_1 , про що свідчить високий ступінь ефекту ЗКЗ.

11. Чітко виражені генетичні детермінанти, які вплинули на збільшення М1000 насінин у гібридів F_1 соняшнику, має тестер – Сх808А/Х1002Б. З'ясовано, що цей тестер має найбільший і стабільний ефект СКЗ (значення константи СКЗ дорівнювало 296,71), тому його можна рекомендувати як тестер із широкою генетичною основою. Із цим тестером отримуємо трилінійні гібриди, які з огляду на підвищення високочастотних коливань абіотичних факторів середовища в останнє десятиріччя, у жорстких і середніх умовах будуть більш перспективними, ніж дволінійні (прості).

12. Установлено взаємозв'язок рівня зав'язуваності насіння ліній із проявом вивчених ознак у гібридів F_1 соняшнику. Виділено перспективні лінії з найкращими показниками: X06118В, 752-07, 07-3, 733-07, 07-14, X526В, X144В, X134В, X135В –

за кількістю квіточок у кошику, відсотком зав'язування, масою насінин з кошика, автофертильністю, життєздатністю і теплостійкістю, кращими показниками ЗКЗ та СКЗ, які також мали кращі показники в гібридних комбінаціях: Сх1010А/Мх53-10Б//752-07, Сх808А/Х1002Б//Х06118В, Сх808А/Х1002Б//07-3, Сх1010А/Мх53-10Б//07-3, Сх808А/Х1002Б//733-07, Сх1010А/07-3, Сх1006А/07-14, Сх1006А/Х526В, Сх808А/Х1002Б//Х526В, Сх808А/Х1002Б//Х144В, Сх1010А/Мх53-10Б//Х135В, Сх1006А/Х134В.

13. Результати досліджень з пилкоутворення і автофертильності, а також створена колекція джерел за комплексом господарсько цінних ознак з високою комбінаційною здатністю ліній, є підставою для започаткування нового напрямку в селекції перехреснозапилених культур на життєздатність і підвищений рівень продукування пилку в жорстких умовах змін клімату.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

Науково-дослідним, селекційним та насінницьким установам рекомендовано:

- використовувати в селекційних програмах у процесі створення гібридів соняшнику лінії Х06112В, 752-07, 07-3, 733-07, 07-14, Х526В, Х144В, Х134В, Х135В як донори за кількістю квіточок у кошику, відсотком зав'язування, масою насінин з кошика, автофертильністю, життєздатністю і теплостійкістю, кращими показниками ЗКЗ та СКЗ;

- заздалегідь отримувати відомості щодо пилкоутворювальної здатності, теплостійкості і життєздатності пилку, що дозволяє визначати правильну стратегію в селекції та насінництві з урахуванням довжини міжфазних етапів розвитку соняшника за вегетацією, щоб запобігти негативній дії високих температур;

- використовувати в селекційних програмах уже перевірені експериментальні гібриди з високим проявом ефекту гетерозису за ознаками висоти і продуктивності рослин та врожайності, які залежать від підбору пар при схрещуванні. Виділено кращі гібридні комбінації за кількістю пилку в головному кошику: лінію 752-07 з тестером Сх1010А/Мх53-10Б – 11,234 млн шт., з тестером Сх808А/Х1002Б – 8,665 млн шт.; лінію Х06112В з тестером Сх1010А – 9,33 млн шт., з тестером Сх808А/Х1002Б – 7,92 млн шт.; лінію 07-17 з тестером Сх1010А – 23,22 млн шт.; лінію 07-03 з тестером Сх1010А – 13,26 млн шт., лінію 07-42 з тестером Сх808А/Х1002Б – 11,45 млн шт., лінію Х135В, які мали домінантний вплив на рівень цієї ознаки в гібридів F₁, про що свідчить високий ступінь ефекту ЗКЗ.

- використовувати як стерильний аналог Сх808А/Х1002Б, який має найбільший і стабільний ефект СКЗ (значення константи СКЗ дорівнювало 296,71); тому його можна рекомендувати як тестер із широкою генетичною основою для створення трилінійних гібридів соняшнику, у зв'язку з підвищенням височастотних коливань абіотичних факторів середовища.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Шишман Т. В. Генотипове різноманіття батьківських ліній соняшнику за морфологічними та господарсько цінними ознаками. *Таврійський науковий вісник : Науковий журнал*. Херсон, 2014. Вип. 88. С. 219–222.

2. Кириченко В. В., Сивенко В. И., Макляк Е. Н., Сивенко А. А., Сатаров А. З., Лебеденко Е. А., Харитоненко Н. С., Андриенко В. В., Брагина А. Н., Шишман Т. В. Результаты теоретических исследований и их применение в селекции подсолнечника. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ, 2014. Вип. № 1. С. 113–121.

3. Минець Т., Кириченко В., Брагин О. Різноманіття ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за життєздатністю й теплостійкістю. *Вісник Львівського національного аграрного університету : Аграрія*. 2018. № 22 (1). С. 27–32.

4. Минець Т. В. Життєздатність та теплостійкість пилку ліній-відновників фертильності соняшнику. *Подільський вісник : сільське господарство, техніка, економіка : міжнародний науковий журнал*. 2019. Вип. 31. С. 9–14.

Стаття у науковому фаховому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз

5. Минець Т. В., Кириченко В. В., Удовіченко А. Ю. Оцінка ліній-відновників фертильності соняшнику за пилкоутворювальною здатністю та автофертильністю. *Наукові доповіді НУБіП України : Аграрія*. 2020. № 2 (84). С. 1–10.

Матеріали наукових конференцій

6. Шишман Т. В. Морфобіологічні особливості та пилкоутворювальна здатність ліній-відновників фертильності соняшнику. *Проблеми сталого розвитку агросфери : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (м. Харків, 4–6 жовт. 2011 р.)*. Харків : ХНАУ, 2011. С. 553–554.

7. Шишман Т. В. Життєздатність і термостійкість пилку ліній-відновників фертильності соняшника. *Матеріали підсумк. наук. конф. проф.-виклад. складу, аспірантів і здобувачів ХНАУ, (м. Харків, 10–13 січ. 2012 р.)*. Харків : ХНАУ, 2012. Ч. 2. С. 171–173.

8. Шишман Т. В. Особливості пилкоутворення ліній соняшника. *Генетичні основи селекції, насінництва і біотехнологій : наука, освіта, практика : міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 100-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, заслуж. прац. вищ. шк., д. с.-г. наук, проф. Зеленського Михайла Олексійовича (м. Київ, 21–24 трав. 2012 р.)*. Київ : НУБіП України, 2012. С. 38–40.

9. Шишман Т. В. Прояв господарсько цінних ознак та біологічна сутність пилкоутворення ліній соняшнику. *Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (м. Харків, 3–5 жовт. 2012 р.)*. Харків : ХНАУ, 2012. С. 204–205.

10. Шишман Т. В. Поліморфізм ліній-відновників фертильності соняшнику за ознаками пилкової продуктивності. *Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их*

выращивания : матеріали міжнар. наук. конф. (м. Запоріжжя, 21–23 листоп. 2012 р.). Запоріжжя, 2012. С. 60.

11. Шишман Т. В. Оцінка ліній-відновників фертильності соняшнику за морфобіологічними ознаками, пилкоутворенням, життєздатністю та терmostійкістю пилку. *Генетичні ресурси рослин і селекція* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 125-річчю М. І. Вавілова та 75-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (м. Харків, 29–30 листоп. 2012 р.). Харків : ХНАУ, 2012. С. 94–99.

12. Шишман Т. В. Кількість та життєздатність пилкових зерен у джерелах відновників фертильності соняшнику. *Матеріали підсумк. наук. конф. проф.-виклад. складу, аспірантів і здобувачів ХНАУ ім. В. В. Докучаєва* (м. Харків, 22–25 січ. 2013 р.). Харків : ХНАУ, 2013. С. 437–439.

13. Гребельна О. О., Шишман Т. В., Пилкоутворююча здатність та якість пилку у ліній соняшнику. *Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів (м. Харків, 24–25 жовт. 2013 р.). Харків : ХНАУ, 2013. С. 43–44.

14. Шишман Т. В. Джерела теплостійкості пилку соняшнику. *Стійкість соняшнику до біо- та абіотичних чинників* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 24–25 черв. 2014 р.) / IP ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2014. С. 130–133.

15. Шишман Т. В. Пилкоутворююча здатність та якість пилку у ліній соняшнику. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : до 140-річчя створення Херсонського державного аграрного університету (м. Херсон, 20–22 черв. 2014 р.). Херсон, 2014. С. 22–23.

16. Шишман Т. В., Буряк С. Ю., Гребельна О. О. Створення автофертильних ліній з високою комбінаційною здатністю. *Енерго- і ресурсоефективні технології виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів (м. Харків, 30–31 жовт. 2014 р.). Харків : ХНАУ, 2014. С. 199–202.

17. Минець Т. В. Життєздатність та теплостійкість пилку ліній-відновників фертильності соняшнику. *Екологічні, економічні та соціальні проблеми розвитку аграрної сфери в умовах глобалізації* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених (м. Харків, 4–5 листоп. 2015 р.). Харків : ХНАУ, 2015. С. 18–20.

18. Минець Т. В. Якість пилку та пилкоутворююча здатність у ліній соняшнику. *Матеріали підсумк. наук.-практ. конф. проф.-виклад. складу і здобувачів наук. ступенів* (м. Харків, 19–20 берез. 2019 р.). Харків : ХНАУ, 2019. С. 127–128.

19. Минець Т. В. Ефект гетерозису у гібридів F₁ та комбінаційна здатність ліній-відновників соняшнику за цінними господарськими ознаками. *Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Харків, 30–31 жовт. 2019 р.). Харків : ХНАУ, 2019. С. 69–71.

АНОТАЦІЯ

Минець Т.В. Пилкоутворююча здатність та якість пилку соняшника і створення автофертильних ліній з високою комбінаційною здатністю. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – «Селекція і насінництво» (201 – Агрономія) – Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, Харків, 2021.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення важливого наукового завдання, яке полягає в установленні селекційно-генетичних особливостей пилкоутворення та якості пилку шляхом виявлення нових ліній соняшнику, толерантних до підвищених температур, з високим ефектом комбінаційної здатності в комплексі з високими показниками господарсько цінних ознак, які успішно будуть використовувати під час створення нових гібридних комбінацій в умовах змін клімату.

Серед вивченого матеріалу визначено чотири кластери, які різняться за рівнем теплостійкості і життєздатності пилку. Доведено, що кожен із кластерів має специфічний тип реакції на термотест і рівень життєздатності пилку. Виділено лінії X06104В, X-526В, 729-07, 733-07, X06130В, 07-22, 07-3 та X06118В, пилки яких має найвищий ступінь теплостійкості і життєздатності.

Ключові слова: *Helianthus annuus* L.; соняшник, селекція, вихідний матеріал, автофертильність, комбінаційна здатність, пилкова продуктивність, життєздатність, теплостійкість.

АННОТАЦИЯ

Минец Т.В. Пыльцеобразующая способность и качество пыльцы подсолнечника и создание автофертильных линий с высокой комбинационной способностью. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – «Селекция и семеноводство» (201 – Агрономия) – Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, Харьков, 2021.

В диссертационной работе приведены теоретическое обобщение и новое решение важного научного задания, которое заключается в установлении селекционно-генетических особенностей пыльцеобразования и качества пыльцы путем выявления новых линий подсолнечника, толерантных к повышенным температурам, с высоким эффектом комбинационной способности в комплексе с высокими показателями хозяйственно ценных признаков, которые с успехом будут использованы при создании новых гибридных комбинаций в условиях изменений климата.

Среди изученного материала определены четыре кластера, которые отличаются по уровню теплостойкости и жизнеспособности пыльцы. Доказано, что каждый из кластеров имеет специфический тип реакции на термотест и уровень жизнеспособности пыльцы. Выделены линии X06104В, X-526В, 729-07, 733-07,

X06130B, 07-22, 07-3 и X06118B, пыльца которых имеет наивысшую степень теплоустойчивости и жизнеспособности.

Ключевые слова: *Helianthus annuus* L.; подсолнечник, селекция, исходный материал, автофертильность, комбинационная способность, пыльцевая продуктивность, жизнеспособность, теплоустойчивость.

ABSTRACT

Mynets T.V. Pollen formation ability and quality of sunflower pollen and creation of self-fertilization lines with high combination ability. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the scientific degree of a Candidate in Agriculture. Specialty 06.01.05 «Plant Breeding and Seed Growing» (201 «Agronomy»), Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaiev. Kharkiv, 2021.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution of an important scientific problem, which consists in establishing the selection and genetic characteristics of pollen formation and pollen quality by identifying new lines of sunflower tolerant to high temperatures with high effects of combination ability in a complex with high economically valuable indices that will be successfully used in the creation of the new hybrid combinations in the conditions of climate changes.

The pollen fertility restoration lines, the lines fixing the sterility of the parent components and the first generation of sunflower hybrids regarding the pollen productivity were studied in details and evaluated for the first time in the conditions of the Ukrainian Forest-Steppe.

The interdependence between the signs of pollen formation, self-fertilization, viability and heat resistance of pollen and their influence on the combination ability of fertility restoration lines were established. On the basis of the conducted researches the self-fertilization lines with high combination ability were chosen.

Four clusters which differ in the level of heat resistance and pollen viability were identified among the studied material. It is proved that each cluster has a specific type of reaction to the thermotest and the level of pollen viability. The lines X06104B, X-526B, 729-07, 733-07, X06130B, 07-22, 07-3 and X06118B were chosen; their pollen has the highest degree of heat resistance and viability.

Key words: *Helianthus annuus* L.; sunflower, plant breeding, source material, self-fertilization, combination ability, pollen productivity, viability, heat resistance.

Комп'ютерний набір і верстка – Т.В. Минець

Підпис. до друку 26.12.2018	Формат 60×84/16	Гарнітура Таймс.
Друк офсетний	Обсяг: 0,9 ум.друк. арк.,	0,9 обл.-вид. арк.
Тираж 100	Замовлення № 168	

Редакційно-видавничий відділ Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. 62483, Харківська обл., п/в «Докучаєвське-2», навч. містечко, тел. 99-72-70. E-mail: admin@agrouniver.kharkov.com

Дільниця оперативного друку ХНАУ