

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва
Національна академія аграрних наук України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КУРИЛИЧ ДМИТРО ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 633.854.78 : 631.527 : 575 : 632.954

ДИСЕРТАЦІЯ

ДОБІР ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДІВ
СОНЯШНИКУ З ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ ТА
СТІЙКІСТЮ ДО ВОВЧКА

Спеціальність 201 «Агрономія»

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

Науковий керівник: Макляк Катерина Миколаївна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії селекції та генетики соняшнику

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Курилич Д.В. Добір вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику з цінними господарськими ознаками та стійкістю до вовчка.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2025.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове практичне вирішення важливого наукового завдання з добору вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику, стійких до вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.), шляхом установлення закономірностей успадкування стійкості до вовчка, дослідження мінливості цінних господарських ознак в першому гібридному поколінні, які забезпечують стійкість соняшнику до вовчка в поєднанні з високою продуктивністю, ранньостиглістю, високим вмістом олеїнової кислоти в олії та іншими цінними господарськими ознаками.

Для досліджень використовували насіння вовчка, зібране в популяції виду на промислових посівах соняшнику в Харківському районі Харківської області, на полях з суттєвим ураження паразитом, де ступінь ураження становив 8 і більше бульбочок на рослину. Найбільш вірулентною в складі дослідженої популяції вовчка визначено расу F. У ході виконання досліджень виділено лінії-відновники фертильності пилку, які визначено як джерела стійкості до вовчка раси F, з низьким ступенем ураження вовчком, який становив від 0,02 до 0,43 бульбочок на одну досліджену рослину: ІУ 075134, ІУ 075135, ІУ 075137, ІУ 075139, Х 1817 В, ХЗУ 3 В, ХЗУ 8 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В, ХЗУ 23 В, ХЗУ 30 В, ХЗУ 37 В і ХЗУ 39 В. Лінії ІУ 075136 й ІУ 075138 віднесено до групи ліній, помірно стійких до вовчка раси F, зі ступенем ураження 1,04 і 1,14 бульбочок, відповідно. Серед проаналізованих ліній материнського типу не виявлено стійких до дослідженої популяції

вовчка, їх ступінь ураження становив: Сх 1006 А – 4,40; Сх 808 А – 5,73; Сх 81 А – 4,20; Сх 83 А – 2,18; Х 85 Б – 2,15 бульбочок.

Установлено, що розмах варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності у ліній достатньо повно репрезентує різноманіття соняшнику, представлене в зоні досліджень. Лінії-відновники фертильності пилку соняшнику, стійкі до вовчка, найбільшою мірою різнилися за врожайністю насіння (коефіцієнт варіації V дорівнює 66,7 і 29,1 % у 2023 і 2024 рр., відповідно), масою 1000 насінин (37,6 і 29,8 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (61,2 і 52,9 %). Лінії материнського типу, нестійкі до вовчка, найбільшою мірою різнилися за врожайністю насіння (V дорівнює 46,2 і 24,0 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (69,5 і 62,4 %).

У тестерних схрещуваннях за схемою 16×4, ефекти загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) за ступенем ураження вовчком, достовірно менші за середній ефект (0,00), мали лінії Х 1814 В (–0,88 і –1,50 у 2023 і 2024 рр., відповідно); Х 1817 В (–0,91 і –1,43); ХЗУ 3 В (–0,99 і –1,67); ХЗУ 8 В (–0,83 і –1,04); ХЗУ 10 В (–0,75 і –1,03); ХЗУ 22 В (–1,12 і –1,61); ІУ 075137 (–0,91 і –0,34). Відповідно до значень ефектів ЗКЗ, кращими за ранньостиглістю визначено лінії ХЗУ 3 В, ХЗУ 30 В, ХЗУ 37 В, ХЗУ 39 В й ІУ 075134; за низькорослістю лінії Х 1814 В, ХЗУ 3 В, ІУ 075138 й ІУ 075139; за діаметром кошика лінія ХЗУ 30 В; за кількістю листків на рослині лінії ХЗУ 8 В, ХЗУ 22 В, ІУ 075134, ІУ 075135 й ІУ 075139; за площею листової поверхні лінія ХЗУ 10 В; за врожайністю насіння лінія ХЗУ 22 В; за масою 1000 насінин лінія ХЗУ 22 В; за вмістом олії в насінні лінії ХЗУ 37 В, ІУ 075134, ІУ 075135 й ІУ 075139.

Виділено лінії з високими ефектами ЗКЗ за ступенем ураження вовчком, які завдяки високим константам СКЗ здатні формувати низький рівень ураження в окремих гібридних комбінаціях, зокрема лінії ХЗУ 37 В і ХЗУ 39 В. Виділено лінії з середніми та низькими ефектами ЗКЗ, які завдяки високим константам СКЗ здатні формувати високий рівень прояву цінних ознак в окремих гібридних комбінаціях, зокрема за діаметром кошика –

XЗУ 8 В і ІУ 075134; за кількістю листків – XЗУ 10 В, XЗУ 23 В, ІУ 075134 й ІУ 075139; за площею листкової поверхні лінії XЗУ 37 В і XЗУ 39 В; за врожайністю насіння лінія XЗУ 23 В; за вмістом олії в насінні лінія ІУ 075137.

Доведено різноманіття ліній-тестерів за рівнем ефектів ЗКЗ. Лінія Сх 1006 А формувала найменш уражені вовчком гібриди (ефекти ЗКЗ $-0,77$ і $-0,37$), найбільш ранньостиглі ($-3,81$ і $-5,09$), з високим вмістом олії в насінні ($1,15$ і $1,32$). Лінія Сх 808 А мала високі ефекти ЗКЗ з врожайністю насіння ($0,24$ і $0,23$) та за масою 1000 насінин ($1,82$ і $1,04$). Лінія Сх 83 А показала стабільно високі ефекти ЗКЗ за масою 1000 насінин ($1,13$ і $2,35$), формувала в гібридах велику кількість листків ($1,99$ і $1,89$) і велику площу листкової поверхні ($3,77$ і $3,86$).

У схрещуваннях за діалельною схемою 8×8 до ліній з низькою ЗКЗ за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» віднесено лінії-відновники фертильності пилку ІУ 075134, ІУ 075135, ІУ 075136 й ІУ 075137. До ліній з високою ЗКЗ за цією ознакою віднесено лінії-закріплювачі стерильності Х 1006 Б, Х 81 Б, Х 808 Б і Х 83 Б. За значеннями ефектів СКЗ виділено гібридні комбінації, які виявилися більш стійкими, ніж це можна було очікувати на основі ефектів ЗКЗ ліній-закріплювачів стерильності: Х 81 Б \times ІУ 075134; Х 81 Б \times ІУ 075135; Х 81 Б \times ІУ 075137; Х 808 Б \times ІУ 075134; Х 1006 Б \times ІУ 075134; Х 1006 Б \times ІУ 075135; Х 1006 Б \times ІУ 075137.

Аналіз за Хейманом даних діалельних схрещувань 8×8 показав невідповідність експериментальних даних адитивно-домінантній моделі. Для приведення даних у відповідність до адитивно-домінантної моделі з вихідних даних було вилучено лінії Х 81 Б і Х 808 Б, які проявили епістатичні ефекти генів. У схрещуваннях за діалельною схемою 6×6 значимою була величина компоненту D, який тестує адитивні ефекти генів, і компонентів H_1 і H_2 , які тестують домінантні ефекти генів. Значення параметру D ($2,55$) було дещо вище за значення параметру H_1 ($2,44$), отже в генетичному контролі стійкості до вовчка переважають адитивні ефекти генів. Доведено, що домінантні алелі

обумовлюють зменшення кількості бульбочок вовчка на рослині, а успадкуванні ознаки здійснюється за типом повного домінування стійкості. Виявлено генетичні особливості самозапилених ліній соняшнику за ознакою стійкості. За значеннями параметру F_1 , відносно більшу кількість домінантних алелів стійкості мали лінії-відновники фертильності пилку IU075134, IU075135, IU075136 й IU075137, які запропоновано в якості донорів стійкості до вовчка.

Визначено, що для шести гібридних популяцій F_2 , отриманих схрещуванням нестійких (X 85 Б, X 808 Б) і стійких (X 1814 В, X 1817 В і ХЗУ 10 В) батьківських компонентів, фактичне розщеплення на стійкі та нестійкі рослини відповідає теоретично очікуваній моделі 15:1. Вказана закономірність свідчать про генетичний контроль стійкості до харківської популяції вовчка двома домінантними генами.

У тестерних схрещуваннях за схемою 16×4 , доведено суттєву різницю між гібридними комбінаціями за цінними господарськими ознаками. У середньому за два роки досліджень, ступінь ураження вовчком залежно від гібридної комбінації варіював від 0,00 до 8,32 шт.; урожайність насіння від 1,01 до 2,93 т/га; маса 1000 насінин від 35,4 до 63,1 г; вміст олії в насінні від 43,2 до 58,1 %; ТПСПС від 94,7 до 116,2 діб; висота рослини від 140,3 до 177,5 см; діаметр кошика від 14,9 до 19,7 см; кількість листків на рослині від 27,6 до 38,6 шт.; площа листкової поверхні від 28,0 до 74,9 дм^2 .

Доведено можливість поєднання стійкості до вовчка раси F з цінними господарськими ознаками. Виділено п'ять гібридних комбінацій, які поєднують відсутність ознак ураження вовчком на рівні ступеня ураження 0,0 шт. з однією чи двома цінними господарськими ознаками, зокрема гібридна комбінація Сх 1006 А \times ХЗУ 3 В – з високою врожайністю насіння (2,45 т/га у середньому за два роки) та ранньостиглістю (102,8 діб); Сх 808 А \times ХЗУ 22 В – з високою врожайністю насіння (2,28 т/га) та великою кількістю листків на рослині (36,2 шт.); Сх 1006 А \times ХЗУ 10 В – з ранньостиглістю (103,8 діб); Сх 81 А \times ХЗУ 22 В – з великою кількістю листків (34,5 шт.); Сх 1006 А \times ХЗУ 22 В – з високою масою 1000 насінин (50,4 г).

Визначено гібридні комбінації, які поєднують низький ступінь ураження вовчком (від 0,11 до 2,83 шт.) з однією чи двома цінними господарськими ознаками, зокрема Сх 1006 А × ІУ 075135 – з ранньостиглістю (у середньому за два роки 102,4 доби), Сх 808 А × ІУ 075139 – з високим вмістом олії в насінні (56,3 %), Сх 808 А × Х 1817 А; Сх 808 А × ІУ 075136 і Сх 808 А × ІУ 075134 – з високою врожайністю насіння (2,57; 2,52 і 2,68 т/га, відповідно); Сх 83 А × ХЗУ 8 В – з високою врожайністю насіння (2,47 т/га) та великою площею листової поверхні (62,9 дм²).

Виділено лінії Сх 83 А та ІУ 075138, яким у середньому за два роки притаманний високий вміст олеїнової кислоти (86,4 та 85,9 %, відповідно), і лінії ІУ 075136 та ІУ 075137 з середнім вмістом олеїнової кислоти (51,1 та 50,6 %, відповідно). Вміст олеїнової кислоти в олії 20-ти гібридних комбінацій соняшнику, створених з участю ліній олеїнового типу, в середньому за два роки варіював від 46,9 до 86,7 %. Кращою за вмістом олеїнової кислоти була гібридна комбінація Сх 83 А × ІУ 075138, із вмістом олеїнової кислоти у середньому за два роки 86,7 %. Ступінь ураження вовчком цієї комбінації становив 0,00 та 0,23 бульбочки у 2023 і 2024 році, відповідно. Серед 20-ти гібридних комбінацій олеїнового типу 17 визначені як стійкі та помірно стійкі до вовчка.

Визначено лінію Сх 83 А, всі гібридні комбінації з якою мали високий або середній вміст олеїнової кислоти. Серед дев'яти кращих за врожайністю (на рівні середньої за два роки) гібридних комбінацій з лінією Сх 83 А, виділено чотири ранньостиглих.

З 64-х гібридних комбінацій, отриманих схрещуванням за тестерною схемою 16×4, у 17 % гібридних комбінацій спостерігали позитивне наддомінування за ознакою стійкості до вовчка, у 50 % гібридних комбінацій – часткове позитивне домінування, у 17 % – проміжне успадкування, у 3 % – часткове негативне домінування, у 13 % – негативне наддомінування (депресію). Серед гібридних комбінацій з урожайністю на рівні більш урожайного батьківського компонента, частка гібридних комбінацій з повним

наддомінуванням стійкості до вовчка становила 100 % в умовах 2023 і 2024 рр.; з частковим позитивним домінуванням стійкості – 90,6 і 96,9 % в умовах 2023 і 2024 рр., відповідно. Серед гібридних комбінацій олеїнового типу, з вмістом олеїнової кислоти на рівні батьківського компоненту з більшим вмістом олеїнової кислоти, частка гібридних комбінацій з повним наддомінуванням стійкості до вовчка становила 33,4 і 33,3 % в умовах 2023 і 2024 рр., відповідно; з частковим позитивним домінуванням стійкості – 10 і 0 %.

Зареєстровано в НЦГРРУ п'ять ліній-відновників фертильності пилку, стійких до вовчка раси F (рівень вираження ознаки – 9). Лінії однокошикові та гіллясті, з тривалістю періоду «сходи–цвітіння» від 51 до 66 діб, продуктивністю від 19,7 до 45 г насіння з рослини, масою 1000 насінин від 20,2 до 56,6 г, вмістом олії в насінні від 36,6 до 54,2 %, висотою рослини від 85,7 до 113,0 см.

Доведено економічну ефективність вирощування створених гібридних комбінацій соняшнику. Чистий прибуток становив 51354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В, 52354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134. Отже, додатковий чистий прибуток від впровадження нових гібридів склав 2750 грн/га і 3750 грн/га, або 6 і 8 %.

Ключові слова: соняшник, селекція, вихідний матеріал, лінії та гібриди, вовчок, стійкість, ефекти генів, тип успадкування, домінування, господарські ознаки, урожайність, жирнокислотний склад, ранньостиглість, економічна ефективність

ANNOTATION

Kurylych D.V. Selection of Starting Materials to Create Broomrape-Resistant Sunflower Hybrids with Valuable Economic Traits. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of the Doctor of Philosophy in specialty 201 – Agronomy. – Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, 2025.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to an important scientific task of selecting starting materials to create broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.)-resistant sunflower hybrids by elucidating broomrape resistance inheritance patterns, studying the variability of valuable economic traits in the first hybrid generation, which ensure the resistance of sunflower to broomrape in combination with high performance, early ripeness, and high content of oleic acid in oil and other valuable economic traits.

Broomrape seeds for research were collected in sunflower fields significantly damaged by the parasite in the Kharkivskyi District of the Kharkivska Oblast, where the damage degree was 8 and more nodules per plant. Race F was determined to be the most virulent race in the studied broomrape population. During the research, several lines - pollen fertility restorers were identified as sources of resistance to broomrape race F, since they were little affected by broomrape (there were 0.02-0.43 nodules per tested plant): IU 075134, IU 075135, IU 075137, IU 075139, Kh 1817 V, KhZU 3 V, KhZU 8 V, KhZU 10 V, KhZU 22 V, KhZU 23 V, KhZU 30 V, KhZU 37 V, and KhZU 39 V. Lines IU 075136 and IU 075138 were classed as moderately resistant to broomrape race F: we found 1.04 and 1.14 nodules/plant, respectively. Among the female lines under investigation, no lines that would be resistant to the broomrape population were found: the damage degree in the female lines was as follows: Skh 1006 A – 4.40, Skh 808 A – 5.73, Skh 81 A – 4.20, Skh 83 A – 2.18, and Kh 85 B – 2.15 nodules.

It was shown that the variation ranges of biological, morphological and productive traits in the studied lines sufficiently fully represented the diversity of sunflower in the study location. The broomrape-resistant sunflower lines - pollen fertility restorers differed to the greatest extent in seed yield (the coefficient of variation (CV) was 66.7 and 29.1 % in 2023 and 2024, respectively), thousand-seed

weight (37.6 and 29.8 %) and oleic acid content in oil (61.2 and 52.9 %). The broomrape-susceptible female lines differed to the greatest extent in seed yield (CV = 46.2 and 24.0 %) and oleic acid content in oil (69.5 and 62.4 %).

In tester crossings according to a 16×4 design, the effects of the general combining ability (GCA) for broomrape affection degree in lines Kh 1814 V (−0.88 and −1.50 in 2023 and 2024, respectively), Kh 1817 V (−0.91 and −1.43), KhZU 3 V (−0.99 and −1.67), KhZU 8 V (−0.83 and −1.04), KhZU 10 V (−0.75 and −1.03), KhZU 22 V (−1.12 and −1.61), and IU 075137 (−0.91 and −0.34) were significantly smaller than the mean effect (0.00). According to the GCA effects for early ripeness, lines KhZU 3 V, KhZU 30 V, KhZU 37 V, KhZU 39 V, and IU 075134 were considered as the best ones; as to plant height, lines Kh 1814 V, KhZU 3 V, IU 075138, and IU 075139 had the shortest plants; by head diameter, line KhZU 30 V was distinguished; lines KhZU 8 V, KhZU 22 V, IU 075134, IU 075135, and IU 075139 were distinguished due to the number of leaves per plant; line KhZU 10 V had the largest leaf surface area; line KhZU 22 V produced the greatest yield of seeds; line KhZU 22 V showed the greatest thousand-seed weight; the; and lines KhZU 37 V, IU 075134, IU 075135, and IU 075139 had the highest content of oil in seeds.

I selected lines with strong GCA effects for broomrape affection degree, which in some hybrid combinations, due to high SCA constants, confer ability to be little damaged by the parasite: in particular, these are lines KhZU 37 V and KhZU 39 V. Lines with medium and weak GCA effects were also identified; they in some hybrid combinations, due to high SCA constants, confer ability to strong expression of valuable traits: in particular, head diameter (lines KhZU 8 V and IU 075134), the number of leaves (KhZU 10 V, KhZU 23 V, IU 075134, and IU 075139), leaf surface (KhZU 37 V and KhZU 39 V), seed yield (KhZU 23 V), and oil content in seeds (IU 075137).

The diversity of the tester lines in terms of GCA effects was demonstrated. Line Skh 1006 A resulted in hybrids that were least affected by broomrape (GCA effects −0.77 and −0.37); these hybrids were most early-ripening (−3.81 and −

5.09), with high oil content in seeds (1.15 and 1.32). Line Skh 808 A showed strong GCA effects for seed yield (0.24 and 0.23) and thousand-seed weight (1.82 and 1.04). Line Skh 83 A showed consistently strong GCA effects for thousand-seed weight (1.13 and 2.35) and its hybrids had a lot of leaves (1.99 and 1.89) and a large leaf surface (3.77 and 3.86).

In diallel crossings according to a 8×8 design, pollen fertility restorers IU 075134, IU 075135, IU 075136, and IU 075137 were classed as lines with low GCA for the “number of broomrape nodules per plant” trait. Sterility fixers Kh 1006 B, Kh 81 B, Kh 808 B, and X 83 B were categorized as lines with high GCA for this trait. The following hybrid combinations were identified by SCA effects, as they turned out to be more resistant than one could expect from the GCA effects of their parental lines sterility-fixers: Kh 81 B \times IU 075134, Kh 81 B \times IU 075135, Kh 81 B \times IU 075137, KhX 808 B \times IU 075134, Kh X 1006 B \times IU 075134, Kh X 1006 B \times IU 075135, and Kh 1006 B \times IU 075137.

Hayman’s diallel analysis of the 8×8 design data showed that the experimental data were inconsistent with the additive-dominant model. To bring the data into line with the additive-dominant model, lines Kh 81 B and Kh 808 B, which showed epistatic effects of genes, were excluded from the dataset. In diallel crossings according to a 6×6 design, the component D, which tests additive effects of genes, and the H_1 and H_2 components, which test dominant effects of genes, were significant. The parameter D (2.55) was slightly higher than the parameter H_1 (2.44); therefore, additive effects of genes prevail in the genetic control of resistance to broomrape. Dominant alleles were proven to determinate a decrease in the number of broomrape nodules per plant, and the resistance trait is inherited by complete dominance. Genetic features of the self-pollinated sunflower lines were described for the resistance trait. According to the parameter F_i , lines - pollen fertility restorers IU 075134, IU 075135, IU 075136, and IU 075137, which are proposed as donors of resistance to broomrape, have relatively more dominant alleles for resistance.

It was determined that in the six studied F₂ hybrid populations obtained by crossing susceptible (Kh 85 B and Kh 808 B) and resistant (Kh 1814 B, Kh 1817 B and KhZU 10 V) parental components the observe segregation into susceptible and resistant plants corresponded to the theoretically expected model of 15:1. This pattern indicates a two-dominant gene control of resistance to the Kharkiv population of broomrape.

In tester crossings according to a 16×4 design, significant differences in valuable economic traits between the studied hybrid combinations were demonstrated. On average for two years of research, the degree of broomrape-inflicted damage varied from 0.00 to 8.32 nodules, depending on hybrid combinations; the seed yield - from 1.01 to 2.93 t/ha; the thousand-seed weight - from 35.4 to 63.1 g; the oil content in seeds - from 43.2 to 58.1 %; the “emergence – complete ripeness” period length - from 94.7 to 116.2 days; the plant height - from 140.3 to 177.5 cm; the head diameter from - 14.9 to 19.7 cm; the number of leaves per plant - from 27.6 to 38.6 leaves; the leaf surface - from 28.0 to 74.9 dm².

A possibility of combining resistance to broomrape race F with valuable economic traits was proven. Five hybrid combinations that had no signs of broomrape damage (0.0 nodules) and had one or two valuable economic traits were identified; in particular, the hybrid combination Skh 1006 A × KhZU 3 V combined resistance to broomrape with high seed yield (2.45 t/ha on average for two years) and early ripeness (102.8 days); Skh 808 A × KhZU 22 V – with high seed yield (2.28 t/ha) and a large number of leaves per plant (36.2 leaves); Skh 1006 A × KhZU 10 V – with early ripeness (103.8 days); Skh 81 A × KhZU 22 V – with a large number of leaves (34.5 leaves/plant); Skh 1006 A × KhZU 22 V – with high thousand-seed weight (50.4 g).

Hybrid combinations that combine a low degree of broomrape-inflicted damage (from 0.11 to 2.83 nodules) with one or two valuable economic traits were: Skh 1006 A × IU 075135 – with early ripeness (on average for two years 102.4 days); Skh 808 A × IU 075139 – with high oil content in seeds (56.3 %); Skh 808 A × Kh 1817 A, Skh 808 A × IU 075136 and Skh 808 A × IU 075134 –

with high seed yield (2.57, 2.52 and 2.68 t/ha, respectively); Skh 83 A × KhZU 8 V – with high seed yield (2.47 t/ha) and a large leaf surface (62.9 dm²).

Lines Skh 83 A and IU 075138 were distinguished because on average across two years they had high contents of oleic acid (86.4 and 85.9 %, respectively); lines IU 075136 and IU 075137 were distinguished due to medium contents of oleic acid (51.1 and 50.6 %, respectively). The content of oleic acid in the oil of 20 sunflower hybrids originated from oleic lines varied on average across two years from 46.9 to 86.7 %. The hybrid combination Skh 83 A × IU 075138 was the best one in terms of oleic acid content: the mean (for two years) oleic acid content was 86.7 %. The degree of broomrape-inflicted damage in this combination was 0.00 and 0.23 nodules in 2023 and 2024, respectively. Of the 20 studied oleic hybrid combinations, 17 were categorized as resistant and moderately resistant to broomrape.

Line Skh 83 A was selected, as all hybrid combinations with its participation had a high or medium content of oleic acid. Of the nine hybrid combinations with line Skh 83 A that yielded the best (close to the two-year mean), four early-ripening ones were identified.

Of the 64 hybrid combinations obtained by crossing according to a 16×4 tester design, 17 % of hybrid combinations showed positive overdominance for resistance to broomrape, 50 % of hybrid combinations – partial positive dominance, 17 % – intermediate inheritance, 3 % – partial negative dominance, and 13 % – negative overdominance (depression). Among the hybrid combinations yielding at the level of the more productive parental component, the proportion of hybrid combinations with complete overdominance for resistance to broomrape was 100 % in 2023 and 2024 and the proportion of hybrid combinations with partial positive dominance for resistance was 90.6 and 96.9 % in 2023 and 2024, respectively. Among the oleic type hybrid combinations, with oleic acid contents at the level of the better parent component, the percentage of hybrid combinations with complete overdominance for resistance to broomrape was 33.4 and 33.3 % in 2023 and 2024, respectively; the percentage of hybrid combinations with partial positive dominance

for resistance was 10 and 0 %, respectively. Five lines - pollen fertility restorers that were resistant to broomrape race F (trait expression level - 9) were registered with the National Center for Plant Genetic resources. The lines are single-headed and branched; the "emergence-anthesis" period lasts 51 - 66 days; the productivity ranged from 19.7 to 45 g of seeds per plant; the thousand-seed weight ranged from 20.2 to 56.6 g; the oil content in seeds ranged from 36.6 to 54.2 %; the plant height was 85.7 - 113.0 cm.

The economic efficiency of growing the new hybrid sunflower combinations was proven. The net profit was 51,354 UAH/ha for the hybrid combination Skh 808 A × KhZU 22 V and 52,354 UAH/ha for the hybrid combination Skh 808 A × IU 075134. Thus, the additional net profit from the introduction of the new hybrids was 2,750 UAH/ha and 3,750 UAH/ha, or 6 and 8 %, respectively.

Keywords: sunflower, breeding, starting material, lines and hybrids, broomrape, resistance, gene effects, inheritance type, dominance, economic traits, seed yield, fatty acids composition, early ripeness, economic efficiency

Список публікацій здобувача

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Kurylych D.V., Makliak K.M. Peculiarities of the sunflower breeding for resistance to broomrape (*Orobanche cumanica* Wallr.). *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2022. С. 19–29. DOI: 10.30835/2413-7510.2022.271748.*
2. Нові лінії соняшнику з підвищеним вмістом ізомерів токоферолів / Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко О.А., Курилич Д.В., Луценко Т.М., Сивенко В.І., Андрієнко В.В. *Генетичні ресурси рослин : науковий журнал / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2023. № 33. С. 52–58. DOI: 10.36814/pgr.2023.33.05.*
3. Прояв господарських ознак трилінійних гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин / Гутянський Р.А.,

Макляк К.М., Курилич Д.В., Кутіщева Н.М. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2024. Вип. 36. С. 59–69. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-36-03.

4. Курилич Д.В., Макляк К.М. Генетичний аналіз успадкування стійкості соняшнику до вовчка за використання діалельного методу. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва*. Харків, 2024. Вип. 126. С. 6–20. DOI: 10.30835/2413-7510.2024.318739.

5. Курилич Д.В., Макляк К.М. Прояв цінних господарських ознак у гібридів F₁ соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche crotalaria* Wallr.). *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2024. № 37. С. 53–65. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-37-06.

6. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.) до раси F вовчка (*Orobanche crotalaria* Wallr.). *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2024. Вип. 4 (58). С. 57–63. DOI: 10.32782/agrobio.2024.4.9.

Матеріали наукових конференцій

7. Курилич Д.В., Макляк К.М. Ефективність визначення ураженості соняшнику вовчком в умовах фітотрону / *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети*: зб. матеріалів Міжнародної науково-практичній конференції (30 вересня 2022 року). НААН України, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства. Одеса, 2022. С. 66–67.

8. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів різних груп стиглості в селекції соняшнику на стійкість до вовчка (*Orobanche crotalaria* Wallr.) / *Актуальні проблеми рослинництва в умовах зміни клімату*: зб. матеріалів Міжнародної наукової інтернет-конференції молодих учених (26–27 жовтня 2022 року). НААН України, ІР імені В.Я. Юр'єва. Харків, 2022. С. 59–61.

9. Курилич Д.В., Макляк К.М., Супрун О.Г. Створення високоолеїнових гібридів соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодні та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (21 березня 2023 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2023. С. 44–45.

10. Курилич Д.В., Макляк К.М. Рівень прояву цінних господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка / *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 листопада 2023 року). МОН України, ДБТУ. Харків, 2023. С. 123–125.

11. Курилич Д.В. Донорські властивості нових самозапилених ліній соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодні та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (27 березня 2024 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 39–40.

12. Макляк К.М., Сивенко В.І., Леонова Н.М., Кузьмишена Н.В., Шепілов Б.П., Андрієнко В.В., Кираш Т.М., Курилич Д.В., Чумаченко С.А. Створення робочої колекції ліній соняшнику з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак / *Олійні культури: сьогодні та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (27 березня 2024 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 43–44.

13. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів соняшнику з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак / *Наукові основи адаптивного землеробства*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (16-17 травня 2024 року). МОН України, ДДАЕУ. Дніпро, 2024. С. 287–289.

14. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника до вовчка в поколінні F_2 / *Сучасні технології в рослинництві*: тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (27–28 листопада 2024 року). НААН України, ІР ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2024. С. 143–145.

15. Курилич Д.В., Макляк К.М. Мінливість господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) / *Олійні культури: сьогоднішня та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (26 березня 2025 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2025. С. 40–42.

Свідоцтва про реєстрацію зразків генофонду рослин в Україні

16. Свідоцтво № 2613 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія Х 1817 В. Запит № 005321 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.І. Сивенко, В.П. Коломацька, Н.М. Леонова, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

17. Свідоцтво № 2614 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 10 В. Запит № 005323 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

18. Свідоцтво № 2615 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 23 В. Запит № 005325 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш, Н.В. Кузьмишена. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

19. Свідоцтво № 2616 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 30 В. Запит № 005326 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.В. Кириченко, В.В. Андрієнко, Н.В. Кузьмишена, С.А. Чумаченко. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

20. Свідоцтво № 2617 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 39 В. Запит № 005327 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	20
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)	29
1.1 Сільськогосподарське значення та поширення соняшнику в Україні.....	29
1.2 Біологічні особливості та екологія культури.....	31
1.3 Біологія паразитичної рослини – вовчка соняшникового (<i>Orobanche cuman</i> Wallr.) і вплив умов середовища на його вірулентність.....	33
1.4 Поширеність та зміна расового складу вовчка соняшникового у світі та в Україні.....	34
1.5 Механізми та генетика стійкості соняшнику до вовчка.....	36
1.6 Методики оцінки стійкості соняшнику до вовчка.....	39
1.7 Цінні господарські ознаки соняшнику для поєднання зі стійкістю до вовчка.....	41
1.8 Заходи захисту соняшнику від вовчка	43
Висновки до розділу 1.....	45
РОЗДІЛ 2 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
2.1 Ґрунтово-кліматичні і агрометеорологічні умови проведення польових досліджень.....	47
2.2 Матеріал і методика польових і лабораторних досліджень.....	52
2.3 Методики статистичної обробки експериментальних даних..	57
Висновки до розділу 2.....	59
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ СОНЯШНИКА ДО	60

ВОВЧКА (<i>OROBANCHE CUMANA</i> WALLR.).....	
3.1 Оцінка самоzapилених ліній соняшнику за стійкістю до вовчка	60
3.2 Рівень прояву цінних господарських ознак самоzapилених ліній соняшнику	67
3.3 Комбінаційна здатність самоzapилених ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику за цінними господарськими ознаками	73
Висновки до розділу 3.....	87
РОЗДІЛ 4 ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ СТІЙКОСТІ СОНЯШНИКУ ДО ВОВЧКА.....	
4.1 Успадкування стійкості соняшнику до вовчка в першому гібридному поколінні, створеному за діалельною схемою схрещувань	92
4.2 Успадкування стійкості соняшнику до вовчка в другому гібридному поколінні	102
Висновки до розділу 4.....	106
РОЗДІЛ 5 МІНЛИВІСТЬ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ПОЄДНАННЯ ЗІ СТІЙКІСТЮ ДО ВОВЧКА У F ₁ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ.....	
5.1 Мінливість господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка.....	108
5.2 Мінливість цінних господарських ознак у гібридів зі зміненим жирнокислотним складом олії, стійких до вовчка	119
5.3 Особливості успадкування стійкості соняшнику до вовчка та цінних господарських ознак у першому гібридному поколінні ...	125
Висновки до розділу 5.....	136
РОЗДІЛ 6 НОВІ ЛІНІЇ-БАТЬКІВСЬКІ КОМПОНЕНТИ ТА ГІБРИДИ СОНЯШНИКУ, СТІЙКІ ДО ВОВЧКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ.....	
	140

6.1 Характеристика нових ліній-батьківських компонентів гібридів, стійких до вовчка.....	140
6.2 Економічна ефективність вирощування гібридів соняшнику, стійких до вовчка.....	151
Висновки до розділу 6.....	155
ВИСНОВКИ.....	157
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	162
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	163
ДОДАТКИ.....	191

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НААН	Національна академія аграрних наук України
ІР ім. В.Я. Юр'єва	Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва
ІОК	Інститут олійних культур
СГІ-НЦНС	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства і сортовивчення
НЦГРРУ	Національний центр генетичних ресурсів рослин України
ст.	стандарт
ТПСПС	тривалість періоду «сходи–повна стиглість»
мін.	мінімальне значення ознаки
макс.	максимальне значення ознаки
сер.	середнє значення ознаки
А	лінія-стерильний аналог
Б	лінія-закріплювач стерильності
В	лінія-відновник фертильності пилку
ЗКЗ	загальна комбінаційна здатність
СКЗ	специфічна комбінаційна здатність
F ₁	гібрид першого покоління
F ₂	гібрид другого покоління
×	символ схрещування
n ¹⁾	достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05)
n ²⁾	достовірно менше за середнє значення за дослідом (p<0,05)
h _p	ступінь фенотипового домінування

ВСТУП

Соняшник – найважливіша олійна культура в нашій країні і займає більше 70 % від загальної площі під олійними культурами [1]. Серед світових виробників Україна посідає друге-третє місце за валовим збором насіння соняшнику. Впродовж останніх років олієпереробні підприємства в Україні виробляють щорічно більше десяти мільйонів тонн насіння соняшнику [2].

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2024 рік занесено 98 гібридів соняшнику селекції установ Національної академії аграрних наук України (9,3 % від загальної кількості в реєстрі) [3]. Рівень інноваційних селекційних розробок науково-дослідних установ НААН забезпечено високим генетичним потенціалом урожайності та якості продукції, а також адаптивними властивостями гібридів, пристосованих до вирощування в широких агроекологічних умовах України.

Проте, біологічний потенціал урожайності насіння нових гібридів соняшнику у виробництві використовується недостатньо. Основними причинами цього є нестабільність кліматичних умов, недотримання основних вимог сівозміни та технології вирощування культури, недостатня увага підбору гібридів і якості насіннєвого матеріалу. Посівні площі під соняшником в Україні за період 2010–2021 рр. збільшено в 1,5 рази, що призвело до надмірного насичення сівозмін соняшником та поширенню шкідників, хвороб, бур'янів та рослини-паразита – вовчка [4, 5].

Вовчок соняшниковий з'єднується із судинною системою коріння соняшнику, щоб споживати його поживні речовини, воду та інтоксикувати рослину-хазяїна. Внаслідок цього утворюється щупле насіння, зменшується врожайність, збільшується ураженість збудниками хвороб, а втрати врожаю в крайніх випадках можуть досягти 100 % [7].

Актуальність теми дослідження. У заходах боротьби з рослиною-паразитом соняшнику вовчком (*Orobanche cymana* Wallr.) ключовим

компонентом є генетичний захист. Напрямок селекції на стійкість до вовчка є безперервним через еволюцію паразита та виникнення більш вірулентних рас. Пошук джерел стійкості до нових вірулентних рас вовчка та дослідження її генетичного контролю проведено науковцями Іспанії [7], Сербії [8], Молдови [9], Румунії [10], Китаю [11], Туреччини [12] та інших країн, де соняшник займає значні посівні площі. Дослідження генетики резистентності вітчизняного селекційного матеріалу соняшника до вірулентних рас вовчка, поширених в Україні, в літературі представлені недостатньо [13, 14, 15], тому розробки в цьому напрямі набувають особливої значимості, необхідні для цілеспрямованого добору батьківських компонентів при створенні стійких гібридів, є актуальними та затребуваними селекційною наукою.

Дослідження закономірностей створення гібридів соняшнику, що поєднують стійкість до вовчка з іншими цінними господарськими ознаками, мають велике значення. Такі ознаки, як висока врожайність насіння, ранньостиглість, високий вміст олії, високий вміст олеїнової кислоти в олії є вирішальними для підвищення економічної ефективності вирощування культури.

Вирощування гібридів різних груп стиглості знижує напруженість сезонних робіт, а також зменшує вплив негативних біотичних та абіотичних чинників на урожайність культури. Зокрема короткий вегетаційний період сприяє проходженню рослинами критичних фаз розвитку до початку періоду високих температур повітря влітку, а також забезпечує толерантність до гнилей восени завдяки прискореному досягненню кошиків. Тому важливим напрямом селекційної роботи є створення гібридів соняшнику, різноманітних за тривалістю вегетаційного періоду.

Основними жирними кислотами в олії соняшнику є ненасичені кислоти – олеїнова та лінолева (87–92 % від сумарного вмісту жирних кислот), співвідношення яких може змінюватися в широких межах залежно від сортових особливостей, погодних і ґрунтових умов. Підвищений вміст олеїнової кислоти в олії соняшнику поліпшує його споживчі якості, робить

його більш корисним для здоров'я. Крім того, така олія має більший термін придатності порівняно з олією класичного (лінолевого) типу. На сьогоднішній день найбільш актуальними та перспективними є гібриди соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти, що визначає напрям селекційної роботи на поліпшення жирнокислотного складу олії, зокрема на збільшення вмісту олеїнової кислоти в олії до 85 % і навіть вище.

Процес безперервного утворення нових рас вовчка, складність генетичного контролю стійкості до останніх вірулентних рас, низький рівень стійкості та недостатній рівень прояву господарських ознак вітчизняних стійких гібридів визначає актуальність нових досліджень з особливостей селекції на стійкість до вовчка в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, пріоритетність яких визначена потребами сучасної рослинницької галузі сільського господарства та завданнями Програми наукових досліджень НААН України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження за темою дисертаційної роботи виконано особисто автором у 2021–2024 рр. згідно тематичного плану науково-дослідних робіт лабораторії селекції та генетики соняшнику IP ім. В.Я. Юр'єва НААН відповідно до державної програми наукових досліджень ПНД 16 «Соняшник: Основи управління продукційним процесом» 2021–2025 рр., завдання «Розроблення теоретичних основ використання ефекту гетерозису в F_1 гібридів соняшнику, адаптованих до змін клімату, створених на основі різних зародкових плазм, з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак» (№ Державної реєстрації 0121U100556).

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягає в теоретичному обґрунтуванні закономірностей та практичній реалізації добору вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику з цінними господарськими ознаками, що включають стійкість до вовчка, покращений жирнокислотний склад олії, ранньостиглість та високу врожайність.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

- виявити джерела стійкості до вовчка серед зразків робочої колекції ліній та зразків генофонду НЦГРРУ;
- визначити генетичні властивості ліній соняшнику за стійкістю до вовчка та виділити лінії-донори стійкості;
- створити гібриди соняшнику, стійкі до вовчка, з цінними господарськими ознаками;
- установити закономірності успадкування стійкості соняшнику до вовчка в першому та другому гібридних поколіннях;
- визначити рівень прояву та мінливість цінних господарських ознак у F_1 гібридів соняшнику, стійких до вовчка, та їх батьківських компонентів;
- довести економічну ефективність вирощування створених гібридів соняшнику.

Об'єкт дослідження: селекційне обґрунтування добору вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику, стійких до вовчка, шляхом встановлення закономірностей успадкування стійкості та особливостей поєднання її з іншими цінними господарськими ознаками.

Предмет дослідження: особливості селекції соняшнику на стійкість до вовчка, з високими показниками урожайності та якості продукції.

Методи дослідження. Загальнонаукові: аналіз і синтез, індукція і дедукція, системний аналіз. Спеціальні: вегетаційний – для визначення ступеня ураження соняшника вовчком; гібридологічний аналіз – для визначення закономірностей успадкування стійкості; польовий – для визначення рівня прояву господарських ознак самозапилених ліній соняшнику, гібридів F_1 і F_2 ; візуальний – для проведення фенологічних спостережень і польових оцінок самозапилених ліній і гібридів за ознаками відмінності, однорідності і стабільності; вимірально-ваговий – для визначення морфометричних показників рослин та обліку ознак продуктивності; лабораторні – для визначення вмісту олії в насінні, для визначення жирнокислотного складу олії. Статистичні: дисперсійний і

варіаційний – для доведення відповідності статистичних даних прийнятим у польових дослідженнях рівням достовірності, для визначення комбінаційної здатності ліній, для визначення варіювання цінних господарських ознак; t-критерій Стьюдента.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у дослідженні важливого наукового завдання щодо стійкості соняшнику до нових рас вовчка та відрізняється від раніше відомих результатів розробкою селекційних методів її підвищення шляхом добору самозапилених ліній соняшнику та встановлення закономірностей їх застосування при створенні гібридів соняшнику.

Уперше в Україні оцінено на стійкість до вовчка раси F гібриди першого та другого покоління, створені за участю ліній-батьківських компонентів різного походження, контрастних за ознакою стійкості. Визначено, що успадкування стійкості до вовчка в першому гібридному поколінні у 50 % випадків контролюється за типом часткового позитивного домінування стійкості, а також в успадкуванні ознаки виявлено позитивне наддомінування, проміжне успадкування, часткове негативне домінування і негативне наддомінування, залежно від ліній-батьківських компонентів гібридів. Виявлено, що у популяції другого гібридного покоління переважають стійкі до вовчка рослини, а успадкування стійкості здійснюється за дигенним домінантним типом. Уперше експериментально доведено відсутність негативної залежності та виділено стійкі до вовчка гібридні комбінації, які поєднують стійкість з ранньостиглістю, високою урожайністю насіння, високим вмістом олеїнової кислоти незалежно від погодних умов року вирощування. Досліджено мінливість цінних ознак стійких гібридів у погодно-кліматичних умовах східного Лісостепу України.

Набули подальшого розвитку питання успадкування прояву господарських ознак соняшнику в першому гібридному поколінні.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові напрацювання автора дозволили використати у селекційному процесі установлені

закономірності успадкування стійкості соняшника до вовчка раси F, та реалізувати програму створення гібридів, що поєднують стійкість до вовчка з іншими цінними господарськими ознаками.

Рекомендовано використання ліній-батьківських компонентів ХЗУ 22 В, ХЗУ 3 В, Х 1814 В, Х 1817 В, ІУ 075134, ІУ 075135 та ІУ 075137, для створення гібридів соняшнику, що проявляють стійкість до вовчка на рівні ступеня ураження 0,00-0,50. Створено у співавторстві та зареєстровано у НЦГРРУ п'ять ліній-відновників фертильності пилку соняшнику, стійких до раси F вовчка, та з комплексом цінних господарських ознак, а саме: лінія Х 1817 В (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду України № 2613), однокошикова, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 62 доби, стійка до сірої гнилі; лінія ХЗУ 10 В (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду України № 2614), гілляста, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 62 доби, з вмістом олії в насінні 54 %; лінія ХЗУ 23 В (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду України № 2615), однокошикова, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 66 діб; лінія ХЗУ 30 В (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду України № 2616), гілляста, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 56 діб, низькоросла, з вмістом олії в насінні 54,1 %; лінія ХЗУ 39 В (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду України № 2617), однокошикова, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 63 доби, з вмістом олії в насінні 53,04 % (додаток А, рис. А.1–А.5).

Кращі гібридні комбінації, стійкі до вовчка та з іншими цінними господарськими ознаками (Сх 808 А × Х 1814 В, Сх 808 А × Х 1817 В, Сх 808 А × ХЗУ 10 В, Сх 808 А × ХЗУ 22 В, Сх 808 А × ХЗУ 23 В, Сх 808 А × ІУ 075134, Сх 808 А × ІУ 075135, Сх 808 А × ІУ 075139), створені в ході виконання досліджень, та популяції соняшнику, отримані на основі 64-х гібридних комбінацій діалельної схеми схрещувань, включені до селекційного процесу відділу селекційно-насінницьких технологій та сортовивчення ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН (додаток А, рис. А.6).

Створені в результаті виконання дисертаційної роботи гібридні

комбінації пройшли випробування в умовах інфекційного розсаднику (монокультура соняшника) Інституту олійних культур НААН (м. Запоріжжя), де підтвердили високий рівень стійкості до вовчка та врожайність насіння, що перевищила врожайність стандарту на 19,7 % (додаток А, рис. А.7). Також гібридні комбінації пройшли випробування в умовах ДП «Експериментальна база «Дачне» Одеського району Одеської області Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення в гостро посушливих та спекотних умовах вегетаційного періоду соняшнику. Їх врожайність перевищила врожайність стандарту Вирій на 26,4, 42,8 та 37,5 %. Вміст олії в насінні перевищив показники стандарту на 1,3, 2,0 та 2,8 % (додаток А, рис. А.8).

Особистий внесок здобувача. Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено автором особисто. Узагальнено світові літературні джерела, проведено польові дослідження, статистичний аналіз експериментальних даних та сформульовано висновки.

Публікації виконано в співавторстві. Внесок здобувача в публікаціях полягає в постановці задачі, отриманні експериментальних даних, узагальненні результатів досліджень і письмовому оформленні матеріалу.

Частка авторства в зареєстрованих лініях соняшнику складає від 10 до 20 %. Внесок здобувача полягає в оцінках та описі зразків, аналізі результатів випробувань та підготовці документації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи повідомлено й обговорено на засіданнях лабораторії селекції та генетики соняшнику, на засіданнях селекційної секції вченої ради ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН (2021–2025 рр.).

Результати та основні положення апробовано на семи наукових і науково-практичних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети» (м. Одеса, 30 вересня 2022 року); Міжнародній науковій інтернет-конференції молодих учених «Актуальні проблеми рослинництва в

умовах зміни клімату» (м. Харків, 26–27 жовтня 2022 року); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Олійні культури: сьогодення та перспективи» (м. Запоріжжя, 21 березня 2023 року); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 29–30 листопада 2023 року); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Олійні культури: сьогодення та перспективи» (м. Запоріжжя, 27 березня 2024 року.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові основи адаптивного землеробства» (м. Дніпро, 16–17 травня 2024 року); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні технології в рослинництві» (м. Харків, 27–28 листопада 2024 року); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Олійні культури: сьогодення та перспективи» (м. Запоріжжя, 26 березня 2025 року).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 20 наукових праць, у т.ч.: шість статей у фахових виданнях України; дев'ять тез доповідей і матеріалів наукових конференцій; п'ять Свідочств про реєстрацію зразків генофонду рослин України (додаток Б).

Структура і обсяг дисертації. Дисертацію викладено на 210 сторінках комп'ютерного набору тексту, у тому числі 113 сторінок основної частини. Робота ілюстрована 39 таблицями, 21 рисунками. Містить анотацію українською та англійською мовами, вступ, шість розділів, висновки, практичні рекомендації, чотири додатки, список використаних літературних джерел із 228 найменувань, із яких 133 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1 Сільськогосподарське значення та поширення соняшнику в Україні

Соняшник – перспективна, економічно вигідна та головна олійна культура нашої країни. На соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва рослинної олії в Україні. За останнє десятиліття в Україні спостерігається зростання посівних площ, відведених під соняшник, з 4,526 млн га у 2010 році до 6,665 млн га у 2021 році, або в 1,5 рази. Подібну тенденцію відзначено у всьому світі. Зокрема за 10 років посівні площі під соняшником у світі зросли на 28%, а в Європі – на 49% [4].

В Україні основні посіви і виробництво товарного соняшника знаходяться в степовій та лісостеповій зонах, а саме в Донецькій, Луганській, Харківській, Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Херсонській, Миколаївській, Одеській, Полтавській, Черкаській та Вінницькій областях. В цих областях виробляється до 90% товарного насіння соняшнику. При використанні сучасних технологій вирощування, захисту і використанні нових високопродуктивних гібридів можна успішно вирощувати соняшник у Київській, південних районах Хмельницької, в Чернігівській і Сумській областях [16].

Високу цінність соняшнику обумовлено придатністю до переробки майже всіх частин його рослини. Соняшникову олію використовують як продукт харчування в натуральному вигляді, цінність якої зумовлена високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти (55–60 %), яка має значну біологічну активність та прискорює метаболізування ефірів холестерину в організмі. Це позитивно впливає на стан здоров'я людини. Олія містить також фосфатиди (лецитин), стерини, вітаміни (А, Д, Е, К) та інші біологічно

активні речовини, які підвищують її біологічну цінність. Соняшникову олію використовують у хлібопеченні, кулінарії, для виготовлення консервів та різних кондитерських виробів. Також вона є основним компонентом при виробництві маргарину.

В тваринницькій галузі широко використовують побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуху і шрот. Це високобілковий концентрований корм, в основному в складі комбікормів, цінний для всіх видів сільськогосподарських тварин. Незначне додавання їх до раціону значною мірою збільшує ефективність низькобілкових кормів та коренеплодів. Кошки соняшнику з верхівками стебел згодують тваринам, а зелену масу силосують [17].

Соняшник – медоносна культура. Соняшниковий мед має приємний тонкий квітковий аромат, золотисте або світло-бурштинове забарвлення і терпкий солодкий смак. З 1 га посівів соняшнику під час цвітіння бджоли збирають до 40 кг меду. Одна бджолосім'я може приносити до 4 кг меду за добу. При цьому значно поліпшується запилення квіток, що підвищує врожай насіння соняшнику. Україна займає стійкі позиції щодо обсягів експорту натурального меду, які значно зросли за останнє десятиліття [17, 18].

Незважаючи на російську агресію, Україна залишається провідним експортером соняшnikової олії на світовому агропродовольчому ринку [19]. Соняшник відноситься до економічно вигідних та високорентабельних культур. Високі закупівельні ціни на дану культуру і продукти її переробки підвищують ефективність економіки та сприяють економічному зростанню господарств, що робить виробництво соняшнику стратегічно важливим напрямом розвитку аграрного сектору України [20, 21].

Застосування стандартних, загальноприйнятих технологій вирощування культури дозволяє отримувати посередні результати урожайності з різким її коливанням у різні роки. Отримання високого врожаю залежить не тільки від дотримання правильної технології вирощування, а й від рівня відповідності гібрида погодним умовам року [22].

За висновками вчених НААН, недотримання науково обґрунтованих сівозмін та порушення технологій вирощування є основними причинами низької продуктивності посівів олійних культур. Екстенсивне необґрунтоване збільшення посівних площ соняшнику, яке було викликане стійким ринковим попитом на його насіння, призвело до перенасичення сівозмін гіршим попередником, особливо в Степу України, значного зниження врожайності та зменшення загальної продуктивності агрофітоценозів [23, 24, 25].

Висока рентабельність соняшнику, економічна вигода та неналежний контроль за дотриманням науково обґрунтованих сівозмін призвели до безконтрольного збільшення посівних площ під соняшник, деградації земель та поширення хвороб і шкідників. Наразі перед наукою постає питання пошуку методів збільшення обсягів виробництва без істотного росту посівних площ, а саме пошук збільшення врожайності шляхом підвищення продуктивності вирощування, залучення нових гібридів стійких до різних біотичних та абіотичних чинників, розробки і впровадження ресурсозберігаючих, енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій [4, 26, 27, 28, 29].

1.2 Біологічні особливості та екологія культури

Соняшник – вимоглива до тепла культура. Сума активних температур від сівби до сходів становить 140–160 °С, а сума ефективних температур за вегетацію складає 1600–1800 °С для ранньостиглих генотипів та від 2000 до 2300 °С для пізньостиглих. При оптимальній температурі 20 °С сходи з'являються на 7–8 день після посіву. Сходи соняшника можуть витримувати короточасні заморозки –6° С, проте при зниженні температури до –8 °С рослини гинуть.

На врожайність соняшнику суттєво впливають сучасні зміни клімату [30, 31]. При цьому, велике значення також мають вологість ґрунту та повітря. Холодостійкість рослин знижується при більш високій вологості ґрунту.

В період від сходів до бутонізації підвищується потреба соняшника в теплі, мінімальна температура в цей період становить 11–12 °С. Соняшник також вимоглива культура до тепла в період наливу насіння [32, 33].

Соняшник – посухостійка рослина. Завдяки сильно розвиненій кореневій системі, яка глибоко проникає в ґрунт, рослина задовольняє потребу у воді, проте це призводить до сильного висушування ґрунту і нестачі вологи для наступної культури сівозміни. За період вегетації соняшник використовує велику кількість води, сумарне використання якої складає близько 3000 – 6000 т води з 1 га. Нестача вологи суттєво впливає на урожайність рослин. Критичним за відношенням до вологи є період від утворення кошика до цвітіння, коли інтенсивність транспірації досягає 600–700 г/м² за годину. При нестачі вологи в цей період знижується урожайність, збільшується пустозерність, невиповненість сім'янок, зменшується кошик.

Для отримання високих врожаїв соняшнику важливе значення мають опади в осінньо-зимовий період. Також велику роль відіграють опади другої половини літа. Оптимальна вологість ґрунту для росту соняшника 70 % [31].

Соняшник ліпше росте на родючих, багатих поживними речовинами, аерованих ґрунтах з нейтральною або слабколужною реакцією: чорноземи супіщані та суглинкові, каштанові. Менш придатні для соняшника легкі піщані, заболочені кислі та засолені ґрунти.

Соняшник – рослина короткого дня. Як світлолюбна рослина, він дуже вимогливий до інтенсивного сонячного світла. При затіненні молодих рослин послаблюється ріст і розвиток, формуються дрібні листя та малі кошики, витягується стебло, знижується врожайність. Вегетаційний період соняшника подовжується відповідно до просування його на північ. Тривалість вегетації гібридів соняшнику і ліній – батьківських компонентів від сівби до повної стиглості насіння в Україні становить від 80 до 130 днів [32, 34].

1.3 Біологія паразитичної рослини – вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.) і вплив умов середовища на його вірулентність

Вовчок соняшниковий (*Orobanche cumana* Wallr.) – паразитична квіткова рослина, яка поширена майже в усіх районах вирощування цієї сільськогосподарської культури. Він з'єднується із судинною системою коріння соняшнику, щоб споживати його поживні речовини, воду та інтоксикувати рослину-хазяїна [35, 36, 37]. Паразит становить велику загрозу для врожаю соняшнику в усьому світі [38, 39, 40, 41, 42]. Крім того, уражені рослини стають більш сприятливими до різних хвороб [43].

Вовчок перейшов на соняшник з полину. Паразит живиться виключно за рахунок рослин соняшнику, не має власної кореневої системи та фотосинтетичної здатності [44]. Китайські науковці повідомили про нового хазяїна вовчка – *Karelinia caspia* [45].

Насіння вовчка може виявляти стріголактон (SLs), тобто речовину, яка виділяється кореневою системою соняшнику та провокує до проростання паразита [46, 47, 48, 49]. Кінець зародкової трубки насіння утворює гаусторій – спеціальний відросток, який проникає в епідерміс кореня, росте до ксилеми та флоєми за рахунок здатності гаусторіальних клітин вовчка виділяти екстрацелюлярні ферменти, які сприяють лізису клітинних стінок кореня соняшнику [50, 51]. Паразит встановлює зв'язок із судинною системою, тобто утворює суцільну ксилему між хазяїном і паразитом – потовщення «бульбочку» [52, 53, 54]. Після цього вовчок формує надземне стебло і генеративні органи, які можна знищити механічним шляхом до дозрівання насіння [55, 56].

Для проростання насіння вовчка потрібна вологість ґрунту 70–85%. Довготривале перебування його в ґрунті з насиченою вологою призводить до втрати схожості. Оптимальна температура для проростання насіння і розвитку квітконосів від +16 °С до +25 °С. У період цвітіння соняшнику на поверхні ґрунту поряд зі стеблом соняшнику з'являється пагін паразиту

потовщений біля основи та заввишки до 50 см. Його стебло м'ясисте, потовщене біля основи, негіллясте, білувате, буріє при досяганні, вкрите лусочковими безхлорофільними листками, а закінчується колосовидним квітконосом. Квітки паразита великі, фіолетового кольору, зібрані в колоски.

Плід вовчка – двостулкова коробочка. В одній такій коробочці утворюється до 2000 шт. насінин. Вони дуже дрібні (0,4 мм) і легкі [57, 58]. На кожному квітконосі формується до 40 коробочок, а одна рослина утворює близько 60–100 тисяч насінин. Завдяки легкості насіння вовчка переноситься вітром на великі відстані. Життєздатність насіння в ґрунті зберігається від 8 до 18 років, але проростає тільки під впливом корневих виділень рослини-хазяїна [59, 60, 61].

1.4 Поширеність та зміна расового складу вовчка соняшникового у світі та в Україні

Нові популяції та раси вовчка, збільшення його чисельності спостерігають у більшості регіонів вирощування соняшнику Іспанії та Франції, навколо Чорного та Каспійського морів, у Китаї та в деяких частинах Африки [62, 63, 64]. Найбільшу загрозу вони становлять в Європі, особливо в Україні, країнах навколо Чорного моря та в Іспанії [65, 66, 67]. В Китаї приблизно 40 % полів соняшнику заражені вовчком, це призводить до зниження врожаю культури до 20–50 % [68, 69, 70, 71, 72, 73, 74]. У китайській провінції Сіньцзян родина *Orobanchaceae* нараховує 19 видів, з яких 15 видів належить до роду *Orobanche* L. [75, 76, 77, 78].

Молдовські науковці описали вплив умов середовища на вірулентність і поширення вовчка [79]. Для цього було зібрано 40 популяцій вовчка з різних регіонів країни, водночас з відбором проб ґрунту, аналізом добової температури поверхні ґрунту та вологості повітря. Популяції вовчка, зібрані в центральній частині Молдови, були менш вірулентними й належали до раси Е. У той же час популяції з південних і північних регіонів характеризувалися

підвищеною вірулентністю, більше 60 % популяцій ідентифіковано як раси G і H.

Розвиток вовчка суттєво залежить від кліматичних умов [80, 81]. Певне підвищення температури та помірні опади сприяють поширенню вовчка на великі території [82, 83, 84]. На поширення вовчка також позитивно впливають високий вміст гумусу та рН від слабнокислого до нейтрального [85]. Отже, ґрунтово-кліматичні умови, сприятливі для соняшнику, позитивно впливають і на розвиток вовчка, що обумовлює швидке поширення рослини-паразита в регіонах вирощування соняшнику.

На території України вовчок нещодавно був поширений переважно на південному сході, проте щороку зона ураження активно переміщується до центральних регіонів країни (Полтавська, Черкаська, Вінницька, Хмельницька та Житомирська області) на гібриди, які раніше були стійкими до паразита. З початку 2000-х років зафіксовано збільшення площі ураженого соняшнику майже в три рази, а в Луганській, Донецькій, Миколаївській та Херсонській областях уражено вже понад 80 % посівів [86]. На кореневій системі однієї рослини соняшнику за високої потенційної засміченості ґрунту насінням вовчка обліковували близько 10 квітконосів паразита і більше [87]. На даний час значна територія України є не дослідженою щодо поширення і расового складу вовчка, проте науковці продовжують свою працю [88, 89, 90, 91].

Спільна еволюція паразита й хазяїна призводить до появи нових рас вовчка. Наразі відомо про вісім рас вовчка, кожна з яких здатна протидіяти системам захисту стійких до попередньої раси гібридів, причому раси F та вище є найбільш вірулентними [92, 93, 94].

Проблема поширення високовірулентних рас вовчка в Україні набула особливої актуальності через втрату стійкості більшістю поширених гібридів соняшнику завдяки появі та швидкому поширенню нових рас паразита [15, 95, 96]. Це свідчить про високий адаптивний потенціал вовчка та його постійну еволюцію.

1.5 Механізми та генетика стійкості соняшнику до вовчка

Селекцію соняшнику на стійкість до вовчка вважають ефективним методом боротьби, але безперервним через еволюцію паразита та постійне виникнення більш вірулентних рас [97]. Селекція постійно дає результат – стійкі до вовчка гібриди соняшнику. Еволюція паразита долає здобутки селекціонерів, які вимушені досліджувати нові рівні взаємодії між паразитом та рослиною-хазяїном. [98].

Використання стійких до вовчка генотипів соняшнику є одним із найефективніших методів боротьби з паразитом. Цей метод використовують з початку селекції соняшнику і до теперішнього часу. На відміну від інших видів родів *Orobanchе* та *Phelipanche*, для яких генетична стійкість хазяїна має кількісний характер, а саме горизонтальний, генетична стійкість до вовчка у соняшнику найчастіше є якісною або вертикальною, яка контролюється основними домінантними генами [99]. Про генетичний контроль стійкості до вовчка за допомогою одного домінантного гена вперше повідомили Р.К. Pogorletsky [et al.] [100]. З цієї причини популяції вовчка класифікували на фізіологічні раси, стійкість до кожної з якою контролював один домінантний ген. А.В. Vranceanu [et al.] визначили п'ять рас вовчка від А до Е, які контролювали п'ять домінантних генів стійкості, від Or_1 до Or_5 [101]. Декілька досліджень підтвердили моногенну домінантну стійкість соняшнику до раси Е. Також було доведено, що один домінантний ген Or_5 контролює стійкість до рас паразита від А до Е [102, 103, 104].

М. Rasuceanu-Joita [et al.] описали ген стійкості Or_6 , який присутній у лінії LC-1093 та надає стійкість до румунської популяції вовчка раси F [105]. Іспанські науковці довели, що ген $NaOr_7$ контролює іспанську популяцію раси F, при цьому він надає стійкість до популяцій паразита більш вірулентних, ніж ця раса [106]. L. Velasco [et al.] довели для раси G, що стійкість, отриману від *H. debilis* subsp. *Tardiflorus*, визначав один домінантний ген Or_{Deb2} [7]. Отже, соняшникову постваскулярну стійкість до рас F і G назвали «Системою

двох стійкостей» (System II resistance) і контролюють їх один частково домінуючий ген Or_{SII} [107]. На додаток до цього головного ефекту гена було описано кількісний компонент стійкості до вовчка, який визначається локусами кількісних ознак (QTL), які сприяють ефекту «від малого до помірного» для зменшення ступені ураження вовчком [108, 109].

В. Fernández-Melero [et al.] повідомили, що в дикого соняшнику *Helianthus anomalous* виявлено новий ген стійкості Or_{Anom1} , який демонстрував стійкість до вовчка раси G [110]. У статтях також було описано появу нових рас і популяцій вовчка, яка потенційно була викликана мутацією паразита в районах з раніше меншим ураженням [111].

Протягом останніх 20 років появу нових рас вовчка спостерігали в країнах, де соняшник вирощують з порушенням сівозміни. Оцінюючи проблему виникнення вовчка на глобальному рівні, Y. Кауа заявив, що крім пошуку генів стійкості потрібно проводити дослідження щодо зміни анатомії рослин соняшнику, біохімічних параметрів, а також аспектів біології паразита, таких як системи розмноження та генетика вірулентності [112].

Генетичні дослідження вовчка головним чином зосереджено на структурі популяцій паразита, визначенні їх генетичного різноманіття [113, 114, 115]. Висунуто припущення щодо еволюційних механізмів расоутворення, наприклад, мутації одного гена в місцевих популяціях [67], генетичної рекомбінації генів авірулентності [116]. Зокрема досліджено генетичне різноманіття 50-ти популяцій вовчка з різних районів Іспанії, та виявлено існування двох віддалених генофондів паразита, всередині яких популяційна мінливість була дуже низькою. На підставі цього було зроблено висновок про виникнення нових рас в результаті мутацій одного генетичного фону [67].

Селекція соняшнику на стійкість до вовчка вимагає ідентифікації нових генів стійкості. Á. Calderón-González [et al.] визначили QTL, які пов'язані зі стійкістю до вовчка [55]. Результати цього дослідження підтвердили роль

деяких QTL у стійкості соняшнику до вовчка та виявили нові, які можуть відігравати важливу роль у розвитку тривалої стійкості до паразиту.

Велике значення має маркування генів стійкості соняшнику й визначення молекулярного поліморфізму як рослини-хазяїна, так і паразитичної рослини для поліпшення культури за стійкістю до вовчка. Дослідження генетики стійкості до *O. citana* обмежені через відсутність відповідних молекулярних маркерів. Дослідженнями R. Pineda-Martos [et al.] розроблено комплект із 79 маркерів SSR [117], які дали відтворювані високоякісні амплікони, поліморфні серед 18-ти популяцій вовчка. Для локалізації генів стійкості використовують аналіз зчеплення з молекулярним маркером. Складено молекулярно-генетичні карти груп зчеплення з геном стійкості Or₇ до раси G [8, 118].

Для з'ясування механізму стійкості до вовчка проведено транскриптомічний аналіз стійкості коренів соняшнику до паразита в фазі сходів. Досліджено транскриптомічні зміни стійких і чутливих до вовчка проростків соняшнику. Стійкість до вовчка була тотожна у проростків з різною стійкістю, однак у стійких рослин спостерігали значно вищу регуляторну активність [11].

Генетичні карти зчеплення мають важливе значення для вивчення структури та організації геномів рослинних організмів. Вони є цінними ресурсами в дослідженнях паразитичних рослин для визначення розташування генів, які контролюють такі ознаки, як авірулентність або специфічність щодо рослини-хазяїна. Побудовано генетичні карти зчеплення за використання SSR та SNP маркерів, також картовано локус Pg, який бере участь у пігментації рослин вовчка [119]. M.I. Rodríguez-Ojeda [et al.] використовували гібриди вовчка, отримані від схрещування ліній ЕК-А1 і ЕК-12 [120]. Лінії ЕК-А1 не вистачає пігментів, через що вона має жовту ніжку та білий віночок, тоді як лінія ЕК-12 має нормальну пігментацію з блакитно-фіолетовим стеблом та блакитним або блідо-фіолетовим віночком. Установлено, що ознака пігментації частково контролюється домінантними

алелями на одному локусі P_g. Для генотипування ліній вовчка ЕК-А1, ЕК-12, ОС-94, ЕК-23, SP, картування популяцій використовували маркери SNP [121, 122].

Duca M. [et al.] провели аналіз генетичного різноманіття вовчка за допомогою маркерів ISSR [123]. У дослідженні використано колекцію з 39 популяцій вовчка, насіння якого було зібрано в трьох різних географічних регіонах Республіки Молдова. Ці популяції належать до різних рас і демонструють генетичну різноманітність [124, 125]. Використовували 14 праймерів ISSR, включаючи ті, про які повідомляють Н. Benharat [et al.] [126]. Вивчення генетичного поліморфізму в популяціях вовчка дозволило згрупувати їх у різні кластери відповідно до географічного походження (південь, північ, центр Республіки Молдова). У більшості випадків спостерігали чітку тенденцію розподілу відповідно до географічного регіону.

1.6 Методики оцінки стійкості соняшнику до вовчка

Найвідомішим традиційним методом оцінки стійкості селекційного матеріалу соняшнику до вовчка є створення інфекційного фону в польових умовах. При висіві, насіння вовчка рівномірно змішують з ґрунтом, після чого суміш вносять у ґрунт під час сівби. Облік ураженості проводять після цвітіння соняшнику. Цей спосіб має певні недоліки: оцінка ведеться лише в літній період і в польових умовах; нестійкий селекційний матеріал, який може мати ряд інших цінних господарських ознак, гине через ураження рослин вовчком.

Для отримання кращих результатів дослідження проводять у лабораторних умовах. В ІОК НААН застосовують метод швидкої оцінки селекційного матеріалу соняшнику на стійкість до вовчка. Інфекційний матеріал наносять на смуги фільтрувального паперу, на якому розташоване насіння соняшнику, яке при проростанні виділяє кореневі виділення, що стимулює проростання насіння вовчка. Смуги фільтрувального паперу

скручують у рулони та розміщують в ємності з чистою водою. Облік кількості бульбочок проводять на 21 добу після інфікування [127].

Для ефективної ранньої діагностики ураження селекційного матеріалу соняшнику вовчком селекціонери ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН застосовують метод оцінки в умовах теплиці. Насіння досліджуваних зразків висівають у пластикові стакани об'ємом 0,5 л з інфікованою ґрунтовою сумішшю. Через 40 діб рослини обережно виймають з ґрунту, корінці обмивають у проточній воді та обліковують, при наявності, кількість бульбочок паразита [128]. Щороку в інституті проводять оцінку ліній різної міри самозапилення, мутантних генотипів, гібридів першого покоління і популяцій, що розщеплюються для перевірки їх ступеня ураження вовчком [129, 130, 131]. Цей метод показав високу ефективність та достатнє інфекційне навантаження для визначення нестійких зразків при оцінці вірулентності харківської популяції вовчка [132].

Для раннього виявлення ураження вовчком використовують метод оцінки синьо-зеленої флуоресценції (BGF) листків соняшнику за допомогою тепловізору [133]. В ході дослідження аналізують флуоресцентні показники листків соняшнику на ранніх етапах росту здорових рослин, щоб визначити відповідні площі та час для візуалізації BGF; оцінюють використання візуалізації BGF як індикатору зараження соняшнику вовчком під час початкового підземного розвитку паразита та порівнюють інформацію BGF з концентрацією пігментів у листках; аналізують вплив підземного зараження вовчком на ранніх етапах росту соняшнику. Доведено, що за допомогою цього методу можна не тільки виявити початок стресу рослини соняшнику під дією вовчка, а й відстежувати його розвиток з часом, що забезпечить швидке фенотипування ліній соняшнику.

Розроблено метод аналізу зображення для автоматичного фенотипування бульбочок вовчка на коренях соняшнику [134]. Інокульовані вовчком проростки соняшнику вирощували в ризотронах, які склалися з прозорих коробок з оргскла, що містили шар кам'яної вати та

скловолокнистого паперу, зрошених живильним розчином. За використання методу, стійкість проростків соняшника можна охарактеризувати на стадії прикріплення паростків вовчка (сумісний/несумісний), і на стадії утворення бульбочок паразиту (кількісна оцінка кількості бульбочок і їх некрозу) [54, 65].

1.7 Цінні господарські ознаки соняшнику для поєднання зі стійкістю до вовчка

Соняшник має значні коливання урожайності через недосконалу агротехніку, порушення сівозмін та присутність на полях вовчка. Одним із кращих шляхів вирішення цього питання є отримання і використання нових гібридів стійких до вовчка, основних хвороб та з високим рівнем продуктивності [135, 136].

Використання новітніх прогресивних заходів догляду за посівами не призводить до очікуваних результатів у разі застосування недосконалого посівного матеріалу застарілих гібридів. Селекцію сучасних гібридів соняшнику спрямовано на поєднання цінних господарських ознак – високої урожайності та її складових, ранньостиглості, високого вмісту олії в насінні, високого вмісту олеїнової кислоти в олії, низькорослості, стійкості до біотичних та абіотичних факторів. На вітчизняному селекційному матеріалі було доведено можливість поєднання стійкості до вірулентних рас вовчка соняшникового з цінними господарськими ознаками. Робота в цьому напрямі має особливу наукову новизну, через низькі значення ознак продуктивності та пізньостиглості зареєстрованих стійких до вовчка гібридів [137]. Для захисту посівів соняшнику від дводольних бур'янів у післясходовий період важливе значення має також поєднання цінних господарських ознак зі стійкістю до гербіцидів групи сульфонілсечовин [138].

Вирощування нових стійких високопродуктивних гібридів соняшнику забезпечує високу врожайність та якість продукції за рахунок реалізації їх

генетичного потенціалу, а також через відсутність втрат у результаті негативної дії вовчка на них [139]. Останнім часом зростає інтенсифікація виробництва соняшнику, що пов'язане з появою нових гібридів та удосконаленням технології вирощування [140]. Соняшник вирощує близько 22 тис. підприємств, однак більшість із них отримують врожайність на рівні 1,5-1,6 т/га. Для підвищення потенціалу варто використовувати лише інноваційні гібриди й більше уваги приділяти технології точного землеробства. При дотриманні порад і рекомендацій науковців, потенціал урожайності може досягти 3 т і більше з 1 га соняшнику [141].

Через тенденцію до потепління та аридизацію клімату відбувається розширення та часткове зміщення зони промислового вирощування соняшнику із зони Степу в зони Лісостепу та Полісся, бо вони мають суттєві відмінності за комплексом ґрунтово-кліматичних умов, порівняно з умовами традиційного вирощування. Через це необхідно включати до технології управління процесами формування врожаю оптимізацію густоти посіву сучасних гібридів [142, 143]. Для розкриття потенціалу біологічної врожайності культури під час визначення густоти стояння рослин потрібно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, гібрид та технологію вирощування [144]. Єдиної думки відносно оптимальної густоти стояння рослин немає. Все залежить як від кліматичних умов, так і від генотипу гібрида [145, 146].

Велике значення має створення ранньостиглих гібридів соняшнику. Це актуально через зростання вартості пального, що призводить до збільшення витрат на сушіння та обробку насіння. Важливість завдання полягає в подоланні позитивної залежності між врожайністю і тривалістю вегетаційного періоду. Науковці постійно проводять дослідження, які включають гібриди ранньої групи стиглості.

Ранньостиглі гібриди соняшнику порівняно з пізньостиглими більш рівномірно досягають, дають змогу швидше звільнити поля для озимих культур. Завдяки їх короткому вегетаційному періоду вони уникають розвитку гнилей кошика [147].

За кількістю олії, яке добувають з насіння, соняшник посідає перше місце серед олійних культур, а на соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва олії в Україні. Харчова цінність олії зумовлена високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти (55-60 %). Особлива увага спрямована на виробництво високоолеїнової олії, яка за якісними показниками може конкурувати з оливковою. Зараз найкращим показником в Україні є вміст олеїнової кислоти в олії понад 82 %, а інтенсивність вирощування високоолеїнового соняшнику зросла у 2020 році до 800 тис. га [148].

1.8 Заходи захисту соняшнику від вовчка

Варто зазначити, що існує безліч заходів боротьби з вовчком, а саме: профілактичні, фізичні, хімічні, агрономічні, біологічні методи, заходи що надають соняшнику генетичної стійкості. Головною проблемою є те, що на сьогоднішній день жодний дешевий метод не показав достатню ефективність, економічність і повним у захисті соняшнику від цього паразиту. З цієї причини необхідно впроваджувати комплексний підхід, який об'єднає різні методи у буде здатним підтримувати популяції паразиту нижче ніж порогів рівень шкодочинності [149, 150, 151].

Якщо аграрії застосовують для боротьби з вовчком технологію Clearfield®Plus, то їм необхідно впроваджувати гібриди, стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (ІМІ) [152]. Але постійне використання таких гербіцидів має негативні наслідки: ефект післядії на наступні культури в сівозміні, проблеми екології [153], гербіцидостійкість цільових бур'янів та самого паразита [154, 155]. Тому постійно ведеться пошук нових методів боротьби з вовчком, розроблення надійних та економічно вигідних заходів захисту від паразиту.

N. Zhang [et al.] досліджували вплив застосування фітогормонів – брасиностероїдів на стійкість соняшнику до вовчка. Застосування цієї

речовини значно мінімізувало інгібування фотосинтезу, уповільнення росту рослин і пошкодження клітин внаслідок окисного стресу шляхом посилення пов'язаної або не пов'язаної з ферментами системи захисту антиоксидантів. Крім того, брасиностероїди відновлювали опосередковані пошкодження вовчком клітинних ультраструктур (клітин мезофілу листя) і активували гени, пов'язані із захистом рослин [156].

J. Xi [et al.] досліджували поєднання впливу сівозміни кукурудзи та бактерії *Streptomyces rochei* на вовчок [157]. Кукурудза була використана як культура-пастка в цьому дослідженні, оскільки її кореневі виділення можуть стимулювати проростання насіння вовчка в ґрунті. Паразит не може встановити ефективний зв'язок із культурою, і він врешті-решт загине через дефіцит поживних речовин [158]. Крім того, в останні роки проводиться все більше досліджень щодо впливу мікроорганізмів на паразитизм вовчка [159]. За дослідженнями, *Streptomyces enissocaesilis* пригнічує проростання насіння вовчка на 47 %, а *Streptomyces rochei* уповільнює проростання на ранніх стадіях [160].

Для розробки довгострокових стратегій захисту важливо зрозуміти генетичні основи взаємодії системи «хазяїн-паразит» і особливості їх біології. Біологічні особливості вовчка вимагають для пророщування його насіння попереднього культивування за певних температур і вологості, а також стимуляцію поживними речовинами з коренів соняшника [161].

F.L. He [et al.] зібрали гідропонним методом кореневі екsudати з рослин соняшнику на стадії розсади для аналізу та ідентифікації їх компонентів [162]. Деякі виділені хімічні речовини, такі як дегідрохлорид, можуть викликати проростання насіння вовчка. Коли концентрація дегідрохлориду досягала певного рівня навколо ризосфери коренів соняшнику, а умови навколишнього середовища, такі як температура і вологість ґрунту були відповідними, насіння вовчка проростало на всіх стадіях росту соняшника.

Молекулярні механізми взаємодії між вовчком і соняшником розкрито дослідженнями Y. Zhang [163]. Рослини можуть змінювати пов'язані

фізіологічні та біохімічні метаболічні шляхи, регулювати експресію генів під час стресу, викликаного вовчком.

На південному сході Румунії ідентифіковані найбільш вірулентні раси вовчка G та H, там науковці протестували 20 гібридів та набір зразків-диференціаторів. Усі зразки були сприйнятливими до вовчка, крім старого румунського сорту Neagra de Cluj (PI 650368). Даний сорт запропоновано включити до міжнародного набору диференціаторів вовчка, які використовують для ідентифікації рас паразиту і потрібні в роботі селекціонера для забезпечення надійного генетичного захисту генотипу [164].

Розроблено ефективну так звану технологію глушіння генів, придатну як для застосування у функціональних генетичних дослідженнях, так і для потенційного контролю вовчка. Розроблений метод зменшив кількість гаусторій і викликав фенотипові аномалії, такі як коротші горбики (бульбочки) та некроз [165].

Таким чином, дослідження з розроблення методів захисту соняшника від вовчка охоплюють різні галузі біологічної та аграрної науки. Проте немає надійного, економічного, дешевого та простого в застосуванні метода. Тому Проте генетичний захист залишається провідним методом захисту культури від вовчка.

Викладені в розділі 1 матеріали опубліковано в наукових працях: [98, 128, 129, 130, 131, 132, 137, 138].

Висновки до розділу 1

1. Отже, згідно з аналізом літературних джерел, соняшник – високорентабельна, економічно вигідна, перспективна й головна олійна культура, чудова медоносна культура. Збільшення посівних площ та перенасичення сівозмін культурою призводить до поширення шкідників, хвороб і бур'янів, зокрема рослини-паразиту – вовчка.

2. Рослина-паразит – вовчок соняшниковий (*Orobanche cumanica* Wallr.) – становить велику загрозу врожаю соняшнику. Ґрунтово-кліматичні умови,

сприятливі для соняшнику, позитивно впливають і на розвиток вовчка, що обумовлює швидке поширення рослини-паразита в регіонах вирощування соняшнику.

3. Напрямок селекції на стійкість до вовчка – це безперервний процес через еволюцію паразита та виникнення більш вірулентних рас. Найвірулентніші раси вовчка, які ідентифіковано в світі – раси G та H. Поширення рас вовчка на території України досліджено недостатньо.

4. Найефективніший метод боротьби з вовчком – залучення в селекцію нових стійких ліній та гібридів соняшнику. Успадкування стійкості до рас паразита А–Е достатньо досліджено. Успадкування стійкості до наступних рас здійснюється більш складними генетичними системами, що потребує постійних досліджень у цьому напрямі.

5. Для оцінки стійкості соняшнику до вовчка застосовують такі методики, як створення інфекційного фону в польових умовах, пророщування насіння соняшнику в рулонах фільтрувального паперу, оцінка в умовах теплиці, дослідження флуоресцентних показників листків соняшнику як індикатора ураження, та інші. Доведено ефективність застосування методика оцінки в умовах теплиці.

6. Визначено актуальність досліджень з особливостей селекції на стійкість до вовчка і поєднанням її з цінними господарськими ознаками – високою продуктивністю, ранньостиглістю, високим вмістом олії в насінні, високим вмістом олеїнової кислоти в олії, стійкістю до біотичних та абіотичних чинників.

7. Серед досягнень світової науки, які спрямовані на захист соняшника до вовчка, можна відмітити появу гібридів, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів, застосування брасиностероїдів, вплив мікроорганізмів на проростання насіння вовчка, аналіз та ідентифікація компонентів кореневих ексудатів, що сприяють проростанню насіння вовчка. Проте генетичний захист залишається провідним методом захисту культури від вовчка.

РОЗДІЛ 2

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та агрометеорологічні умови проведення польових досліджень

Польові дослідження проведено на полях наукової сівозміни IP ім. В.Я. Юр'єва НААН у лабораторії селекції та генетики соняшнику у 2022–2024 рр. Поля наукової сівозміни розташовані в лісостеповому районі Харківської області на відстані 15 км від м. Харкова, в селищі Елітне, на південному боці лівобережного Лісостепу (східний Лісостеп України) в типових зони ґрунтово-кліматичних та агрометеорологічних умовах [166].

Харківська область розташована на межі лісостепової та степової фізико-географічних зон на північному сході України. За природно-кліматичними умовами територію області можна розділити на дві зони: лісостепову (центральні, північні та західні райони) і степову (південні та східні райони) [167, 168].

У ґрунтовому покриві Харківської області переважають чорноземи типові (39,44 %), звичайні глибокі (34,56 %), звичайні (11,68 %), опідзолені (3,37 %), сірі лісові (1,44 %), лужно-чорноземні та інші ґрунти (3,15%). Найродючіші ґрунти – це чорноземи типові та опідзолені. Серед орних земель області нараховується 6,2 тис. га середньокислих ґрунтів. Вони потребують постійної хімічної меліорації [169].

Ґрунти полів, розташованих у науковій сівозміні, мають високу природну родючість. Ґрунтовий покрив представлений потужним, слабо вилугованим чорноземом на пілуватому-суглинковому карбонатному лесі, товщина гумусового шару більше 75 см з доброю гумусованістю в орному шарі 5,46–7,28 %. Ґрунт має зернисто-комкувату структуру, високу гігроскопічність, яка коливається з невеликою варіабельністю за профілем від

8 до 10 %. Ґрунтові води залягають на глибині 15–20 м, через що рослини польових культур використовують лише ту вологу, яка поступає у вигляді атмосферних опадів. Агрохімічні показники ґрунту: реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН=5,8); гідролітична кислотність – 3,29 мг.-екв. на 100 г ґрунту; сума поглинутих основ – 3,74 мг.-екв. на 100 г ґрунту; валова кількість азоту – 0,29–0,30 %; фосфору – 0,17–0,18 %; калію – 1,9–2,0 % [170]. Отже, ґрунти мають високу природну родючість, при достатній кількості вологи вони здатні забезпечити стабільні високі врожаї соняшнику.

Клімат зони проведення досліджень – помірно-континентальний з тривалим стійким, часом посушливим і спекотним літом. Харків розташований на межі двох зон за сумою активних температур вище за 10 °С: від 2600 до 2800 °С і від 2800 до 3000 °С, що цілком задовольняє потребу соняшнику в теплі [166].

Відтавання ґрунту розпочинається на початку березня і закінчується в першій декаді квітня, а наприкінці третьої декади квітня відбувається прогрів ґрунту на глибину 20 см до 10 °С. У третій декаді квітня припиняються весняні приморозки, а в деякі роки вони спостерігаються і в травні. Літні місяці характеризуються високою температурою повітря, а восени вона поступово знижується. Заморозки розпочинаються в середині жовтня.

За даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології, місяці активної вегетації соняшнику характеризуються високою середньо-багаторічною середньодобовою температурою повітря: травень – 16,1 °С, червень – 20,2 °С, липень – 21,4 °С, серпень – 20,6 °С, вересень – 14,5 °С. Середньобагаторічна середньодобова температура повітря за вегетаційний період соняшнику (травень–вересень) складає +18,5 °С. Динаміку середньодобової температури повітря за декадами місяців вегетаційного періоду соняшнику (травень–вересень) за 2022–2024 роки наведено на рисунку 2.1.

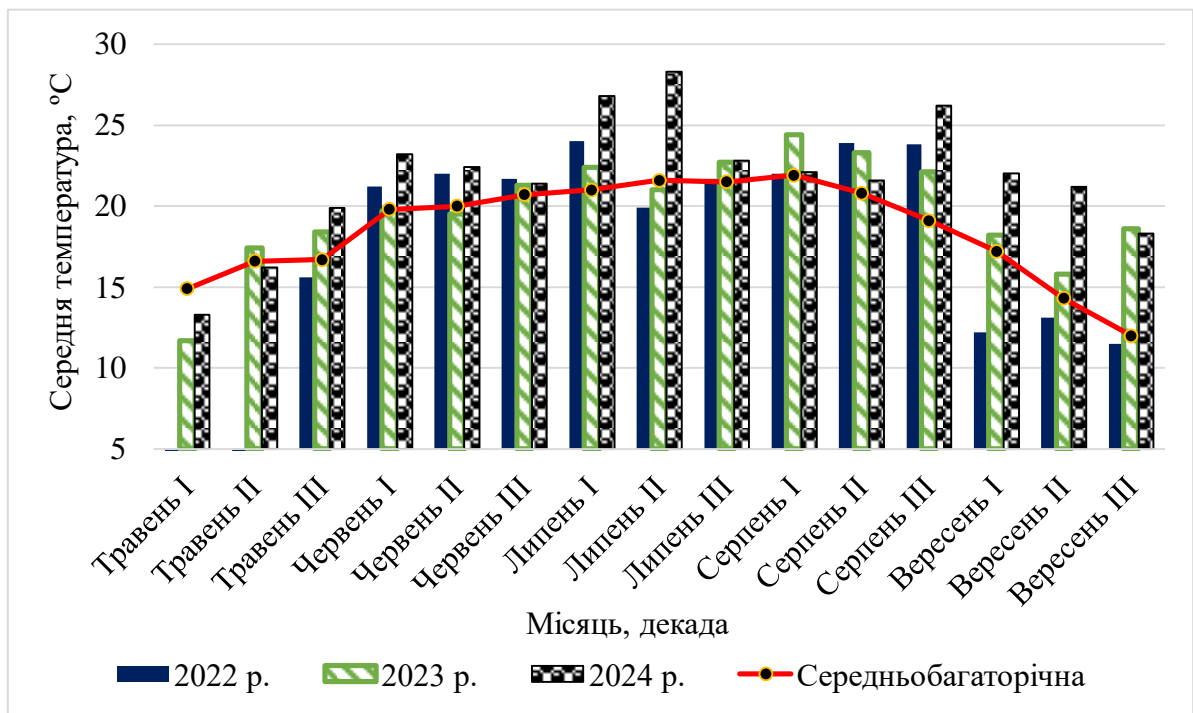


Рисунок 2.1 – Динаміка середньодобової температури повітря за декадами місяців вегетаційного періоду соняшнику (травень–вересень), °С

За роки проведення досліджень, найвища середньодобова температура була у 2024 році, у другій декаді липня (28,3 °С), у той час як у першій декаді липня 2022 року 24 °С, а в першій декаді серпня 2023 року вона становила 24,4 °С. Така середньодобова температура перевищувала середньобагаторічні показники. Найбільша середньодобова температура за місяць була в серпні у 2022 і 2023 рр. (23,2; 23,3 °С) та в липні в 2024 році (26 °С).

Середньобагаторічна сума опадів за вегетаційний період соняшнику за даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології становить 269,1 мм. Протягом років відмічається нерівномірність опадів. Найбільша кількість їх припадає на липень – 71,7 мм, а в червні та серпні випадає 63,3 мм та 46,9 мм, відповідно.

Суму опадів за 2022–2024 рр. наведено на рисунку 2.2. За роки досліджень сума опадів суттєво відхилялася від середньобагаторічних даних. Нерівномірний розподіл опадів, високі температури та низька відносна вологість повітря, що призводить до весняно-літніх посух та суховіїв, надає

регіону в окремі роки різко посушливий характер. Крім того, в окремі роки через велику кількість опадів можуть розвиватися хвороби соняшнику, що негативно впливає на рівень врожайності культури.

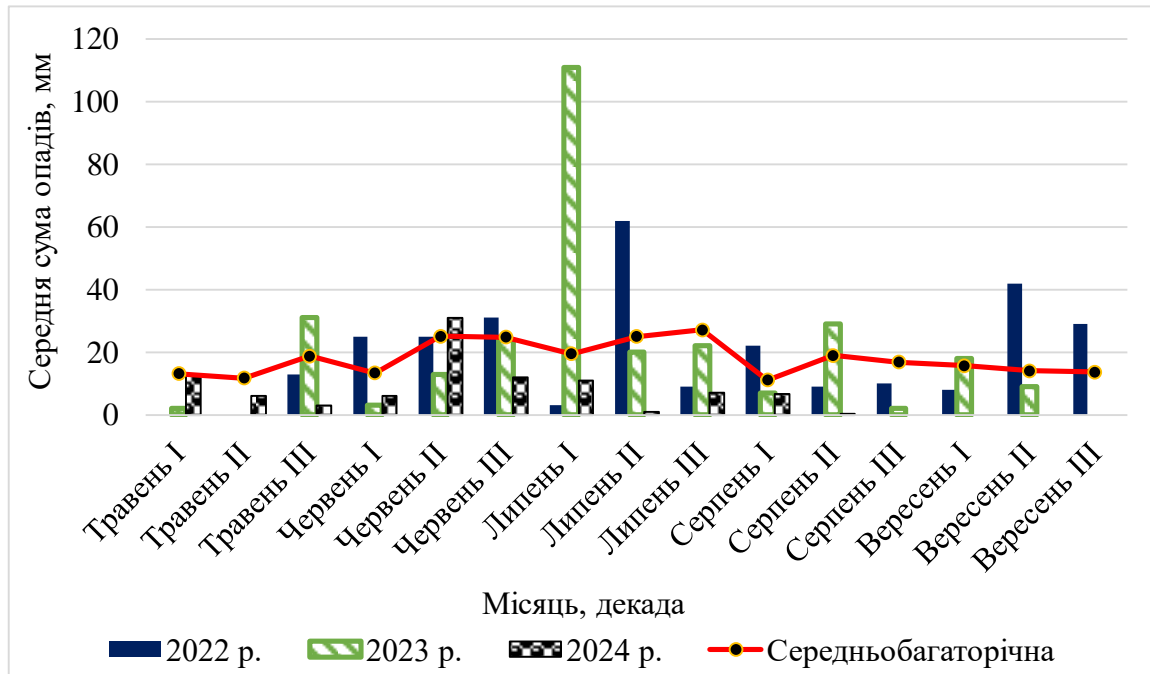


Рисунок 2.2 – Динаміка суми опадів за декадами місяців вегетаційного періоду соняшнику (травень–вересень), мм

За роки проведення досліджень, найбільша сума опадів припала на першу декаду липня 2023 року (111 мм), у той час як у другій декаді липня 2022 року цей показник дорівнював 62 мм, а найбільша сума опадів у 2024 році припала на другу декаду червня (31 мм).

За вегетаційний період 2022 року загальна кількість опадів склала 288 мм. Середньодобова температура становила 18,9 °С. Через російське вторгнення польові роботи на дослідному полі розпочались пізніше, сівбу соняшнику виконували в останні числа травня – першу декаду червня, а нерозміновані поля неподалік вплинули на розповсюдження багатоїдних шкідників, таких як озима совка та луговий метелик. Деякі рослини були уражені несправжньою борошнистою росою, сірою та білою гнилями. Найспекотнішим періодом вегетації з найменшою сумою опадів (3 мм) була

перша декада липня (24 °C), хоча в другій декаді липня сума опадів склала 62 мм при середньодобовій температурі 19,9 °C. Різко знизилась середньодобова температура на початку вересня до 12,2 °C при сумі опадів 8 мм.

За вегетаційний період соняшнику 2023 року загальна кількість опадів склала 290 мм. Середньодобова температура була 19,8 °C. Соняшник посіли в період другої та третьої декади травня при середньодобовій температурі 17,4 °C та +18,4 °C, відповідно. Сума опадів третьої декади травня склала 31 мм. Найбільше опадів випало в першій декаді липня (111 мм) при середньодобовій температурі 22,4 °C, що сприяло підвищенню урожайності насіння. Перша декада серпня була найспекотнішою із середньодобовою температурою 24,4 °C, при цьому сума опадів в цю декаду дорівнювала 7 мм. У вересні температура почала поступово знижуватись (18,2 °C у першій декаді та 15,8 °C у другій), а у третій декаді було різке її підвищення до 18,6 °C. Кількість опадів у першій та другій декадах вересня дорівнювали 18 мм та 9 мм відповідно, при цьому у третій декаді не було опадів.

Веgetаційний період 2024 року був найспекотнішим (середньодобова температура дорівнювала 21,7 °C) та з невеликою кількістю опадів (97 мм), що сприяло підвищенню вмісту олії в насінні соняшнику. Найбільше опадів випало в другій декаді червня (31 мм) при середньодобовій температурі 22,4 °C. Останні опади за вегетаційний період соняшнику випали в першій декаді серпня (6,7 мм) при середньодобовій температурі 22,1 °C. Найвища середньодобова температура була в другій декаді липня (28,3 °C), сума опадів у цей період дорівнювала 1 мм. Третя декада серпня та вересень були спекотними та посушливими. Середньодобова температура в третій декаді серпня дорівнювала 26,2 °C, після чого в наступному місяці температура поступово спадала (22,0; 21,2; 18,3 °C).

Отже, в роки досліджень погодні умови суттєво відрізнялись за температурним режимом та кількістю опадів, що уможливило виявлення

розмаху варіювання досліджених господарських ознак залежно від року досліджень та від генотипу на високому рівні достовірності.

2.2 Матеріал і методика польових і лабораторних досліджень

Як вихідний матеріал для створення гібридних комбінацій використано різноманітні в генетичному відношенні самозапилені лінії соняшнику.

1. Лінії робочої колекції, створені в лабораторії селекції та генетики соняшнику IP ім. В.Я. Юр'єва НААН: лінії-закріплювачі стерильності X 808 Б і X 1006 Б (лінолевий тип), X 83 Б і X 85 Б (олеїновий тип); лінії-стерильні аналоги Сх 1006 А, Сх 808 А, Сх 81 А та Сх 83 А; лінії-відновники фертильності пилку ХЗУ 3 В, ХЗУ 8 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В, ХЗУ 23 В, ХЗУ 30 В, ХЗУ 37 В, ХЗУ 39 В, X 1814 В та X 1817 В. Лінії-закріплювачі стерильності та їх лінії-стерильні аналоги в тексті дисертації позначено також терміном «лінії материнського типу».

2. Зразки Національного центру генетичних ресурсів рослин України з номерами інтродукції: IU 075134, IU 075135, IU 075136, IU 075137, IU 075138, IU 075139 (Іспанія). Зразки стійкі до вовчка, різняться за тривалістю вегетаційного періоду, вмістом олії в насінні, лінолевого і олеїнового типів.

Для виконання завдань досліджень здійснено п'ять дослідів.

Дослід 1. Дослідження вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику, стійких до вовчка (2022–2024 рр.). В умовах теплиці вивчено 18 ліній робочої колекції ліній соняшнику та шість ліній-зразків генофонду НЦГРРУ. Оцінювали ступінь ураження ліній вовчком. В польових умовах визначено середні значення та розмах варіювання цінних господарських ознак ліній. Польові дослідження проведено за загальноприйнятими методиками. Визначено загальну та специфічну комбінаційну здатність ліній за стійкістю до вовчка, для чого здійснено схрещування за схемою повних топкросів 16×4 (тестерні схрещування).

Дослід 2. Встановлення закономірностей успадкування стійкості соняшнику до нових рас вовчка в поколінні F_1 і донорських властивостей ліній за ознакою стійкості (2022–2024 рр.). Здійснено схрещування за неповною діалельною схемою 8×8 з використанням ліній, контрастних за стійкістю до вовчка, жирнокислотним складом олії, тривалістю вегетаційного періоду та іншими ознаками і показниками. Схрещування проводили на фертильній основі з використанням механічної кастрації материнських рослин. До схрещувань були включені нестійкі ліній-закріплювачі стерильності X 1006 Б, X 81 Б, X 83 Б і X 808 Б, та стійкі лінії-відновники фертильності IU 075134, IU 075135, IU 075136 і IU 075137.

Дослід 3. Встановлення закономірностей успадкування стійкості соняшнику до нових рас вовчка в поколінні F_2 (2021–2023 рр.). У 2021 році на фертильній основі за допомогою механічної кастрації квіток здійснювали схрещування між двома лініями-закріплювачами стерильності і трьома лініями-відновниками фертильності пилку селекції IP ім. В.Я. Юр'єва НААН. Як материнський компонент, використовували лінії-закріплювачі стерильності X 85 Б і X 808 Б, рослини яких запилювали пилком, зібраним на штучно ізольованих рослинах ліній-відновників фертильності пилку X 1814 В, X 1817 В і ХЗУ 10 В. Отримано насіння F_1 шести відновлених гібридних комбінацій, яке у 2023 році висівали в польових умовах та примусово самозапилювали з метою отримання насіння F_2 . Рослини F_2 оцінювали на стійкість до вовчка в умовах теплиці. Кількість облікових рослин варіювала від 17 до 35 F_1 , і від 104 до 109 для F_2 . Відповідність фактичного розщеплення теоретично очікуваному доводили за допомогою критерію χ -квадрат.

Дослід 4. Дослідження мінливості цінних господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка (2023–2024 рр.). У 2022 році на стерильній основі здійснювали схрещування між чотирма тестерами – лініями-стерильними аналогами (материнські компоненти) і 16-ма лініями відновниками фертильності пилку (чоловічі компоненти), отримано насіння

F₁ 64-х гібридних комбінацій. Отже здійснено схрещування за схемою повних топкросів 16×4 (тестерні схрещування). Випробування гібридних комбінацій та їх батьківських компонентів проводили за методикою попереднього сортовипробування на ділянках площею 7,7 м² у триразовій повторності.

Дослід 5. Дослідження особливостей успадкування стійкості соняшнику до вовчка та цінних господарських ознак у першому гібридному поколінні. Використовували показник «ступінь фенотипового домінування» (h_p) за стійкістю до вовчка, врожайністю насіння, тривалістю періоду «сходи–повна стиглість», масою 1000 насінин, вмістом олії в насінні, вмістом олеїнової кислоти в олії. Оцінювали 64 гібридні комбінації та 20 ліній – їх батьківських компонентів. У польових умовах лінії та гібриди вирощували за прийнятою в зоні проведення досліджень агротехнологією.

Для досліджень використовували насіння вовчка, зібране в популяції виду на промислових посівах соняшнику в Харківському районі Харківської області, на полях з суттєвим ураження паразитом, де ступінь ураження становив 8 і більше бульбочок на рослину.

Польові дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих у рослинництві методик [171]. Дослідні ділянки розміщували на полях селекційної сівозміни № 3 IP ім. В.Я. Юр'єва НААН. Попередник – ярі зернові. Зразки соняшнику (лінії, їх гібриди, покоління, що розщеплюються) висівали ручними селекційними саджалками з шириною міжряддя 70 см та відстанню між рослинами в рядку 25 см. Густану рослин формували шляхом ручної проривки у фазі першої–другої пари справжніх листків, у кожному гнізді залишали по одній рослині.

Площа ділянок у селекційних розсадниках становила від 4,2 до 8,8 м². Вибрані для схрещування рослини ліній стерильних аналогів та відновників фертильності пилку ізолювали парними або одинарними ізоляторами з агротканини. Механічну кастрацію трубчастих квіточок проводили шляхом видалення пиляків за допомогою медичного пінцету до їх виходу з квіточок (у ранкові години) з наступною ізоляцією кошиків. При збиранні насіння

ліній та рослин поколінь, що розщеплювалися, кожний кошик обмолочували в окремий пакет. Опис рослин ліній проводили за методикою Українського інституту експертизи сортів рослин [172].

Польові випробування F_1 гібридів та їх батьківських компонентів проводили у розсаднику попереднього сортовипробування на основі затверджених методик [173, 174]. Як стандарти, використовували гібриди селекції IP ім. В.Я. Юр'єва, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Гібрид Ярило використовували як стандарт для порівняння за цінними господарськими ознаками в групі гібридів, що показали повну відсутність ознак ураження вовчком (ступінь ураження вовчком 0,0 бульбочок). Гібрид Вирій використовували як стандарт у групі гібридів, що показали помірну стійкість до вовчка (ступінь ураження вовчком від 0,06 до 2,83 бульбочок). Гібрид Кадет використовували як стандарт у групі гібридів з середнім та високим вмістом олеїнової кислоти в олії.

У польових дослідах проводили такі спостереження і дослідження. Відмічали фазу сходів рослин при появі на поверхні ґрунту сім'ядоль. Фазу цвітіння відмічали при розкритті хоча б однієї язичкової квітки на кошику. Початок фази відмічали при спостереженні її у 10 % рослин, повну фазу – у 75 % рослин. Фазу повної стиглості визначали за кольором кошика, коли на ділянці залишалось приблизно 10-15 % рослин з жовтими кошиками, а решта набувала жовто-бурого та бурого кольору та була сухою. У фазу повного цвітіння визначали кількість листків на рослині шляхом підрахунку. На тих самих рослинах визначали площу листкової поверхні [175].

Після цвітіння вимірювали висоту рослин за допомогою мірної лінійки, від поверхні ґрунту до нижньої частини кошика. Через 30 діб після цвітіння вимірювали діаметр кошика, за допомогою мірної рулетки.

Для визначення вмісту олії в насінні та маси 1000 насінин, після очищення насіння від домішок і висушування відбирали робочу пробу з кожної облікової ділянки. Масу 1000 насінин визначали згідно з ДСТУ 4138-

2002 [176]. Вміст олії в насінні визначали в лабораторії імунітету, біотехнології та якості інституту методом ядерно-магнітного резонансу на приладі Oxford instruments MQC-5 згідно ДСТУ ISO 10565. Для аналізу вмісту олії відбирали насіння з вільно запилених рослин.

Склад жирних кислот визначали в лабораторії фізіології та біохімії інституту на газовому хроматографі «Селміхром 1» за модифікованою методикою Пейскера [177]. Визначали вміст семи основних жирних кислот. У дисертаційній роботі наведено дані за однією з них – олеїновою кислотою, яка має найбільше господарське значення. Для аналізу жирнокислотного складу олії відбирали насіння з рослин, ізольованих під час цвітіння одинарними ізоляторами, виготовленими з агроволокна.

Для визначення врожайності насіння збирали на кожній ділянці шляхом суцільного зрізування кошиків з наступним обмолотом. Вагу насіння з ділянки перераховували на тонни з гектара та приводили до стандартної вологості (10 %) за допомогою коефіцієнта вологості.

Оцінку зразків на стійкість до вовчка проводили на експериментальній базі IP ім. В.Я. Юр'єва НААН в умовах теплиці [178]. Висівали насіння зразків соняшнику врожаю 2022 року (лінії-батьківські компоненти гібридів, F₁ гібриди, зразки-диференціатори стійкості) і насіння зразків соняшнику врожаю 2023 року (лінії-батьківські компоненти гібридів, F₁ гібриди, гібридні популяції F₂, зразки-диференціатори стійкості). Насіння зразків висівали в пластикові стакани об'ємом 0,5 л з інфікованою ґрунтовою сумішшю (2 г суміші насіння вовчка на 5 кг ґрунту). Необхідні параметри для розвитку вовчка: температура повітря +24...+28 °С; відносна вологість повітря 70...80%; 16-ти годинний період освітленості; регулярний полив. Облік кількості бульбочок паразита проводили через 40 діб після сівби насіння соняшнику. Для цього рослини виймали з ґрунту й промивали у воді. Ураження вовчком визначали візуально, шляхом підрахунку кількості бульбочок паразита на корінні кожної рослини, що оцінювали. Обчислювали

ступінь ураження шляхом поділу суми бульбочок паразиту на всіх рослинах зразка на загальну кількість рослин зразка, що оцінювали.

Як стандарт сприйнятливості до вовчка використовували лінію Х 2111 Б, яка не має генів стійкості до вовчка. Для визначення расового складу вовчка використовували загальновідомий у світовій селекційній практиці диференціатор стійкості – лінію LC 1003 В (номер Національного каталогу НЦГРРУ UE0101210), яка стійка до раси Е, і F₁ гібрид Ярило селекції ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, стійкий до раси F вовчка.

2.3 Методики статистичної обробки експериментальних даних

Експериментальні дані, отримані за цінними господарськими ознаками гібридів соняшнику та їх батьківських компонентів, аналізували за допомогою методу дисперсійного аналізу. Достовірність різниці між варіантами досліду визначали на 5%-вому рівні істотності. Статистичні параметри (критерій Фішера F, НІР, середню арифметичну та її помилку, коефіцієнт варіації V) обчислювали за загальноприйнятими методиками [179]. Ознаку вважали зі слабкою варіацією, якщо V було меншим ніж 10 %, із середньою варіацією, якщо V більше 10 % і менше 20 %, і з високою варіацією, якщо V перевищувала 20 %.

У першому гібридному поколінні F₁ визначали ступінь фенотипового домінування (h_p) цінних господарських ознак за формулою В.А. Griffing [180]:

$$h_p = (F_1 - M_p) / (B_p - M_p),$$

де F₁ – прояв ознаки в першому гібридному поколінні; M_p – середнє арифметичне значення між проявом ознаки обох батьківських компонентів гібрида; B_p – прояв ознаки батьківського компонента з кращим рівнем вираження ознаки. Для більшості ознак за кращий рівень вираження вважали більше значення. Для ступеня ураження вовчком за краще вираження вважали більшу стійкість, тобто менший ступінь ураження. Для ТПСПС за

краще вираження вважали менше вираження ознаки, тобто ранньостиглість. Інтерпретацію значень h_p здійснювали за G.M. Veil [et al.] [181]: позитивне наддомінування ($h_p > +1$), часткове позитивне домінування ($+0,5 < h_p \leq +1,0$), проміжне успадкування ($-0,5 \leq h_p \leq +0,5$), часткове негативне домінування ($-1 \leq h_p < -0,5$), негативне наддомінування (депресія) ($h_p < -1$).

У другому гібридному поколінні F_2 аналізували розщеплення рослин на два класи за ураженням вовчком («стійкі» – «нестійкі»), та перевіряли відповідність фактичного розщеплення теоретично очікуваному за допомогою критерію χ -квадрат [182]. За стійкі вважали рослини, на яких не було визначено ознак ураження паразитом, або кількість бульбочок дорівнювала одній штуці (рис. 2.1). До умовно стійких віднесено рослини, на яких визначено від двох до чотирьох бульбочок паразита. Групу стійких та умовно стійких об'єднували в один клас. За нестійкі вважали такі рослини, на яких визначено п'ять і більше бульбочок вовчка.



Рисунок 2.3 – Рослина соняшнику з однією бульбочкою вовчка на корінні.

Фото автора.

Загальну і комбінаційну здатність визначали за алгоритмом, викладеним В.А. Griffing [183]. Аналіз генетичних властивостей ліній і обчислювання компонентів генетичної дисперсії проводили з використанням алгоритму В.І. Науман [184]. Оскільки частина рослин, що оцінювали, не мала ознак ураження вовчком (відсутні бульбочки паразита на корінні), для проведення статистичної обробки до значення ознаки «0,0 бульбочок вовчка на рослині» додавали 0,01, що не вплинуло на результати, але дало змогу отримати коректні дані.

Використовували пакет «Аналіз даних» ліцензійної комп'ютерної програми «Microsoft Office Excel».

Викладені в розділі 2 матеріали опубліковано в наукових працях: [130, 131, 132, 137, 138].

Висновки до розділу 2

1. Грунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень сприятливі для росту соняшнику та забезпечують отримання високої урожайності та якості насіння.

2. Агрометеорологічні умови років проведення польових досліджень були типовими для місця проведення досліджень, а варіювання погодних умов за роками дозволило встановити стабільні закономірності мінливості цінних господарських ознак гібридів соняшнику та їх батьківських компонентів.

3. Дослідження виконано на матеріалі робочої колекції самозапилених ліній соняшнику IP ім. В. Я. Юр'єва НААН, зразків НЦГРРУ та створених на їх основі відновлених фертильних гібридів.

3. Використані методики польових і лабораторних випробувань відповідають меті та основним задачам досліджень. Статистичний аналіз дав змогу оцінити отримані експериментальні дані на високому рівні достовірності.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ СОНЯШНИКА ДО ВОВЧКА (*OROBANCHE CUMANA WALLR.*)

Дослідження науковців ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, спрямовані на пошук та вивчення джерел стійкості до вовчка для гетерозисної селекції соняшнику, розпочато у 60-ті роки ХХ століття. Ці роботи пов'язані з ім'ям В.Г. Вольфа, який підкреслював труднощі створення самозапилених ліній із вдалим поєднанням високої комбінаційної здатності за господарськими ознаками та стійкості до вовчка [185]. Шляхом схрещування існуючих сортів та колекційних зразків соняшнику з однорічними і багаторічними дикими видами роду *Helianthus* науковці виділили джерела стійкості до основних збудників хвороб соняшнику та до вовчка. Як результат, у 80-ті роки в інституті було створено новий вихідний матеріал для селекції гібридів соняшнику [186]. На його основі було отримано широке різноманіття самозапилених ліній, з високою продуктивністю та високим вмістом олії в насінні, стійких до збудників основних хвороб та гербіцидів певних хімічних груп, різноманітних за вмістом жирних кислот і тривалістю вегетаційного періоду, адаптованих до місцевих погодно-кліматичних умов [187]. На тлі постійної еволюції вовчка, новий селекційний матеріал піддавали безперервному добору стійких до паразита біотипів, виділяли джерела та донори стійкості. Під час планування досліджень за темою дисертаційної роботи та добору лінійного матеріалу ми спиралися на досягнення лабораторії селекції та генетики соняшнику та колекцію зразків соняшнику НЦГРРУ [184; 188, 189,190].

3.1 Оцінка самозапилених ліній соняшнику за стійкістю до вовчка

Для виконання завдань дисертаційної роботи, упродовж 2021–2024 рр. оцінено 995 ліній (субліній), 272 гібрида F_1 і 589 рослин покоління, що

розщеплюються (табл. 3.1). Загальна кількість зразків, що оцінювали, варіювала від 396 у 2024 році до 752 у 2021 році.

Таблиця 3.1 – Обсяги оцінки ураження соняшнику вовчком в умовах теплиці.

Рік випробування	Проаналізовано зразків, шт.			
	ліній (субліній)	гібридів F ₁	рослин поколінь, що розщеплюються	загальна кількість
2021 рік	566	16	170	752
2023 рік	275	110	323	708
2024 рік	154	146	96	396
2021–2024 рр.	995	272	589	1856

Середній за роками ступінь ураження варіював від $1,25 \pm 0,099$ у 2024 році до $3,12 \pm 0,128$ у 2023 році, з розмахом варіювання від 0,00 (мінімальний ступінь ураження щороку) до 20,11 бульбочок у 2021 році (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Ефективність оцінки ураження соняшника вовчком в умовах теплиці.

Рік випробування	Ступінь ураження вовчком, шт.			Кількість зразків					
	сер.	мін.	макс.	стійких		помірно стійких		нестійких	
				шт.	%	шт.	%	шт.	%
2021 рік	$1,38 \pm 0,087$	0,00	20,11	247	32,8	428	56,9	77	10,2
2023 рік	$3,12 \pm 0,128$	0,00	17,44	97	13,7	391	55,2	220	31,1
2024 рік	$1,25 \pm 0,099$	0,00	10,89	120	30,3	233	58,8	43	10,8
2021–2024 рр.	$2,02 \pm 0,067$	0,00	20,11	464	25,0	1052	56,7	340	18,3

Створений інфекційний фон був ефективним для поділу зразків на групи за ступенем ураження вовчком. Серед оцінених упродовж 2021–2024 рр. зразків виявлено стійких (0 бульбочок) 464 шт., або 25,0 % від загальної кількості проаналізованих зразків. 1052 зразки, або 56,7 %, були слабо ураженими (від однієї до чотирьох бульбочок на рослину).

До нестійких (п'ять і більше бульбочок на рослину) в середньому за роки досліджень віднесено 340 зразків, або 18,3 %. Максимальний ступінь ураження становив 20,11 бульбочок у 2021 році; 17,44 у 2023 році; 10,89 у 2024 році. Отже створений фон вовчка забезпечив достатню інфекційну навантаженість для визначення нестійких зразків.

Загалом, 81,7 % від залучених до роботи зразків було визнано перспективними для подальших досліджень, використання в селекційній практиці та у виробництві, завдяки їх високій та помірній стійкості до вовчка.

Особливу увагу привернули нові лінії – зразки Національного центру генетичних ресурсів рослин України, заявлені як стійкі до вірулентних рас вовчка, або перспективні до використання за комплексом інших цінних господарських ознак. Група зразків з номерами інтродукції IU 075133, IU 075134, IU 075135, IU 075136, IU 075137, IU 075138 та IU 075139 продемонструвала високу стійкість до вовчка на великому обсязі оцінених рослин, від 79 до 89 рослин залежно від лінії (табл. 3.3). Визначено 100 %-ву ураженість рослин нестійкого стандарту – лінії X 2111 Б. Ступінь ураження цієї лінії становив 15,3 бульбочок, що свідчить про високу навантаженість інфекційного фону. У середньому за два роки встановлено найменшу кількість уражених рослин у лінії IU 075135 – 2,53 % від загальної кількості оцінених рослин. Відповідно, ця лінія показала найменший ступінь ураження вовчком, який дорівнював 0,03 бульбочки. Щодо інших ліній, за зростанням відсотку уражених рослин вони розташувалися таким чином: IU 075134 – 8,14 %; IU 075139 – 17,2 %; IU 075137 – 22,1 %; IU 075138 – 41,4 %; IU 075136 – 49,4 %.

Таблиця 3.3 – Ураження вовчком ліній-відновників фертильності пилку соняшнику – зразків НЦГРРУ, умови теплиці, насіння врожаю 2022–2023 рр.

№ інтродукції	Загальна кількість рослин, що оцінювали, шт.	Кількість уражених рослин, %	Загальна кількість бульбочок, шт.	Ступінь ураження, шт.
IU 075134	86	8,14	9	0,10
IU 075135	79	2,53	2	0,03
IU 075136	89	49,4	93	1,04
IU 075137	86	22,1	36	0,42
IU 075138	87	41,4	99	1,14
IU 075139	87	17,2	20	0,23
X 2111 Б ст.	63	100,0	964	15,3
LC 1003 В ст.	55	100,0	473	8,60
X 1814 В ст.	79	1,27	1	0,01

За ступенем ураження, наведені лінії були набагато кращими за диференціатор стійкості до раси E – лінію LC 1003 В, і навіть у лінії IU 075136 з відсотком уражених рослин 46,4 % середній ступінь ураження становив 1,04 бульбочки (проти 8,60 у лінії LC 1003 В). Інші лінії за зростанням ступеня ураження розташувалися таким чином: IU 075135 – 0,03; IU 075134 – 0,10; IU 075139 – 0,23; IU 075137 – 0,42; IU 075138 – 1,14. Враховуючи ступінь ураження стандарту стійкості до раси F – лінії X 1814 В, який становив 0,01, найбільш вірулентну расу в складі дослідженої популяції вовчка визначено як расу F, а лінії IU 075134, IU 075135, IU 075137 та IU 075139 віднесено до групи стійких до вовчка раси F. Лінії IU 075136 та IU 075138 віднесено до групи ліній з помірною стійкістю до вовчка раси F.

В умовах теплиці оцінювали лінії-відновники фертильності пилку з підвищеним вмістом окремих ізомерів токоферолів (табл. 3.4). Відсоток уражених рослин цих ліній варіював від 66,7 до 100,0 %, а ступінь ураження від 2,14 до 6,78 бульбочок. Через високий ступінь ураження ці лінії було визнано нестійкими до вовчка.

Таблиця 3.4 – Ураження вовчком ліній соняшнику – зразків НЦГРРУ, джерел підвищеного вмісту окремих ізомерів токоферолів, умови теплиці, насіння врожаю 2021 і 2023 рр.

Лінія	Номер Національного каталогу	Уражених вовчком рослин, %	Ступінь ураження, шт.
Л2022-23	UE0101439	80,0	3,90
Л2022-25	UE0101440	100,0	5,50
Л2022-26	UE0101441	77,8	4,56
Л2022-31	UE0101442	75,0	6,88
Л2022-33	UE0101443	66,7	3,33
Л2022-35	UE0101444	85,7	2,14
Л2022-37	UE0101445	66,7	2,56
Л2022-39	UE0101446	66,7	3,33
Л2022-41	UE0101447	100,0	6,78
Л2022-43	UE0101448	88,9	5,89

Високу стійкість до вовчка мали нові лінії-відновники фертильності пилку робочої колекції лабораторії (табл. 3.5). Загальна кількість рослин, що оцінювали, варіювала в межах від 113 до 136 рослин для кожної лінії. У середньому за два роки встановлено найменшу кількість уражених рослин у лінії ХЗУ 22 В, а саме 1,61 % від загальної кількості оцінених рослин. Відповідно, ця лінія показала найменший ступінь ураження вовчком, який дорівнював 0,02 бульбочки. Інші лінії, за зростанням відсотку уражених рослин, розташувалися наступним чином: ХЗУ 3 В – 1,77 %; ХЗУ 8 В – 3,68 %; ХЗУ 39 В – 3,88 %; ХЗУ 37 В – 4,72 %; Х 1817 В – 10,7 %; ХЗУ 10 В – 12,1 %; ХЗУ 30 В – 25,8 %; ХЗУ 23 В – 35,5 %.

Лінії з великим відсотком уражених рослин показали і відносно великий ступінь ураження, який проте не перевищив 1,00 бульбочок. Зокрема, ступінь ураження лінії ХЗУ 23 В був 0,77; ступінь ураження лінії

ХЗУ 30 В становив 0,43. Інші лінії за зростанням ступеня ураження розташувалися таким чином: ХЗУ 3 В і ХЗУ 22 В – 0,02; ХЗУ 8 В – 0,04; ХЗУ 39 В – 0,04; ХЗУ 37 В – 0,05; Х 1817 В – 0,11; ХЗУ 10 В – 0,14; ХЗУ 30 В – 0,43; ХЗУ 23 В – 0,77 бульбочок.

Таблиця 3.5 – Ураження вовчком ліній-відновників фертильності пилку в умовах теплиці, насіння врожаю 2022–2023 рр.

Лінія	Загальна кількість оцінених рослин, шт.	Кількість уражених рослин, %	Загальна кількість бульбочок, шт.	Ступінь ураження, шт.
Х 1817 В	131	10,7	15	0,11
ХЗУ 3 В	113	1,77	2	0,02
ХЗУ 8 В	136	3,68	5	0,04
ХЗУ 10 В	116	12,1	16	0,14
ХЗУ 22 В	124	1,61	2	0,02
ХЗУ 23 В	124	35,5	96	0,77
ХЗУ 30 В	132	25,8	57	0,43
ХЗУ 37 В	127	4,72	6	0,05
ХЗУ 39 В	129	3,88	5	0,04

Таким чином, за ступенем ураження вовчком, який був на рівні ступеня ураження стандарту стійкості Х 1814 В, лінії Х 1817 В, ХЗУ 3 В, ХЗУ 8 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В, ХЗУ 23 В, ХЗУ 37 В, ХЗУ 30 В і ХЗУ 39 В визнано стійкими до раси F вовчка (менше однієї бульбочки вовчка на рослину).

В умовах теплиці оцінювали стійкість до вовчка ліній материнського типу (табл. 3.6). Загальна кількість рослин, що оцінювали, варіювала в межах від 89 до 91 рослини для кожної лінії. Відсоток уражених рослин цих ліній варіював від 62,0 до 91,0 %, а ступінь ураження від 2,15 до 5,78 бульбочок. Через високий ступінь ураження ці лінії було визнано нестійкими до вовчка.

Відносно менше уражувалися лінії Сх 83 А і Х 85 А, кількість уражених рослин яких становила 77,0 і 62,0 %, а ступінь ураження 2,18 і 2,15, відповідно. Кількість уражених рослин інших ліній, що оцінювали, становила: Сх 1006 А – 91,0 %; Сх 808 А – 87,5 %; Сх 81 А – 86,8 %. Ступінь ураження становив: Сх 1006 А – 4,40; Сх 808 А – 5,73; Сх 81 А – 4,20 бульбочок.

Таблиця 3.6 – Ураження вовчком ліній материнського типу в умовах теплиці, насіння врожаю 2022–2023 рр.

Лінія	Загальна кількість оцінених рослин, шт.	Кількість уражених рослин, %	Загальна кількість бульбочок, шт.	Ступінь ураження, шт.
Сх 1006 А	89	91,0	392	4,40
Сх 808 А	90	87,5	516	5,73
Сх 81 А	91	86,8	382	4,20
Сх 83 А	89	77,7	194	2,18
Х 85 Б	91	62,0	196	2,15

Таким чином, на великому обсязі проаналізованого лінійного матеріалу доведено високу ефективність оцінки ураження соняшника вовчком раси F в умовах теплиці. За оцінки попередньо відібраного за стійкістю та цінними господарськими ознаками селекційного матеріалу, відсоток нестійких рослин (п'ять і більше бульбочок вовчка на одній рослині) у середньому за три роки досліджень склав 18,3 %. Отже 81,7 % від залучених до роботи ліній, гібридів та рослин поколінь, що розщеплюються, визнано перспективними для подальших досліджень, використання в селекційній практиці та у виробництві, завдяки їх високій та помірній стійкості до вовчка.

Установлено суттєву різницю між самозапиленими лініями за стійкістю до раси F вовчка. Кількість уражених вовчком рослин ліній, що показали

ступінь ураження вовчком від 0,01 до 1,14 бульбочок, варіювала від 1,6 до 41,4 % від загальної кількості проаналізованих рослин цих ліній. Кількість уражених вовчком рослин ліній, що показали ступінь ураження вовчком від 2,14 до 6,88 бульбочок, варіювала від 62,0 до 100,0 % від загальної кількості проаналізованих рослин цих ліній.

Виділено лінії-відновники фертильності пилку, стійкі до раси F вовчка, ступінь ураження їх не перевищував одну бульбочку на рослину, отже були на рівні ступеня ураження лінії X 1814 В – стандарту стійкості: ІU 075134, ІU 075135, ІU 075137, ІU 075139, X 1817 В, ХЗУ 3 В, ХЗУ 8 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В, ХЗУ 37 В і ХЗУ 39 В. Помірно стійкими до вовчка можна вважати лінії ІU 075136 і ІU 075138, зі ступенями ураження 1,04 і 1,14 бульбочок, відповідно. Лінії материнського типу Сх 1006 А, Сх 808 А, Сх 81 А, Сх 83 А і Х 85 Б визначено як нестійкі, через їх високий ступінь ураження вовчком; 4,40; 5,73; 4,20; 2,18 і 2,15 бульбочок, відповідно.

3.2 Рівень прояву цінних господарських ознак самозапилених ліній соняшнику

Самозапилені лінії-батьківські компоненти гібридів повинні мати цінні господарські властивості, зокрема високу насінневу продуктивність, оптимальну тривалість вегетаційного періоду та архітектоніку рослини, стійкість до збудників основних хвороб соняшнику та вовчка. Селекціонеру важливо мати колекцію ліній з широким різноманіттям за комплексом ознак, що розширює можливості добору [185]. Перевагу віддають генотипам, що поєднують принаймні дві цінні господарські ознаки, які задовольняють цілі певної селекційної програми [191].

Середні значення та розмах варіювання цінних господарських ознак різнилися залежно від року випробування та лінії. Середня за лініями-відновниками фертильності пилку, стійкими до вовчка (див. табл. 3.3 і табл. 3.5) висота рослини становила $111,7 \pm 4,23$ см і $107,0 \pm 3,30$ см у 2023 і

2024 році, відповідно; середній діаметр кошика $12,0 \pm 0,76$ і $10,7 \pm 0,49$ см; ТПСПС $99,0 \pm 1,17$ і $105,4 \pm 1,57$ діб; урожайність насіння $0,73 \pm 0,122$ і $1,18 \pm 0,086$ т/га; маса 1000 насінин $30,9 \pm 2,91$ і $33,5 \pm 2,49$ г; вміст олії в насінні $40,6 \pm 1,07$ і $50,2 \pm 1,41$ %; вміст олеїнової кислоти в олії $29,1 \pm 4,46$ і $33,0 \pm 4,36$ % (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Середні значення та розмах варіювання господарських ознак ліній-відновників фертильності пилку соняшнику, стійких до вовчка

Ознака	Рік	$\bar{X} \pm s$	Розмах варіювання		V, %
			min	max	
Висота рослини, см	2023	$111,7 \pm 4,23$	89,4	148,3	15,2
	2024	$107,0 \pm 3,30$	85,7	138,2	12,3
Діаметр кошика, см	2023	$12,0 \pm 0,76$	9,4	18,6	25,6
	2024	$10,7 \pm 0,49$	8,3	14,8	18,5
ТПСПС, діб	2023	$99,0 \pm 1,17$	92,0	107,0	4,7
	2024	$105,4 \pm 1,57$	92,0	116,0	5,9
Урожайність насіння, т/га	2023	$0,73 \pm 0,122$	0,23	1,65	66,7
	2024	$1,18 \pm 0,086$	0,69	2,01	29,1
Маса 1000 насінин, г	2023	$30,9 \pm 2,91$	17,5	51,1	37,6
	2024	$33,5 \pm 2,49$	20,2	56,6	29,8
Вміст олії в насінні, %	2023	$40,6 \pm 1,07$	33,3	47,8	10,5
	2024	$50,2 \pm 1,41$	36,7	59,5	11,2
Вміст олеїнової кислоти в олії, % до суми кислот	2023	$29,1 \pm 4,46$	18,0	86,9	61,2
	2024	$33,0 \pm 4,36$	18,3	84,9	52,9

Висота рослини, залежно від лінії та року випробувань, варіювала від 85,7 до 148,3 см; діаметр кошика від 8,3 до 18,6 см; ТПСПС від 92,0 до 116,0 діб; урожайність насіння від 0,23 до 2,01 т/га; маса 1000 насінин від

17,5 до 56,6 г; вміст олії в насінні від 33,3 до 59,5 %; вміст олеїнової кислоти в олії від 18,0 до 86,9 %.

За величинами коефіцієнтів варіації V , до ознак із середньою мінливістю між лініями-відновниками фертильності пилку віднесено висоту рослини (V дорівнює 15,2 і 12,3 % у 2023 і 2024 році, відповідно); діаметр кошика (25,6 і 18,5 %); вміст олії в насінні (10,5 і 11,2 %). За врожайністю насіння (66,7 і 29,1 %), масою 1000 насінин (37,6 і 29,8 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (61,2 і 52,9 %) мінливість визнано значною. Статистично, за ТПСПС, мінливість за лініями визнано слабкою (V дорівнює 4,7 і 5,9 %), хоча біологічно межі варіювання ознаки (від 92 до 116 діб) досить суттєві для поділу ліній принаймні на дві групи стиглості: ультраранню (ТПСПС до 100 діб) і ранньостиглу (ТПСПС від 101 до 115 діб).

Висота рослини, усереднена за лініями материнського типу, нестійкими до вовчка (див. табл. 3.6), становила $122,3 \pm 5,71$ см і $104,1 \pm 3,05$ см у 2023 і 2024 році, відповідно; середній діаметр кошика $16,8 \pm 0,76$ і $14,1 \pm 0,21$ см; ТПСПС $104,6 \pm 2,62$ і $107,8 \pm 3,28$ діб; урожайність насіння $1,42 \pm 0,29$ і $1,39 \pm 0,15$ т/га; маса 1000 насінин $37,7 \pm 2,87$ і $43,5 \pm 2,64$ г; кількість листків на рослині $31,6 \pm 1,63$ і $30,8 \pm 1,38$ шт.; площа листкової поверхні $51,4 \pm 2,55$ і $35,3 \pm 3,68$ дм²; вміст олії в насінні $45,1 \pm 2,82$ і $53,0 \pm 1,68$ %; вміст олеїнової кислоти в олії $47,1 \pm 14,6$ і $49,3 \pm 13,7$ % (табл. 3.8).

Висота рослини, залежно від лінії та року випробувань, варіювала від 92,3 до 143,0 см; діаметр кошика від 13,5 до 19,0 см; ТПСПС від 96,0 до 115,0 діб; урожайність насіння від 0,27 до 1,88 т/га; маса 1000 насінин від 29,5 до 49,5 г; кількість листків на рослині від 27,8 до 36,0 шт.; площа листкової поверхні від 26,4 до 61,0 дм²; вміст олії в насінні від 34,9 до 55,9 %; вміст олеїнової кислоти в олії від 19,3 до 87,2 %. Рівень прояву морфологічних ознак був вищим у 2023 році, ознак продуктивності і вмісту олеїнової кислоти – у 2024 році.

Таблиця 3.8 – Середні значення та розмах варіювання господарських ознак ліній материнського типу

Ознака	Рік	$\bar{X} \pm s$	Розмах варіювання		V, %
			min	max	
Висота рослини, см	2023	122,3±5,71	108,2	143,0	10,4
	2024	104,1±3,05	92,3	108,8	6,6
Діаметр кошика, см	2023	16,8±0,76	15,0	19,0	10,1
	2024	14,1±0,21	13,5	14,7	3,3
ТПСПС, діб	2023	104,6±2,62	99,0	112,0	5,6
	2024	107,8±3,28	96,0	115,0	6,8
Урожайність насіння, т/га	2023	1,42±0,293	0,27	1,88	46,2
	2024	1,39±0,149	0,86	1,73	24,0
Маса 1000 насінин, г	2023	37,7±2,87	29,5	46,3	17,1
	2024	43,5±2,64	35,3	49,5	13,6
Кількість листків на рослині, шт.	2023	31,6±1,63	28,0	36,0	11,5
	2024	30,8±1,38	27,8	35,3	10,0
Площа листкової поверхні, дм ²	2023	51,4±2,55	46,3	61,0	11,1
	2024	35,3±3,68	26,4	47,8	23,3
Вміст олії в насінні, %	2023	45,1±2,82	34,9	50,6	14,0
	2024	53,0±1,68	46,5	55,9	7,1
Вміст олеїнової кислоти в олії, % до суми кислот	2023	47,1±14,6	19,3	85,5	69,5
	2024	49,3±13,7	22,7	87,2	62,4

За величинами коефіцієнтів варіації V, до ознак із середньою мінливістю між лініями материнського типу віднесено масу 1000 насінин (37,6 і 29,8 %) і площу листкової поверхні (11,1 і 23,3 %). За висотою рослини (1,4 і 6,6 %), діаметром кошика (10,1 і 3,3 %), ТПСПС (5,6 і 6,8 %), кількістю листків на рослині (11,5 і 10,0 %) і вмістом олії в насінні (14,0 і 7,1 %) мінливість визнано слабкою та середньою. За врожайністю насіння (46,2 і 24,0 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (69,5 і 62,4 %) мінливість

визнано значною. Подібно до ліній-відновників фертильності пику, за ТПСПС, мінливість за материнськими лініями визнано слабкою, хоча з біологічної точки зору межі варіювання ознаки (від 96 до 115 діб) досить суттєві для поділу ліній принаймні на дві групи стиглості: ультраранню (ТПСПС до 100 діб) і ранньостиглу (ТПСПС від 101 до 115 діб).

Загалом слід визнати, що розмах варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності в ліній достатньо повно репрезентує різноманіття соняшника, адаптованого до умов вирощування в зоні досліджень, і дозволяє отримати велику кількість унікальних гібридних комбінацій.

Відомо, що врожайність ліній материнського типу має велике значення на ділянках розмноження ліній-батьківських компонентів та на ділянках гібридизації. Проте, висока врожайність материнської лінії не є запорукою її високої комбінаційної здатності за цією ознакою, а низька – не суперечить можливості отримати гібридні комбінації з високими показниками продуктивності. Крім того, низькопродуктивна лінія може мати унікальні властивості, які ставлять її на перше місце серед інших ліній за окремими ознаками чи показниками. До таких ліній належить лінія Сх 81 А, стійка до гербіцидів групи сульфонілсечовин. Використання спеціальних гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин, сприяє надійному захисту посівів цієї культури від дводольних бур'янів у післясходовий період [192]. Врожайність насіння використаної нами лінії Сх 81 А була найнижчою серед материнських ліній і становила 0,27 і 0,86 т/га у 2023 і 2024 році, відповідно. Проте за участю цієї лінії, стійкої до гербіцидів групи сульфонілсечовин, отримано низку трилінійних гібридних комбінацій, які сформували досить високу врожайність на контролі та за обробки гербіцидом Голд Стар при нормах внесення 30 і 50 г/га (табл. 3.9). Зокрема в умовах 2021 року найвищу врожайність насіння в контролі забезпечили гібриди (Сх 81 А × Х 82 Б) × Х 201 В (2,31 т/га) і (Сх 51 А × Х 81 Б) × Х 201 В (2,36 т/га).

Найменше зниження врожайності за обробки гербіцидом зафіксовано за вирощування гібрида (Сх 81 А × Х 82 Б) × Х 201 В (−0,26 т/га), що не виходило за межі НР₀₅. В умовах 2022 року, найвищу врожайність насіння в контролі забезпечив гібрид Сх 51 А / Х 81 Б // Х 201 В (1,89 т/га).

Таблиця 3.9 – Мінливість врожайності насіння трилінійних гібридів соняшнику за обробки гербіцидом Голд Стар, т/га

Гібрид (В)	Врожайність насіння за варіантами досліду (А)				± до контролю	
	контроль		обробка Голд Стар			
	2021 рік	2022 рік	2021 рік	2022 рік	2021 рік	2022 рік
(Сх81А×Х82Б) × Х201В	2,31	1,50	2,05	1,00	−0,26	−0,50
(Сх51А ×Х81Б) × Х201В	2,36	1,89	1,25	0,74	−1,11	−1,15
(Сх1006А × Х81Б) × Х201В	2,16	1,45	1,53	0,77	−0,63	−0,68
(Сх1008А × Х81Б) × Х201В	2,21	1,60	1,49	0,98	−0,72	−0,62
(Сх779А × Х81Б) × Х201В	1,90	1,70	1,38	0,36	−0,52	−1,34
Середнє за гібридами	2,19	1,63	1,54	0,77	−0,65	−0,86
НР ₀₅ для фактора А	0,28/0,18*					
НР ₀₅ для фактора В	0,44/0,29*					
НР ₀₅ для факторів АВ	0,62/0,40*					
Примітка 1. Норма внесення гербіциду у 2021 році 50 г/га. Примітка 2. Норма внесення гербіциду у 2022 році 35 г/га. Примітка 3. *) – 2021 рік/2022 рік.						

Таким чином, доведено, що середні значення та розмах варіювання цінних господарських ознак ліній різнилися залежно від року випробування та лінії. За значеннями коефіцієнту варіації V , для ліній-відновників фертильності пилку найбільша мінливість установлена за врожайністю насіння (61,2 і 52,9 %), для ліній материнського типу за врожайністю насіння (46,2 і 24,0 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (69,5 і 62,4 %). Розмах варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності у ліній достатньо повно репрезентує різноманіття соняшника, представлене в зоні досліджень.

3.3 Комбінаційна здатність самозапиленних ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику за цінними господарськими ознаками

Запорука успіху роботи зі створення гетерозисних гібридів соняшнику – точна оцінка генетичних властивостей батьківських компонентів, зокрема їх комбінаційної здатності за ознаками продуктивності та іншими ознаками, які пов'язані з врожайністю [193]. Для визначення комбінаційної здатності проведено схрещування 16-ти ліній-відновників фертильності пилку, стійких до вовчка (див. табл. 3.3, табл. 3.5) з чотирма лініями-тестерами, нестійкими до вовчка, але з низкою цінних господарських ознак (див. табл. 3.8).

Статистична обробка експериментальних даних довела 1) суттєві ($p < 0,05$) відмінності між вивченими гібридами за всіма ознаками та між лініями-батьківськими компонентами за загальною і специфічною комбінаційною здатністю; 2) перевагу адитивних ефектів генів над неадитивними, оскільки значення середніх квадратів ЗКЗ переважають над середніми квадратами СКЗ (додаток В, табл. В.1).

Лінії залежно від ознаки та від року досліджень продемонстрували різні рівні ефектів ЗКЗ. За ступенем ураження вовчком, нас у першу чергу цікавили ті лінії, які продемонстрували ефекти ЗКЗ суттєво менші за середню ЗКЗ (0,00). До таких ліній віднесено: Х 1814 В ($-0,88^2$ і $-1,50^2$) у 2023 і 2024 році, відповідно); Х 1817 В ($-0,91^2$ і $-1,43^2$); ХЗУ 3 В ($-0,99^2$ і $-1,67^2$); ХЗУ 8 В ($-0,83^2$ і $-1,04^2$); ХЗУ 10 В ($-0,75^2$ і $-1,03^2$); ХЗУ 22 В ($-1,12^2$ і $-1,61^2$) (табл. 3.10).

Слід відмітити, що низький ступінь ураження лінії вовчком не є запорукою її високої комбінаційної за стійкістю. Яскравим прикладом є лінія ХЗУ 37 В, зі ступенем ураження вовчка 0,05 (див. табл. 3.5), і високим ступенем ураження в гібридах (ЗКЗ дорівнювала $3,95^1$ і $4,52^1$) у 2023 і 2024 році, відповідно).

Таблиця 3.10 – Ефекти ЗКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань

Лінія	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
X 1814 В	-0,88 ²⁾	-1,50 ²⁾	1,01 ¹⁾	3,01 ¹⁾	-8,38 ²⁾	-5,42 ²⁾	-0,33	-0,22	-1,33 ²⁾	-1,57 ²⁾	12,27 ¹⁾	9,00 ¹⁾
X 1817 В	-0,91 ²⁾	-1,43 ²⁾	4,42 ¹⁾	4,18 ¹⁾	-0,70	-1,26	-0,06	0,28	-0,37	-0,13	-3,61	-0,13
ХЗУ 3 В	-0,99 ²⁾	-1,67 ²⁾	-1,58 ²⁾	-0,66 ²⁾	-5,39 ²⁾	-4,97 ²⁾	0,10	0,01	-2,53 ²⁾	-3,07 ²⁾	4,04	3,25
ХЗУ 8 В	-0,83 ²⁾	-1,04 ²⁾	2,09 ¹⁾	2,68 ¹⁾	-0,86	-1,47	-0,40	-0,17	0,69 ¹⁾	0,92 ¹⁾	1,74	4,07 ¹⁾
ХЗУ 10 В	-0,75 ²⁾	-1,03 ²⁾	1,01 ¹⁾	0,93 ¹⁾	-2,54	-0,62	0,05	-0,14	0,53	0,35	6,06 ¹⁾	7,04 ¹⁾
ХЗУ 22 В	-1,12 ²⁾	-1,61 ²⁾	0,17	-0,91 ²⁾	1,57	1,58	0,40	0,33	2,34 ¹⁾	2,51 ¹⁾	-7,99 ²⁾	-6,63 ²⁾
ХЗУ 23 В	1,00 ¹⁾	3,24 ¹⁾	1,26 ¹⁾	1,26 ¹⁾	4,13 ¹⁾	2,17	0,78 ¹⁾	0,39	-0,84 ²⁾	-0,99 ²⁾	2,14	2,71
ХЗУ 30 В	0,97 ¹⁾	2,93 ¹⁾	-1,25 ²⁾	-1,24 ²⁾	-1,93	-0,92	1,09 ¹⁾	0,91 ¹⁾	0,24	0,51	1,06	-2,45
ХЗУ 37 В	3,95 ¹⁾	4,52 ¹⁾	-5,16 ²⁾	-6,24 ²⁾	-2,28	-2,27	-0,23	-0,30	-1,82 ²⁾	-1,66 ²⁾	-2,02	-1,67
ХЗУ 39 В	1,83 ¹⁾	1,62 ¹⁾	-4,08 ²⁾	-7,41 ²⁾	-0,88	0,38	-0,15	-0,24	-1,09 ²⁾	-0,49	-0,52	-1,95
НІР ₀₅ порівняння з середнім ефектом ЗКЗ (0,00)	0,75	1,00	0,86	0,59	3,02	2,65	0,56	0,40	0,66	0,69	5,39	3,40
НІР ₀₅ попарного порівняння	1,10	1,46	1,25	0,86	4,42	3,86	0,82	0,59	0,96	1,00	7,87	4,97

Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ.
Примітка 2. ²⁾ - ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ

Подібну закономірність спостерігали для ліній: ХЗУ 23 В (ступінь ураження 0,77, ефекти ЗКЗ $1,00^{1)}$ і $3,24^{1)}$; ХЗУ 30 В (ступінь ураження 0,43, ефекти ЗКЗ $0,97^{1)}$ і $2,93^{1)}$; ХЗУ 39 В (ступінь ураження 0,04, ефекти ЗКЗ $1,83^{1)}$ і $1,62^{1)}$). Виходячи з величин ЗКЗ, які не змінювалися за роками досліджень, найкращими за ранньостиглістю були лінії: ХЗУ 3 В ($-1,58^{2)}$ і $-0,66^{2)}$; ХЗУ 30 В ($-1,25^{2)}$ і $-1,24^{2)}$; ХЗУ 37 В ($-5,16^{2)}$ і $-6,24^{2)}$; ХЗУ 39 В ($-4,08^{2)}$ і $-7,41^{2)}$. Найбільш ранньостиглими були гібриди з лініями ХЗУ 37 В і ХЗУ 39 В, оскільки різниця між ефектами ЗКЗ за ТПСПС цих ліній та інших ліній тестерної схеми перевищувала величину HP_{05} ($0,86$ і $0,59$ у 2023 і 2024 році, відповідно). Низькорослістю характеризувалися гібриди з лінією Х 1814 В ($-8,38^{2)}$ і $-5,42^{2)}$ і ХЗУ 3 В ($-1,58^{2)}$ і $-0,66^{2)}$. Великим діаметром кошика характеризувалися гібриди з лінією ХЗУ 30 В ($1,09^{1)}$; $0,91^{1)}$). Висока ЗКЗ за кількістю листків на рослині була притаманна лініям ХЗУ 8 В ($0,69^{1)}$ і $0,92^{1)}$ і ХЗУ 22 В ($2,34^{1)}$ і $2,51^{1)}$, за площею листової поверхні лінії ХЗУ 10 В ($6,06^{1)}$ і $7,04^{1)}$).

Серед ліній-зразків НЦГРРУ, найкращими за стійкістю до вовчка були гібриди з лінією ІУ 075137 (ефекти ЗКЗ $-0,91^{2)}$ і $-0,34^{2)}$) (табл. 3.11). Ефекти ЗКЗ інших ліній були середніми. Найбільш ранньостиглими, особливо в умовах 2024 року, були гібриди з лінією ІУ 075134 ($-0,75^{2)}$ і $-2,07^{2)}$). Кращими за низькорослістю можна вважати лінії ІУ 075138 ($-6,44^{2)}$ і $-2,97^{2)}$ і ІУ 075139 ($-9,01^{2)}$ і $-6,06^{2)}$). Лінії-зразки генофонду сприяли формуванню гібридами середнього або невеликого кошика. За кількістю листків на рослині, високими ефектами ЗКЗ характеризувалися лінії: ІУ 075134 ($1,74^{1)}$ і $2,01^{1)}$; ІУ 075135 ($1,26^{1)}$ і $1,30^{1)}$; ІУ 075139 ($1,67^{1)}$ і $2,23^{1)}$). За площею листової поверхні, не виділено ліній цієї групи зі стабільно високими за роками ефектами ЗКЗ.

Установлено, що висока ЗКЗ ліній за ознаками «кількість листків на рослині» і «площа листової поверхні рослини» не збігаються. Отже, лінія може формувати в гібридах велику кількість листків, які будуть, як можна очікувати з величин ефектів ЗКЗ, дрібними, а сумарна площа листової поверхні – середня або невелика. Приклад – гібриди з лінією ІУ 075134.

Таблиця 3.11 – Ефекти ЗКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику – зразків НЦГРРУ, за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань

№ інтродукції зразка	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
IU 075134	-0,61	-0,87	-0,75	-2,07 ²⁾	1,42	-0,37	-0,63 ²⁾	-0,07	1,74 ¹⁾	2,01 ¹⁾	-8,74 ²⁾	-5,28 ²⁾
IU 075135	-0,64	-1,00	1,17 ¹⁾	0,68 ¹⁾	3,27 ¹⁾	3,48 ¹⁾	0,52	0,29	1,26 ¹⁾	1,30 ¹⁾	-1,51	-7,28 ²⁾
IU 075136	0,48	-0,78	0,59	1,34 ¹⁾	12,47 ¹⁾	9,89 ¹⁾	-0,38	-0,49 ²⁾	0,01	-0,24	-1,74	2,23
IU 075137	-0,91 ²⁾	-0,34	-0,41	0,18	15,54 ¹⁾	8,86 ¹⁾	-0,01	-0,05	-0,50	-1,29 ²⁾	-3,71	-4,59 ²⁾
IU 075138	0,07	-0,67	-0,82	3,68 ¹⁾	-6,44 ²⁾	-2,97 ²⁾	-0,76 ²⁾	-0,20	0,00	-0,41	-3,07	-0,22
IU 075139	-0,68	-0,37	2,34 ¹⁾	0,59 ¹⁾	-9,01 ²⁾	-6,06 ²⁾	0,01	-0,34	1,67 ¹⁾	2,23 ¹⁾	5,61 ¹⁾	1,88
НІР ₀₅ порівняння з середнім ефектом ЗКЗ (0,00)	0,75	1,00	0,86	0,59	3,02	2,65	0,56	0,40	0,66	0,69	5,39	3,40
НІР ₀₅ попарного порівняння	1,10	1,46	1,25	0,86	4,42	3,86	0,82	0,59	0,96	1,00	7,87	4,97
Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ. Примітка 2. ²⁾ - ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.												

Також встановлено різні варіанти поєднання високої ЗКЗ ліній за тривалістю вегетаційного періоду та висотою рослини. Зокрема лінія ХЗУ 3 В поєднує високу ЗКЗ за ранньостиглістю та низькорослістю; лінії ХЗУ 30 В, ХЗУ 37 В і ХЗУ 39 В за ранньостиглістю і середньорослістю.

За врожайністю насіння, кращою була лінія ХЗУ 22 В (ЗКЗ склала 0,25¹ і 0,22¹) у 2023 і 2024 році, відповідно) (табл. 3.12). Ця сама лінія мала високу ЗКЗ за масою 1000 насінин (2,08¹ і 4,85¹). Отже, лінія ХЗУ 22 В, яка формує найвищу врожайність насіння в гібридах, формує і найбільшу масу 1000 насінин. Теж саме стосується лінії ІУ 075135 в умовах 2023 року. Проте, в досліді зафіксовано й протилежну тенденцію. Наприклад, гібридам з лінією ХЗУ 3 В притаманна найменша маса 1000 насінин, але середня та найбільша врожайність насіння. В цілому, між ЗКЗ за врожайністю насіння і масою 1000 насінин не встановлено позитивного зв'язку. Подібні результати отримані нами раніше на кондитерському соняшнику [194], але не збігаються з повідомленнями інших дослідників [195, 196].

У спекотних умовах 2024 року порівняно велику врожайність формували гібриди з лініями Х 1817 В (0,16¹), ХЗУ 3 В (0,22¹) і ХЗУ 30 В (0,17¹). У більш сприятливих погодних умовах 2023 року порівняно велику врожайність формували гібриди з лініями ІУ 075134 (0,17¹) і ІУ 075135 (0,28¹). За вмістом олії в насінні, найбільш високу ЗКЗ за два роки мали лінії: ХЗУ 37 В (2,25¹ і 1,91¹), ІУ 075134 (2,26¹ і 1,17¹), ІУ 075135 (2,29¹ і 2,92¹), ІУ 075139 (1,97¹ і 2,25¹).

Селекціонери завжди приділяють особливу увагу лініям-батьківським компонентам з високою СКЗ на фоні низької та середньої ЗКЗ – для тих ознак, які повинні проявити в гібридах максимальний рівень, або на фоні високої ЗКЗ – для тих ознак, які повинні проявити в гібридах мінімальний рівень. За ступенем ураження вовчком, високі константи СКЗ в наших дослідженнях продемонстрували лінії ХЗУ 37 В (7,18 і 6,93) і ХЗУ 39 В (4,42 і 8,08) (табл. 3.13), з високими ефектами ЗКЗ за даною ознакою (див. табл. 3.10).

Таблиця 3.12 – Ефекти ЗКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за ознаками продуктивності, тестерна схема схрещувань

Лінія	Урожайність насіння, т/га		Маса 1000 насінин, г		Вміст олії в насінні, %	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
X 1814 В	-0,11	0,08	-1,88 ²⁾	-1,50	0,00	1,20 ¹⁾
X 1817 В	0,13	0,16 ¹⁾	-1,25	-1,04	-2,80 ²⁾	-2,57 ²⁾
ХЗУ 3 В	0,09	0,22 ¹⁾	-3,70 ²⁾	-3,50 ²⁾	0,24	0,20
ХЗУ 8 В	0,08	0,07	-1,41	-3,30 ²⁾	0,26	-0,02
ХЗУ 10 В	-0,06	0,08	-2,35 ²⁾	-2,09 ²⁾	-0,02	0,01
ХЗУ 22 В	0,25 ¹⁾	0,22 ¹⁾	2,08 ¹⁾	4,85 ¹⁾	-3,33 ²⁾	-3,67 ²⁾
ХЗУ 23 В	-0,20 ²⁾	-0,13 ²⁾	1,41	3,35 ¹⁾	0,09	0,53
ХЗУ 30 В	0,02	0,17 ¹⁾	-0,48	-4,39 ²⁾	0,18	0,03
ХЗУ 37 В	-0,33 ²⁾	-0,36 ²⁾	1,18	3,30 ¹⁾	2,25 ¹⁾	1,91 ¹⁾
ХЗУ 39 В	-0,08	-0,27 ²⁾	1,11	1,91	1,34 ¹⁾	-0,02
ІУ 075134	0,17 ¹⁾	0,07	0,37	-1,01	2,26 ¹⁾	1,17 ¹⁾
ІУ 075135	0,28 ¹⁾	-0,01	4,02 ¹⁾	-0,22	2,29 ¹⁾	2,92 ¹⁾
ІУ 075136	0,09	0,02	1,37	2,08	-0,39	-1,58 ²⁾
ІУ 075137	-0,14	-0,16 ²⁾	1,26	3,48 ¹⁾	-3,06 ²⁾	-1,43 ²⁾
ІУ 075138	-0,08	-0,03	0,50	0,95	-1,30	-0,93
ІУ 075139	-0,11	-0,14 ²⁾	-2,24 ²⁾	-2,88 ²⁾	1,97 ¹⁾	2,25 ¹⁾
НІР ₀₅ порівняння з середнім	0,15	0,13	1,74	2,09	1,33	1,01
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,22	0,19	2,55	3,05	1,94	1,48
Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ. Примітка 2. ²⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.						

За висотою рослини і ТПСПС подібні закономірності не встановлені. Високі константи СКЗ на фоні низьких ефектів ЗКЗ продемонстрували лінії: за діаметром кошика – ХЗУ 8 В (константи СКЗ дорівнюють 0,45 і 0,29) і ІУ 075134 (0,32 і 0,36) (табл. 3.14); за кількістю листків – ХЗУ 10 В (1,19 і 1,07), ХЗУ 23 В (0,97 і 0,55), ІУ 075134 (0,90 і 0,83), ІУ 075139 (1,37 і 0,43).

Таблиця 3.13 – Константи СКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань.

Лінія	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
X 1814 В	0,00	0,00	6,47	1,67	0,00	3,03	0,29	0,03	0,14	0,51	85,04	27,68
X 1817 В	0,00	0,00	2,52	1,78	1,97	1,44	0,00	0,35	0,01	0,04	0,00	0,00
XЗУ 3 В	0,00	0,00	3,49	0,83	12,81	0,59	0,00	0,00	0,24	0,00	2,65	0,10
XЗУ 8 В	0,02	0,55	0,92	3,07	0,47	3,90	0,45	0,29	0,49	0,00	9,66	10,67
XЗУ 10 В	0,00	0,00	4,58	3,45	2,59	0,00	0,08	0,00	1,19	1,07	0,00	0,00
XЗУ 22 В	0,00	0,00	4,12	4,00	0,00	1,08	0,00	0,00	1,79	2,66	15,48	37,37
XЗУ 23 В	0,03	2,30	2,45	3,63	17,48	8,50	0,11	0,00	0,97	0,55	0,00	10,71
XЗУ 30 В	1,00	4,66	2,00	2,05	14,30	3,30	0,76	0,44	0,73	0,09	42,19	11,72
XЗУ 37 В	7,18	6,93	1,63	3,76	5,31	9,21	0,00	0,00	0,00	0,11	57,03	39,16
XЗУ 39 В	4,42	8,08	0,96	32,27	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,07	49,18	17,29
Середня константа	0,99	1,75	3,81	4,51	8,65	4,87	0,14	0,12	0,65	0,44	19,66	11,82

Таблиця 3.14 – Константи СКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику – зразків НЦГРРУ, за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань

№ інтродукції зразка	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листкової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
IU 075134	0,00	0,61	3,88	0,68	31,52	25,53	0,32	0,36	0,90	0,83	0,00	3,71
IU 075135	0,00	0,67	3,78	2,37	1,89	2,86	0,00	0,32	0,00	0,05	12,80	25,98
IU 075136	1,60	0,00	0,00	3,12	10,26	12,68	0,00	0,01	0,58	0,42	13,23	4,70
IU 075137	0,00	3,94	5,23	0,50	10,98	5,07	0,09	0,06	0,00	0,21	3,60	0,00
IU 075138	1,56	0,00	15,81	6,25	13,74	0,00	0,03	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00
IU 075139	0,00	0,29	3,15	2,67	15,03	0,77	0,18	0,00	1,37	0,43	23,72	0,00
Середня константа	0,99	1,75	3,81	4,51	8,65	4,87	0,14	0,12	0,65	0,44	19,66	11,82

За площею листової поверхні, високі константи СКЗ на фоні середніх ефектів ЗКЗ продемонстрували лінії ХЗУ 37 В (57,03 і 39,16) і ХЗУ 39 В (49,18 і 17,29). За врожайністю насіння, виділено лінію ХЗУ 23 В з високими константами СКЗ (0,21 і 0,25) (табл. 3.15) на фоні низьких ефектів ЗКЗ.

Таблиця 3.15 – Константи СКЗ ліній-відновників фертильності пилку соняшнику за ознаками продуктивності, тестерна схема схрещувань

Лінія	Урожайність насіння, т/га		Маса 1000 насінин, г		Вміст олії в насінні, %	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Х 1814 В	0,11	0,00	2,62	1,25	4,52	0,01
Х 1817 В	0,00	0,00	0,97	0,18	0,98	0,31
ХЗУ 3 В	0,03	0,03	4,57	0,76	0,00	0,00
ХЗУ 8 В	0,02	0,01	1,82	0,00	0,00	0,00
ХЗУ 10 В	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,44
ХЗУ 22 В	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00
ХЗУ 23 В	0,21	0,25	45,59	35,11	1,65	0,16
ХЗУ 30 В	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,25
ХЗУ 37 В	0,03	0,02	5,05	3,39	0,00	0,00
ХЗУ 39 В	0,02	0,02	4,28	0,00	4,01	3,17
ІУ 075134	0,04	0,03	2,32	2,99	0,00	0,33
ІУ 075135	0,02	0,01	0,14	8,35	2,32	0,03
ІУ 075136	0,00	0,00	1,78	2,97	0,00	0,00
ІУ 075137	0,00	0,00	0,00	0,00	4,78	0,60
ІУ 075138	0,03	0,02	0,00	4,01	0,86	1,94
ІУ 075139	0,00	0,02	7,62	0,00	1,09	0,95
Середня	0,04	0,03	4,82	3,69	1,26	0,51

За вмістом олії в насінні, виділено лінію ІU 075137, з високими константами СКЗ (4,78 і 0,60) і низькими ефектами ЗКЗ. Ці лінії формують у гібридах невисоку врожайність і низький вміст олії в насінні, але здатні проявляти в окремих гібридних комбінаціях високий рівень прояву цих ознак. За масою 1000 насінин подібні закономірності не встановлені.

В якості тестерів зазвичай використовують лінії з високими значеннями ЗКЗ, які є батьківськими компонентами районованих або перспективних гібридів. У наших дослідженнях тестерами залучали лінії-стерильні аналоги, нестійкі до вовчка, але з високою (або низькою, залежно від ознаки) комбінаційною здатністю за різними цінними ознаками, які використовуються як батьківські компоненти комерційних гібридів або таких, що рекомендовано до поширення. За даними таблиці 3.16, серед ліній-тестерів, враховуючи величину $НІР_{05}$ для ознаки «ступінь ураження вовчком», менш уражені гібриди формувала лінія Сх 1006 А. Ця лінія також була найкращою за ТПСПС, оскільки мала стабільну найнижчу ЗКЗ за цією ознакою ($-3,81^{2)}$ і $-5,09^{2)}$). Найбільш уражені були гібриди з лінією Сх 81 А ($0,52^{1)}$ і $0,17^{1)}$), що дещо несподівано враховуючі що ця лінія показала найменший ступінь ураження вовчком (див. табл. 3.6).

Найнижчі гібриди формувала лінія Сх 83 А (ЗКЗ дорівнює $-0,43^{2)}$; $-2,79^{2)}$). Крупність кошиків у гібридах не залежала від материнського компоненту, оскільки не виділено ліній з високою ЗКЗ за цією ознакою. Велику кількість листків і велику площу листової поверхні формували гібриди з лінією Сх 83 А. Це доведено стабільно високими величинами ЗКЗ за кількістю листків ($1,99^{1)}$ і $1,89^{1)}$ і площею листової поверхні ($3,77^{1)}$ і $3,86^{1)}$). Для гібридів з лінією Сх 1006 А притаманна низька кількість листків (ЗКЗ дорівнює $-1,27^{2)}$ і $-0,86^{2)}$), а площа листової поверхні від великої ($1,26^{1)}$ до середньої ($-0,32$). Стабільно низька кількість листків мають гібриди з лінією Сх 808 А ($-0,67^{2)}$ і $-1,04^{2)}$), також як і найменша площа листової поверхні ($-7,80^{2)}$ і $-4,40^{2)}$).

Таблиця 3.16 – Ефекти ЗКЗ ліній-тестерів соняшнику за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань

Лінія	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Сх 1006 А	-0,77 ²⁾	-0,37	-3,81 ²⁾	-5,09 ²⁾	-1,08	0,44	0,15	0,18	-1,27 ²⁾	-0,86 ²⁾	1,26 ¹⁾	-0,32
Сх 808 А	0,08	0,20	3,65 ¹⁾	5,89 ¹⁾	2,77 ¹⁾	1,06	-0,07	0,18	-0,67 ²⁾	-1,04 ²⁾	-7,80 ²⁾	-4,40 ²⁾
Сх 81 А	0,52 ¹⁾	0,17	0,46 ¹⁾	-0,37 ²⁾	1,09	1,30 ¹⁾	-0,33 ²⁾	-0,51 ²⁾	-0,06	0,01	2,77 ¹⁾	0,86
Сх 83 А	0,17	0,00	-0,31	-0,43 ²⁾	-2,79 ²⁾	-2,79 ²⁾	0,25	0,14	1,99 ¹⁾	1,89 ¹⁾	3,77 ¹⁾	3,86 ¹⁾
НІР ₀₅ порівняння з середнім ефектом ЗКЗ (0,00)	0,34	0,45	0,38	0,26	1,35	1,18	0,25	0,18	0,30	0,31	2,41	1,52
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,55	0,73	0,63	0,43	2,21	1,93	0,41	0,30	0,48	0,50	3,94	2,48
НІР ₀₅ порівняння ліній і тестерів	0,87	1,15	0,99	0,68	3,49	3,06	0,65	0,47	0,76	0,79	6,22	3,93
Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ.												
Примітка 2. ²⁾ - ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.												

Виділено дві лінії з контрастними ефектами ЗКЗ за врожайністю насіння: Сх 808 А (0,24¹⁾ і 0,23¹⁾) і Сх 81 А (–0,21²⁾ і –0,18²⁾) (табл. 3.17). Лінія Сх 83 А показала стабільно високі ефекти ЗКЗ за масою 1000 насінин (1,13¹⁾ і 2,35¹⁾). Інші лінії формували в гібридах масу 1000 насінин від малої до середньої. Підтверджено тенденцію про відсутність додатної залежності між рівнем врожайності і масою 1000 насінин.

Високою ЗКЗ за вмістом олії в насінні характеризувалася лінія Сх 1006 А (1,15¹⁾ і 1,32¹⁾) і лінія Сх 808 А (1,82¹⁾ і 1,04¹⁾).

Таблиця 3.17 – Ефекти ЗКЗ ліній-тестерів соняшнику за ознаками продуктивності, тестерна схема схрещувань.

Лінія	Урожайність насіння, т/га		Маса 1000 насінин, г		Вміст олії в насінні, %	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Сх 1006 А	–0,04	–0,07 ²⁾	0,48	0,83	1,15 ¹⁾	1,32 ¹⁾
Сх 808 А	0,24 ¹⁾	0,23 ¹⁾	–2,23 ²⁾	–0,71	1,82 ¹⁾	1,04 ¹⁾
Сх 81 А	–0,21 ²⁾	–0,18 ²⁾	0,61	–2,47 ²⁾	–0,66 ²⁾	–0,51 ²⁾
Сх 83 А	0,00	0,02	1,13 ¹⁾	2,35 ¹⁾	–2,32 ²⁾	–1,84 ²⁾
НІР ₀₅ порівняння з середнім	0,07	0,06	0,78	0,93	0,59	0,45
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,11	0,09	1,27	1,53	0,97	0,74
НІР ₀₅ порівняння ліній і тестерів	0,17	0,15	2,01	2,41	1,54	1,17
Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ. Примітка 2. ²⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.						

Лінія Сх 808 А, яка виходячи високого ефекту ЗКЗ за ТПСПС формує найбільш пізньостиглі гібриди (див. табл. 3.16), мала і високі константи СКЗ

за цією ознакою, які дорівнювали 4,11 і 8,16 у 2023 і 2024 році, відповідно (табл. 3.18). Високі константи СЗК притаманні лінії Сх 83 А за висотою рослини, що вказує на те, що серед низькорослих гібридів з її участю можливо отримання високорослих. За діаметром кошика та кількістю листків подібні закономірності не встановлені. За площею листків на рослині виділено лінію Сх 808 А, з високими константами СКЗ (35,92 і 13,54) і низькими ефектами ЗКЗ.

За врожайністю насіння, виділено лінію Сх 1006 А, яка на фоні середніх ефектів ЗКЗ мала високі константи СКЗ (0,06 і 0,05), чим доведено високу врожайність насіння окремих гібридів з її участю (табл. 3.19). За вмістом олії в насінні, подібну тенденцію встановлено для лінії Сх 81 А, константи СКЗ якої дорівнювали 1,61 і 0,71.

Таким чином, лінії-тестери характеризувалися різноманіттям за рівнем ефектів ЗКЗ і констант СКЗ. Це дало підстави використовувати їх для визначення комбінаційної здатності самозапилених ліній за різними ознаками. Наприклад, самозапилені лінії, які покажуть низьку врожайність з лінією Сх 808 А, слід вилучити з подальшого використання в якості батьківських компонентів високоврожайних гібридів. За стійкістю до вовчка, загалом всі лінії, які запропоновані в якості тестерів, перспективні для виявлення нестійких батьківських компонентів, через їх здебільшого середні ефекти ЗКЗ за цією ознакою. Для виявлення самозапилених ліній, не здатних формувати в першому гібридному поколінні ранньостиглі комбінації, краще використовувати лінію Сх 1006 А. З метою добору ліній, які в гібридних комбінаціях формують кошики великого розміру, краще використовувати лінію-тестер Сх 808 А; формують велику площу листової поверхні – лінії-тестери Сх 1006 А і Сх 808 А; формують велику площу листової поверхні та велику масу 1000 насінин – лінію-тестер Сх 83 А; високий вміст олії в насінні – лінії тестери Сх 1006 А і Сх 808 А.

Таблиця 3.18 – Константи СКЗ ліній-тестерів соняшнику за біологічними та морфологічними ознаками, тестерна схема схрещувань

Лінія	Ступінь ураження вовчком, шт.		ТПСПС, діб		Висота рослини, см		Діаметр кошика, см		Кількість листків, шт.		Площа листової поверхні рослини, дм ²	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Сх 1006 А	1,37	2,38	1,57	3,40	1,13	3,52	0,00	0,09	0,60	0,75	16,43	17,56
Сх 808 А	0,84	1,93	4,11	8,16	10,34	0,00	0,28	0,12	0,93	0,36	35,92	13,54
Сх 81 А	0,37	0,24	4,74	3,32	8,33	7,39	0,10	0,09	0,30	0,24	10,48	2,40
Сх 83 А	0,90	1,50	4,79	3,15	13,63	6,49	0,00	0,09	0,70	0,29	3,66	5,52
Середня	0,87	1,51	3,81	4,51	8,36	4,35	0,10	0,10	0,63	0,41	16,62	9,76

Таблиця 3.19 – Константи СКЗ ліній-тестерів соняшнику за ознаками продуктивності, тестерна схема схрещувань

Лінія	Урожайність насіння, т/га		Маса 1000 насінин, г		Вміст олії в насінні, %	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Сх 1006 А	0,06	0,05	11,27	7,05	0,08	0,58
Сх 808 А	0,01	0,02	7,22	1,35	0,51	0,00
Сх 81 А	0,04	0,01	0,00	2,15	1,61	0,71
Сх 83 А	0,03	0,02	0,17	0,38	1,11	0,30
Середня	0,03	0,03	4,67	2,73	0,83	0,40

Викладені в розділі 3 матеріали опубліковано в наукових працях: [128, 129, 130, 132, 138, 191, 197].

Висновки до розділу 3

1. Доведено високу інфекційність фону вовчка та сприятливість створених у теплиці умов для росту і розвитку як соняшника, так і вовчка. Визначено 100 %-ву ураженість рослин нестійкого стандарту лінії X 2111 Б, ступінь ураження цієї лінії становив 15,3 бульбочок. Рослини диференціатору стійкості до раси E вовчка лінії LC 1003 В були уражені на 100 %, ступінь ураження цієї лінії становив 8,60 бульбочок. Рослини диференціатору стійкості до раси F вовчка лінії X 1814 В були уражені на 1,27 %, ступінь ураження цієї лінії становив 0,01 бульбочки. Враховуючи отримані дані, найбільш вірулентною в складі дослідженої популяції вовчка визначено расу F.

2. Установлено, що серед оцінених упродовж 2021–2024 рр. 1856-ти зразків вихідного та селекційного матеріалу соняшнику (ліній, субліній, гібридів, рослин поколінь що розщеплюються) виявлено стійких (0 бульбочок) 464 шт., або 25,0 % від загальної кількості проаналізованих зразків. 1052 зразки, або 56,7 %, були слабо ураженими (від однієї до чотирьох бульбочок на рослину). До нестійких (п'ять і більше бульбочок на рослину) в середньому за роки досліджень віднесено 340 зразків, або 18,3 %. Максимальний ступінь ураження становив 20,1 бульбочок у 2021 році; 17,4 у 2023 році; 10,9 у 2024 році.

3. Доведено суттєву різницю між самозапиленими лініями за стійкістю до раси F вовчка. Виділено лінії-відновники фертильності пилку, які за ступенем ураження вовчком визначено як джерела стійкості до вовчка раси F: IU 075134 (ступінь ураження вовчком дорівнює 0,10 бульбочок), IU 075135 (0,03), IU 075137 (0,42), IU 075139 (0,23), X 1817 В (0,11), ХЗУ 3 В

(0,02), ХЗУ 8 В (0,04), ХЗУ 10 В (0,14), ХЗУ 22 В (0,02), ХЗУ 23 В (0,77), ХЗУ 30 В (0,43), ХЗУ 37 В (0,05) і ХЗУ 39 В (0,04). Лінії ІУ 075136 й ІУ 075138 віднесено до групи лінії, помірно стійких до вовчка раси F. Їх ступінь ураження становив 1,04; 1,14 бульбочок, відповідно. Серед проаналізованих ліній материнського типу не виявлено стійких до дослідженої популяції вовчка %. Ступінь ураження становив: Сх 1006 А – 4,40; Сх 808 А – 5,73; Сх 81 А – 4,20; Сх 83 А – 2,18; Х 85 Б – 2,15 бульбочок.

4. Доведено, що розмах варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності у ліній достатньо повно репрезентує різноманіття соняшника, представлене в зоні досліджень. З'ясовано, що лінії-відновники фертильності пилку соняшнику, стійкі до вовчка, різняться за рівнем прояву цінних господарських ознак. Зокрема, висота рослини, залежно від лінії та року випробувань, варіювала від 85,7 до 148,3 см; діаметр кошика від 8,3 до 18,6 см; ТПСПС від 92,0 до 116,0 діб; урожайність насіння від 0,23 до 2,01 т/га; маса 1000 насінин від 17,5 до 56,6 г; вміст олії в насінні від 33,3 до 59,5 %; вміст олеїнової кислоти в олії від 18,0 до 86,9 %. Лінії-відновники фертильності пилку найбільшим чином різнилися за врожайністю насіння (коефіцієнт варіації V дорівнює 66,7 і 29,1 % у 2023 і 2024 році, відповідно), масою 1000 насінин (37,6 і 29,8 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (61,2 і 52,9 %). Розмах варіювання ТПСПС від 92 до 116 діб визнано досить суттєвим для поділу ліній на різні групи стиглості.

5. Лінії материнського типу, нестійкі до вовчка, мають межі варіювання цінних господарських ознак: висота рослини від 92,3 до 143,0 см; діаметр кошика від 13,5 до 19,0 см; ТПСПС від 96 до 115 діб; урожайність насіння від 0,27 до 1,88 т/га; маса 1000 насінин від 29,5 до 49,5 г; площа листової поверхні від 26,4 до 61,0 дм². За врожайністю насіння (V дорівнює 46,2 і 24,0 %) і вмістом олеїнової кислоти в олії (69,5 і 62,4 %) мінливість визнано значною. Розмах варіювання ТПСПС від 96 до 115 діб визнано досить суттєвим для поділу ліній на різні групи стиглості.

6. За використання лінії Сх 81 А в якості батьківського компоненту в складі простих стерильних гібридів – материнських компонентів відновлених трилінійних гібридних комбінацій, отримано досить високу врожайність на контролі та за обробки гербіцидом Голд Стар при нормах внесення 30 і 50 г/га. Найменше зниження врожайності за обробки гербіцидом зафіксовано за гібридною комбінацією (Сх 81 А × Х 82 Б) × Х 201 В (–0,26 т/га).

7. Доведено суттєві ($p < 0,05$) відмінності між вивченими гібридами за всіма ознаками; суттєві ($p < 0,05$) відмінності між лініями-батьківськими компонентами за загальною і специфічною комбінаційною здатністю; перевагу адитивних ефектів генів над неадитивними в успадкуванні ознак. Рівні ефектів ЗКЗ і констант СКЗ різнилися залежно від ознаки та за роками досліджень.

8. Визначено лінії-відновники фертильності пилку, гібриди з якими згідно з величинами ефектів ЗКЗ кращі за цінними господарськими ознаками. За ступенем ураження вовчком, ефекти ЗКЗ, суттєво менші за середню (0,00), продемонстрували лінії Х 1814 В (–0,88²) і –1,50²) у 2023 і 2024 році, відповідно); Х 1817 В (–0,91²) і –1,43²); ХЗУ 3 В (–0,99²) і –1,67²); ХЗУ 8 В (–0,83²) і –1,04²); ХЗУ 10 В (–0,75²) і –1,03²); ХЗУ 22 В (–1,12²) і –1,61²); ІУ 075137 (–0,91²) і –0,34²). Кращими за ранньостиглістю визначено лінії: ХЗУ 3 В (ефекти ЗКЗ дорівнюють –1,58²) і –0,66²) у 2023 і 2024 році, відповідно); ХЗУ 30 В (–1,25²) і –1,24²); ХЗУ 37 В (–5,16²) і –6,24²); ХЗУ 39 В (–4,08²) і –7,41²) і ІУ 075134 (–0,75²) і –2,07²); за низькорослістю у ліній Х 1814 В (–8,38²) і –5,42²), ХЗУ 3 В (–1,58²) і –0,66²), ІУ 075138 (–6,44²) і –2,97²) і ІУ 075139 (–9,01²) і –6,06²); за крупністю кошика в лінії ХЗУ 30 В (1,09¹) і 0,91¹); за кількістю листків на рослині у ліній ХЗУ 8 В (0,69¹) і 0,92¹), ХЗУ 22 В (2,34¹) і 2,51¹), ІУ 075134 (1,74¹) і 2,01¹), ІУ 075135 (1,26¹) і 1,30¹); ІУ 075139 (1,67¹) і 2,23¹); за площею листової поверхні в лінії ХЗУ 10 В (6,06¹) і 7,04¹); за врожайністю насіння в лінії ХЗУ 22 В (0,25¹) і 0,22¹); за масою 1000 насінин в лінії ХЗУ 22 В (2,08¹) і 4,85¹); за вмістом олії в насінні

в лініях ХЗУ 37 В (2,25¹ і 1,91¹), ІУ 075134 (2,26¹ і 1,17¹), ІУ 075135 (2,29¹ і 2,92¹) й ІУ 075139 (1,97¹ і 2,25¹).

9. З'ясовано, що низький ступінь ураження вовчком ліній-батьківських компонентів не є запорукою високої стійкості гібридів їх гібридів. Лінія ХЗУ 37 В, зі ступенем ураження вовчком 0,05 проявила високий ступінь ураження в гібридах (ЗКЗ дорівнювала 3,95¹ і 4,52¹ у 2023 і 2024 році, відповідно). Подібну закономірність спостерігали для ліній: ХЗУ 23 В (ступінь ураження 0,77, ефекти ЗКЗ 1,00¹ і 3,24¹); ХЗУ 30 В (ступінь ураження 0,43, ефекти ЗКЗ 0,97¹ і 2,93¹); ХЗУ 39 В (ступінь ураження 0,04, ефекти ЗКЗ 1,83¹ і 1,62¹).

10. Виділено лінії з високими ефектами ЗКЗ, які завдяки високим константами СКЗ здатні формувати низький рівень ступеня ураження вовчком в окремих гібридних комбінаціях. До таких ліній віднесено ХЗУ 37 В (константи СКЗ дорівнюють 7,18 і 6,93 у 2023 і 2024 рр., відповідно) і ХЗУ 39 В (4,42 і 8,08). За висотою рослини та ТПСПС подібні закономірності не встановлені.

11. Виділено лінії з середніми та низькими ефектами ЗКЗ, які завдяки високим константам СКЗ здатні формувати високий рівень прояву цінних ознак в окремих гібридних комбінаціях. До таких ліній віднесено: за діаметром кошика – ХЗУ 8 В (константи СКЗ дорівнюють 0,45 і 0,29 у 2023 і 2024 році, відповідно) і ІУ 075134 (0,32 і 0,36); за кількістю листків – ХЗУ 10 В (1,19 і 1,07), ХЗУ 23 В (0,97 і 0,55), ІУ 075134 (0,90 і 0,83), ІУ 075139 (1,37 і 0,43); за площею листкової поверхні лінії ХЗУ 37 В (57,03 і 39,16) і ХЗУ 39 В (49,18 і 17,29); за врожайністю насіння лінія ХЗУ 23 В (0,21 і 0,25); за вмістом олії в насінні лінія ІУ 075137. За масою 1000 насінин подібні закономірності не встановлені.

12. Доведено різноманіття ліній-тестерів за рівнем ефектів ЗКЗ і констант СКЗ. Лінія Сх 1006 А формувала найменш уражені вовчком гібриди (ефекти ЗКЗ -0,77² і -0,37), найбільш ранньостиглі (-3,81² і -5,09²), з високим вмістом олії в насінні (1,15¹ і 1,32¹). Лінія Сх 808 А мала високі

ефекти ЗКЗ з врожайністю насіння ($0,24^1$ і $0,23^1$) та за масою 1000 насінин ($1,82^1$ і $1,04^1$). Лінія Сх 83 А показала стабільно високі ефекти ЗКЗ за масою 1000 насінин ($1,13^1$ і $2,35^1$), формувала в гібридах велику кількість листків (ефекти ЗКЗ $1,99^1$ і $1,89^1$) і велику площу листкової поверхні ($3,77^1$ і $3,86^1$).

13. Виділено лінії-тестери, які завдяки високим константам СКЗ здатні формувати окремі гібридні комбінації з високим або низьким рівнем прояву цінних ознак. Лінія Сх 1006 А поєднувала середні ефекти ЗКЗ і високі константи СКЗ ($0,06$ і $0,05$) за врожайністю насіння, чим доведено високу врожайність насіння окремих гібридів з її участю. Лінія Сх 808 А поєднувала високі ефекти ЗКЗ і високі константи СКЗ ($4,11$ і $8,16$) за ТПСПС, чим доведено можливість отримання ранніх гібридів з її участю. Також лінія Сх 808 А поєднувала низькі ефекти ЗКЗ та високі константи СКЗ ($35,92$ і $13,54$) за площею листкової поверхні рослини. Лінія Сх 83 А на фоні низьких ефектів ЗКЗ за висотою рослини показала високі константи СКЗ ($13,63$ і $6,49$), чим доведено можливість отримання високорослих гібридів з її участю. Лінія Сх 81 А поєднувала низькі ефекти ЗКЗ та високі константи СКЗ ($1,61$ і $0,71$) за вмістом олії в насінні, чим доведено можливість отримання високоолійних гібридних комбінацій з її участю.

РОЗДІЛ 4

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ СТІЙКОСТІ СОНЯШНИКУ ДО ВОВЧКА

4.1 Успадкування стійкості соняшника до вовчка в першому гібридному поколінні, створеному за діалельною схемою схрещувань

В сучасній науковій літературі резистентність соняшника до вовчка описано або як якісну, або як кількісну ознаку. Дослідження якісної ознаки передбачає два ступеня прояву – «стійкий» та «нестійкий» (вертикальна стійкість), а інформацію про характер успадкування отримують шляхом вивчення ураження вовчком рослин другого гібридного покоління F_2 , використовуючи традиційний аналіз за Менделем. За повідомленнями науковців різних країн, згідно з таким методом досліджень, стійкість соняшнику до вовчка раси F контролюють рецесивні алелі, розташовані у двох локусах [198], один домінантний ген [199] або два домінантні гени [200].

Також встановлено роль локусів кількісних ознак (QTL) у забезпеченні стійкості соняшника до вовчка (горизонтальна стійкість). Наприклад, В. Pérez-Vich [et al.] визначили п'ять локусів кількісних ознак, які контролюють стійкість до раси E , і шість локусів, які контролюють стійкість до раси F [201]. І. Imerovski [et al.] картували в геномі соняшника від двох до 23-х QTL, пов'язаних зі стійкістю до вовчка [109]. Роль окремих QTL у забезпеченні стійкості до вовчка помірна, проте за їх накопичення соняшник набуває стійкості до певних рас паразиту [12, 55, 108].

Складні системи генетичного контролю ознаки потребують розробки нових стратегій створення стійкого селекційного матеріалу, які передбачають поєднання якісних і кількісних механізмів стійкості [201]. С.Г. Хаблак [та ін.] наводять дані щодо гібридів соняшнику, чия вертикальна стійкість до вовчка

контролюється генами $Or_1...Or_5$ (стійкість до рас А–Е) та яким притаманна додаткова горизонтальна система стійкості – «система 2» [89]. Такі гібриди навіть за ураження вовчком раси G мають середній ступінь ураження, на відміну від звичайних «п'ятирасових» гібридів.

Для вивчення успадкування кількісних ознак у рослин запропоновано чимало статистичних методів, найшвидшим з яких вважають метод діалельного аналізу, згідно з яким генетичну інформацію отримують шляхом вивчення рослин першого гібридного покоління F_1 [202]. Діалельний аналіз дає змогу вивчити генетичні особливості ліній, отримати інформацію щодо дії та взаємодії алелів, що контролюють кількісні ознаки в рослин. Метод продемонстрував високу ефективність у визначенні генетичного контролю морфологічних, біологічних ознак і ознак продуктивності рослин. Цей метод також успішно застосовують для дослідження генетичного контролю стійкості сільськогосподарських рослин до листових хвороб [203, 204]. Отже є підстави для проведення досліджень успадкування стійкості до вовчка за допомогою методу діалельного аналізу.

За результатами дисперсійного аналізу за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» 28-ми гібридів та восьми їх батьківських компонентів, наявні високодостовірні ($p < 0,01$) відмінності між гібридними комбінаціями (варіанти), та між лініями за ЗКЗ та СКЗ (табл. 4.1).

Значимими були як середні квадрати ЗКЗ (15,7), так і середні квадрати СКЗ (2,0). СКЗ обумовлена неадитивними ефектами, тому значимість середнього квадрата СКЗ свідчить про доповнення адитивних ефектів генів (ЗКЗ) неадитивними. Середній квадрат ЗКЗ перевищив середній квадрат СКЗ у 7,85 разів, що доводить переважання адитивних ефектів батьківських ліній над неадитивними.

Кращі за ЗКЗ лінії визначали як лінії з мінімальними значеннями ЗКЗ, отже такі, які в гібридних комбінаціях утворюють мінімальну кількість бульбочок.

Таблиця 4.1 – Дисперсійний аналіз комбінаційної здатності ліній соняшнику-батьківських компонентів гібридів за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині», діалельна схема схрещувань 8×8, 2023–2024 рр.

Джерело варіювання	Середній квадрат	Кількість ступенів свободи	Сума квадратів	F _{факт.}	F ₀₅	Рівень значимості p
Варіанти	499,9	35	14,3	22,9	1,5	<0,01
ЗКЗ	110,0	7	15,7	75,4	2,1	<0,01
СКЗ	56,7	28	2,0	9,7	1,6	<0,01
Помилка	26,3	126	0,2	–	–	–

До кращих за ЗКЗ ліній віднесено всі лінії-відновники фертильності пилку: ІУ 075134 (ефект ЗКЗ дорівнює $-1,32^2$); ІУ 075135 ($-1,20^2$); ІУ 075136 ($-0,99^2$); ІУ 075137 ($-1,02^2$), значення ЗКЗ яких були достовірно менші за середню (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Ефекти ЗКЗ і константи СКЗ ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині», діалельна схеми 8×8, 2023–2024 рр.

Лінія	Ефекти ЗКЗ	Група за рівнем ефекту ЗКЗ	Константи СКЗ	Група за рівнем константи СКЗ
Х 81 Б	1,22 ¹⁾	В	2,97	В
Х 83 Б	0,57 ¹⁾	В	2,19	В
Х 808 Б	1,71 ¹⁾	В	2,41	В
Х 1006 Б	1,02 ¹⁾	В	2,22	В
ІУ 075134	$-1,32^2$	Н	1,35	Н
ІУ 075135	$-1,20^2$	Н	0,99	Н
ІУ 075136	$-0,99^2$	Н	0,89	Н
ІУ 075137	$-1,02^2$	Н	1,08	Н
Середнє значення	0,00	–	1,76	–
Примітка 3. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ. Примітка 4. ²⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.				

Лінії-закріплювачі стерильності визначено як лінії, на гібридах яких утворюється велика кількість бульбочок: X 81 Б (ЗКЗ дорівнює $1,22^1$); X 83 Б ($0,57^2$); X 808 Б ($1,71^2$); X 1006 Б ($1,02^2$). Виходячи з HP_{05} попарного порівняння ефектів ЗКЗ, яке становить 0,40, лінія X 83 Б формує більш стійкі гібриди, ніж інші лінії-закріплювачі стерильності. Різниця за ЗКЗ між лініями-відновниками фертильності пилку була в межах HP_{05} .

Таким чином, доведено значимість як адитивних, так і неадитивних ефектів генів в успадкуванні стійкості соняшнику до вовчка. Аналогічні результати адитивної та неадитивної дії генів були отримані для ознак стійкості соняшника до збудників хвороб, наприклад для стійкості до фомозу (*Phoma macdonaldii*) [205]. Вплив адитивних ефектів у генетичному контролі стійкості до вовчка був суттєво більшим, ніж вплив неадитивних ефектів. Для селекціонера це бажане явище, оскільки сприяє прогресу в селекції на підвищення стійкості [206].

Константи СКЗ ліній-закріплювачів стерильності були високими (перевищили середню константу СКЗ 1,76). Константи СКЗ ліній-відновників фертильності пилку були низькими (меншими ніж середня константа СКЗ). Отже лінії-закріплювачі стерильності формують гібридні комбінації різні за стійкістю, залежно від другого батьківського компоненту. Незважаючи на високу ЗКЗ ліній-закріплювачів стерильності, окремі гібридні комбінації з участю цих ліній виявилися більш стійкими, ніж це можна було очікувати на основі їх ефектів ЗКЗ. За значеннями ефектів СКЗ, для лінії X 81 Б це гібридні комбінації X 81 Б × IU 075134; X 81 Б × IU 075135 і X 81 Б × IU 075137 (табл. 4.3). Для лінії X 808 Б це гібридна комбінація X 808 Б × IU 075134. Для лінії X 1006 Б це гібридні комбінації X 1006 Б × IU 075134; X 1006 Б × IU 075135 і X 1006 Б × IU 075137.

За значенням ефекту ЗКЗ ($0,57^1$), який спираючись на величину HP_{05} попарного порівняння ефектів ЗКЗ (0,40) нижче ніж ефекти ЗКЗ інших ліній, та значенням константи СКЗ вищу за середнє значення, лінія X 83 Б формує найбільш стійкі гібриди серед ліній-закріплювачів стерильності.

Таблиця 4.3 – Ефекти СКЗ гібридних комбінацій соняшнику за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині», діалельна схема 8×8, 2023–2024 рр.

Лінія	Ефекти СКЗ						
	X83Б	X808Б	X1006Б	IU075134	IU075135	IU075136	IU075137
X 81 Б	2,52 ¹⁾	0,94	2,52 ¹⁾	-1,35 ²⁾	-1,58 ²⁾	-1,08	-1,71 ²⁾
X 83 Б	–	2,54 ¹⁾	-0,40	-0,70	-0,93	-0,93	-1,06
X 808 Б	–	–	2,09 ¹⁾	-1,79 ²⁾	-0,57	-1,07	0,41
X1006Б	–	–	–	-1,15 ²⁾	-1,22 ²⁾	-1,10	-1,36 ²⁾
IU075134	–	–	–	–	0,96	0,92	0,95
IU075135	–	–	–	–	–	0,88	0,74
IU075136	–	–	–	–	–	–	1,03
Примітка 1. ¹⁾ – ефекти ЗКЗ ліній достовірно перевищують середній ефект ЗКЗ. Примітка 2. ²⁾ - ефекти ЗКЗ ліній достовірно нижче за середній ефект ЗКЗ.							

Аналіз за Хейманом даних діалельних схрещувань 8×8 продемонстрував невідповідність експериментальних даних адитивно-домінантній моделі. Параметр V_r відображає варіансу сімей r -того ряду; W_r відображає коваріансу між сім'ями r -того ряду та їх нерекурентними батьками. Значення коефіцієнту регресії b W_r на V_r дорівнювало 0,585 і достовірно відрізнялося від одиниці. Вірогідною причиною цього є успадкування за типом епістазу. Успадкування стійкості до вовчка раси F в окремих гібридних комбінаціях за типом епістазу встановлено також дослідженнями іспанських науковців [207].

Для приведення даних у відповідність до адитивно-домінантної моделі, ми почергово вилучили з вихідних даних дві лінії з максимальними значеннями різниці ($W_r - V_r$) – параметру, який має бути константним для всіх строк діалельної таблиці. Такими лініями виявилися лінії X 81 Б і X 808 Б.

Подальший аналіз даних діалельних схрещувань 6×6 показав відповідність експериментальних даних адитивно-домінантній моделі.

Значення коефіцієнту регресії b дорівнювало 0,987 і достовірно не відрізнялося від одиниці.

У таблиці 4.4 наведено значення компонентів генетичної варіації за Хейманом за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» при повному наборі ліній та за вилучення з аналізу двох ліній (X 81 Б і X 808 Б). Як адитивний a , так і домінантний b компонент генетичної варіації достовірні на високому рівні ($p < 0,01$). Отже, в системі регуляції стійкості до вовчка важливі обидва компоненти.

Таблиця 4.4 – Компоненти генетичної варіації за Хейманом за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» при повному (8×8) і скороченому (6×6) наборах ліній

Компонент генетичної варіації	Кількість ступенів свободи	Повний набір ліній (8×8)				Скорочений набір ліній (6×6)			
		середній квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$	p	середній квадрат	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$	p
a	7	47,1	75,40	2,14	$<0,01$	7,85	28,10	2,45	$<0,01$
b	28	6,1	9,72	1,64	$<0,01$	1,79	6,41	1,92	$<0,01$
b_1	1	1,1	1,74	3,98	0,19	6,48	23,21	4,08	$<0,01$
b_2	7	3,1	4,97	2,14	$<0,01$	1,55	5,54	2,45	$<0,01$
b_3	20	7,4	11,77	1,72	$<0,01$	1,40	5,02	2,12	$<0,01$

За вилучення двох ліній (схема 6×6), на високому рівні ($p < 0,01$) достовірними виявилися частки ефектів домінування b_1 , b_2 і b_3 . Значимість компоненту b_1 вказує, що значення середньої батьківських компонентів відрізняється від середньої гібридів, отже середнє домінування не дорівнює нулю. Значимість компоненту b_2 вказує на асиметрію розподілу генів, що визначають ефекти домінування, між лініями-батьківськими компонентами. У цьому випадку, компонент a оцінює не адитивну варіацію окремо, а загальну генетичну варіацію. За компонентом b_3 , в окремих гібридних комбінаціях присутнє специфічне домінування. За наявності епістатичних взаємодій (схема 8×8) компонент b_2 був недостовірним.

Величини та значимість генетичних параметрів ліній за Хейманом наведено в таблиці 4.5. В обох варіантах значимою була величина компоненту D, який тестує адитивні ефекти генів, і компонентів H_1 і H_2 , які тестують домінантні ефекти генів.

Таблиця 4.5 – Генетичні параметри за Хейманом за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» при повному (8×8) і скороченому (6×6) наборах ліній

Генетичний параметр	Повний набір ліній (8×8)		Скорочений набір ліній (6×6)	
	величина	p	величина	p
D	3,31	<0,01	2,55	<0,01
H_1	8,72	<0,01	2,44	<0,01
H_2	7,77	<0,01	2,01	<0,01
$(H_1/D)^{1/2}$	1,62	–	0,98	–
$H_2/4 H_1$	16,9	–	1,23	–
F	-2,98	<0,17	2,01	<0,01
F ₁ (X 81 Б)	-18,32	<0,01	–	–
F ₂ (X 83 Б)	-13,51	<0,01	-2,69	<0,01
F ₃ (X 808 Б)	-10,58	<0,01	–	–
F ₄ (X1006Б)	-16,26	<0,01	-6,46	<0,01
F ₅ (IU075134)	10,11	<0,01	5,44	<0,01
F ₆ (IU075135)	8,78	<0,05	5,38	<0,01
F ₇ (IU075136)	8,90	<0,05	5,07	<0,01
F ₈ (IU075137)	7,08	<0,05	5,35	<0,01
r (W _r + V _r ; Y _r)	0,956	<0,01	0,993	<0,01
(F ₁ -P)	-0,24	–	-0,71	–

У схемі 8×8 визначено значне переважання домінантних ефектів, що суперечить висновкам за Грифінгом, які наведено вище. У схемі за вилученням двох ліній значення параметру D було дещо нижче за значення параметру H_1 , отже в генетичному контролі стійкості до вовчка переважають адитивні ефекти генів. У такому разі генетична мінливість, яку ми спостерігаємо між лініями-батьківськими компонентами, має високу успадковуваність, а добір у наступних поколіннях буде високоефективним.

В обох схемах, за достовірним значенням параметра H_2 , гени стійкості розподілені нерівномірно між батьківськими лініями.

Компонент $(H_1/D)^{1/2}$ був більше одиниці (1,62) в схемі 8×8, що вказує на наддомінування (яке не було встановлено аналізом окремих гібридних комбінацій). Отже в даному випадку цей показник неінформативний. В схемі 6×6 цей компонент не відрізнявся від одиниці (0,98), що вказує на повне домінування.

Асиметричність розподілу домінантних і рецесивних алелів, яку було доведено значимістю компоненту b_2 , підтверджено значенням показника $H_2/4H_1 \neq 0,25$. У варіанті 6×6, за додатним значенням параметру F (2,01), який оцінює напрям асиметрії розподілу загальної кількості домінантних і рецесивних алелів у батьківських ліній, у вказаному наборі ліній переважають домінантні ефекти генів. У варіанті 8×8 параметр F був недостовірним. Але залучені до схрещувань лінії різнилися за співвідношенням домінантних і рецесивних алелів. Коефіцієнт кореляції між величиною (W_r+V_r) і середнім значенням ознаки у батьківських ліній дорівнює $r=0,993$, отже він додатний і достовірний. Це свідчить про те, що домінантні алелі обумовлюють зменшення кількості бульбочок вовчка на рослині. Тому в нашому випадку, додатне значення параметру F_i свідчить про відносно більшу кількість домінантних алелів стійкості в ліній-відновників фертильності IU 075134, IU 075135, IU 075136 й IU 075137, а від'ємне – про відносно більшу кількість рецесивних алелів в ліній-закріплювачів стерильності X 83 Б і X 1006 Б.

Від'ємне значення параметру (F_1-P) (різниці між значеннями ознаки у гібридів та в батьківських компонентів), доповнюючи коефіцієнт кореляції r , також свідчить про те, що домінантні алелі обумовлюють зменшення кількості бульбочок вовчка на рослині.

Розподіл ліній вздовж лінії регресії W_r на V_r відобразив генетичну різноманітність контролювання ознаки за діалельною схемою 8×8 (рис. 4.1) і схемою 6×6 (рис. 4.2).

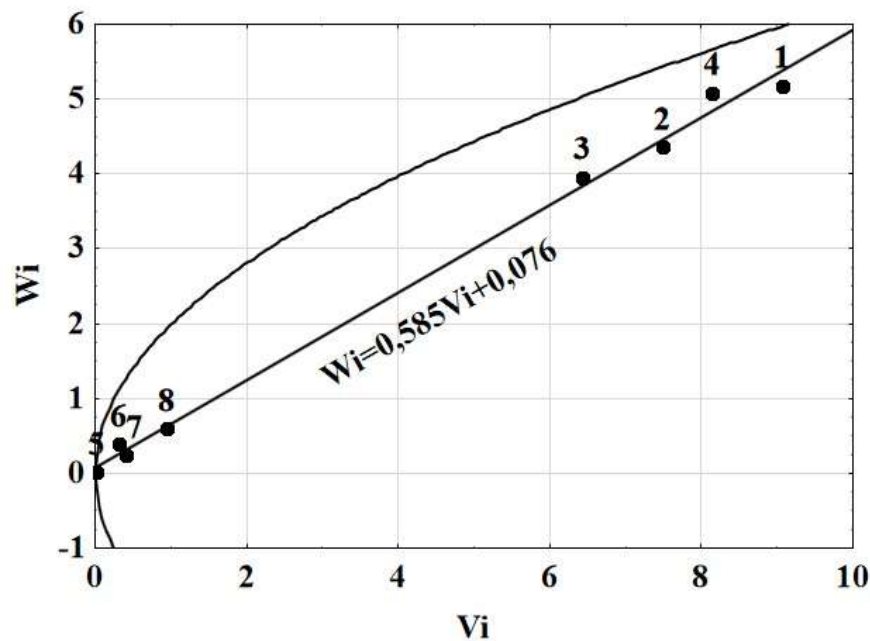


Рисунок 4.1 – Графік регресії W_r на V_r за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині», діалельна схема 8×8 , 2023–2024 рр.

Примітка. 1 – X 81 Б; 2 – X 83 Б; 3 – X 808Б; 4 – X 1006 Б; 5 – IU 075134; 6 – IU 075135; 7 – IU 075136; 8 – IU 075137

Точки батьківських ліній розташовані вздовж лінії регресії відповідно до кількості домінантних і рецесивних алелів. У нижній частині графіка в обох випадках розташовані лінії з максимальною кількістю домінантних алелів стійкості, якими виявилися всі лінії-відновники фертильності пилку. Лінії-закріплювачі стерильності очікувано розмістилися в верхній частині графіка, отже їм притаманне переважання рецесивних алелів.

Значення вільного члена рівняння регресії a достовірно не відрізнялося від 0, що доводить наявність повного домінування в успадкуванні ознаки.

Такий характер успадкування відрізняється від характеру успадкування стійкості соняшника до окремих збудників хвороб. Зокрема стійкість соняшника до збудника септоріозу (*Septoria helianthi*) контролюється рецесивними генами [208].

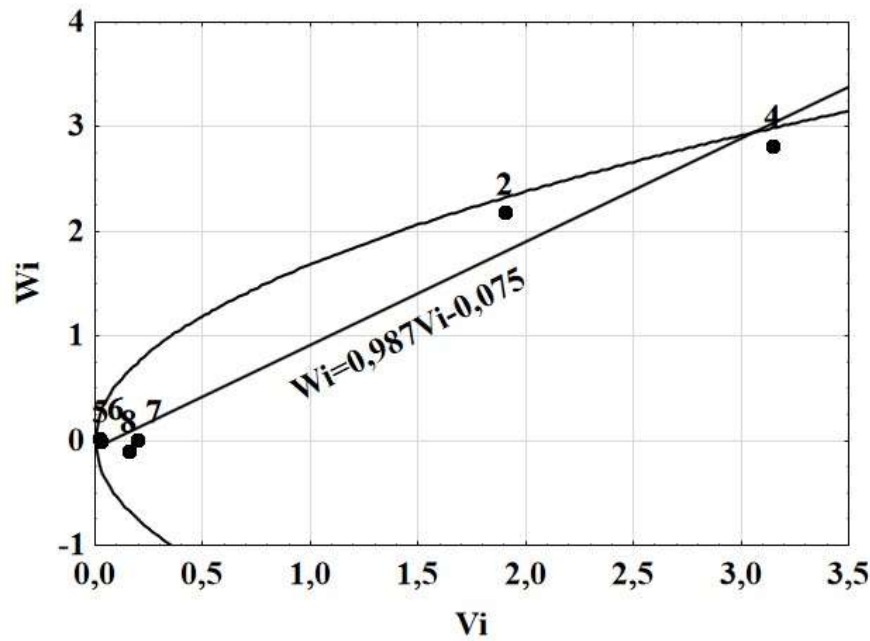


Рисунок 4.2 – Графік регресії W_r на V_r за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині», діалельна схема 6×6, 2023–2024 рр.

Примітка. 2 – X 83 Б; 4 – X 1006 Б; 5 – ІУ 075134; 6 – ІУ 075135; 7 – ІУ 075136; 8 – ІУ 075137

Таким чином, викладений аналіз дав змогу запропонувати лінії ІУ 075134; ІУ 075135; ІУ 075136 і ІУ 075137 в якості донорів стійкості до вовчка. Донорські властивості цих ліній обумовлено 1) високим рівнем прояву ознаки стійкості в гібридних комбінаціях, створених за їх участю, та 2) максимальною кількістю домінантних алелів стійкості. Лінії-закріплювачі стерильності X 81 Б і X 808 Б у даному генетичному оточенні проявили епістатичні ефекти генів, завдяки чому рекомендовано їх використання в якості тестерів у генетичних дослідженнях для розширення міжгенотипової мінливості.

4.2 Успадкування стійкості соняшника до вовчка в другому гібридному поколінні

Для дослідження успадкування стійкості в другому гібридному поколінні F₂, аналізували розщеплення рослин на два класи («стійкі» – «нестійкі»), та перевіряли відповідність фактичного розщеплення теоретично очікуваному за допомогою критерію χ -квадрат. За стійкі вважали рослини, на яких не було визначено ознак ураження паразитом, або кількість бульбочок дорівнювала 1 шт. За умовно стійкі вважали рослини, на яких визначено від двох до чотирьох бульбочок паразита. Групу стійких та умовно стійких об'єднували в один клас. За нестійкі вважали такі рослини, на яких визначено п'ять і більше бульбочок вовчка.

Вовчок суттєво уражував лінії-закріплювачі стерильності, незалежно від року отримання насіння ліній. Максимальна кількість бульбочок на одній рослині становила 9 шт. у лінії X 85 Б і 18 шт. у лінії X 808 Б (табл. 4.6). Ступінь ураження варіював від 2,09 у лінії X 85 Б до 7,67 у лінії X 808 Б.

Таблиця 4.6 – Ступінь ураження вовчком рослин ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику

Лінія	Рік врожаю насіння	Кількість рослин, шт.	Ступінь ураження	Максимальна кількість бульбочок на одній рослині, шт.
X 85 Б	2022	46	2,22	9
	2023	45	2,09	8
X 808 Б	2022	46	7,67	18
	2023	44	3,71	10
X 1814 В	2022	53	0,02	1
	2023	26	0,00	0
X 1817 В	2022	86	0,13	1
	2023	45	0,09	1
ХЗУ 10 В	2022	71	0,20	1
	2023	45	0,04	1

Лінії-відновники фертильності пилку були стійкими до вовчка незалежно від року отримання насіння ліній. Кількість бульбочок на уражених рослинах не перевищувала одну бульбочку. Ступінь ураження варіював від 0,00 у лінії X 1814 В до 0,20 у лінії ХЗУ 10 В.

Серед гібридних комбінацій F_1 не визначено таких, ступінь ураження яких дорівнював 0 бульбочок (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Ступінь ураження вовчком рослин F_1 гібридів соняшнику та ступінь домінування стійкості h_p , схрещування на фертильній основі

Гібридна комбінація	Рік врожаю насіння	Кількість рослин, шт.	Ступінь ураження, шт.	Максимальна кількість бульбочок на одній рослині, шт.	h_p
Х 85 Б × Х 1814 В	2022	9	0,22	1	0,82
	2023	9	0,11	1	0,90
Х 85 Б × Х 1817 В	2022	9	0,45	2	0,69
	2023	9	0,50	2	0,59
Х 85 Б × ХЗУ 10 В	2022	8	0,25	1	0,95
	2023	9	0,11	1	0,93
Х 808 Б × Х 1814 В	2022	8	1,13	4	0,71
	2023	9	0,56	3	0,70
Х 808 Б × Х 1817 В	2022	17	0,59	4	0,88
	2023	18	0,22	1	0,93
Х 808 Б × ХЗУ 10 В	2022	9	0,78	2	0,84
	2023	9	0,11	1	0,96

Гібридні комбінації F_1 проявили ступінь ураження вовчком від 0,11 до 1,13 бульбочок паразита на одну досліджену рослину. Кількість бульбочок на одній ураженій рослині не перевищувала чотири бульбочки. У цілому можна

стверджувати, що рослини першого покоління були стійкими до вовчка, оскільки ступінь їх ураження був суттєво нижчим, ніж ступінь ураження сприйнятливих батьківських компонентів.

За величиною ступеню фенотипового домінування h_p , який варіював від 0,59 до 0,96, доведено часткове позитивне домінування стійкості до вовчка в поколінні F_1 .

В таблиці 4.8 наведено результати оцінки ураження вовчком рослин покоління F_2 шести гібридних комбінацій. Під час оцінювання розщеплення в поколінні F_2 рослини стійкі (0 і 1 бульбочка на рослині) та помірно стійкі (2, 3 і 4 бульбочки на рослині) об'єднували в одному класі.

В усіх популяціях спостерігали уражені рослини, кількість яких коливалася від 7 до 11. Через невелику кількість уражених рослин у кожній популяції F_2 , протестовано успадкування стійкості алелями у двох локусах, із розщепленням у другому гібридному поколінні 15:1. Для гібридних популяцій визначено, що фактичне розщеплення відповідає теоретично очікуваній моделі 15:1. Величина χ^2 була в межах від 0,02 до 2,87, що менше значення $\chi^2_{\text{теор.}}$ (3,84).

Таблиця 4.8 – Успадкування стійкості соняшнику до вовчка в поколінні F_2 , 2023–2024 рр.

Вихідна гібридна комбінація популяції F_2	Кількість рослин у F_2			$\chi^2_{\text{test}}(15:1)$
	стійких ^{*)}	уражених ^{**)}	всього	
X 85 Б × X 1814 В	101	7	109	0,01 ^{***)}
X 85 Б × X 1817 В	97	10	107	1,75 ^{***)}
X 85 Б × XЗУ 10 В	97	11	108	2,85 ^{***)}
X 808 Б × X 1814 В	98	6	104	0,04 ^{***)}
X 808 Б × X 1817 В	98	9	107	0,85 ^{***)}
X 808 Б × XЗУ 10 В	96	11	107	2,97 ^{***)}
Примітка 1. ^{*)} – кількість бульбочок вовчка на рослині від 0 до 4 шт. Примітка 2. ^{**)} – кількість бульбочок вовчка на рослині 5 шт. і більше. Примітка 3. ^{***)} – $\chi^2_{\text{test}}(15:1) < \chi^2_{05} = 3,84$.				

У наших дослідженнях кількість бульбочок на одній ураженій рослині покоління F_1 не перевищувала чотири бульбочки. Подібні результати були отримані L. Velasco [et. al.], у дослідженнях яких максимальна кількість бульбочок на рослинах F_1 , отриманих схрещуванням контрастних за стійкістю батьківських компонентів, не перевищувала п'яти бульбочок [200]. Іспанські науковці виділили в поколінні F_2 такі класи рослин: 1) стійкі (немає ознак ураження) та помірно стійкі (до п'яти стебел вовчка на рослині) і 2) сприйнятливі (шість і більше стебел вовчка на рослині).

Доведений нами генетичний контроль стійкості до харківської популяції вовчка двома домінантними генами збігається з даними, отриманими іспанськими науковцями. Якщо прийняти, що в першому гібридному поколінні всі рослини мають однакову стійкість (повну або помірну, до чотирьох бульбочок вовчка на одній рослині), має місце явище некумулятивної полімерії. Отже для помірного рівня прояву ознаки достатньо одного будь-якого домінантного гену. Повна стійкість (імунність) до вовчка буде забезпечена, якщо обидва гени знаходяться в домінантному гомозиготному стані. Припускаємо, що такий стан генів притаманний лініям X 1814 В, X 1817 В, ХЗУ 10 В. Гетерозиготи (з одним домінантним геном) продемонструють помірну стійкість. Згідно з такими результатами, селекційні програми мають бути спрямовані на поєднання батьківських компонентів з наявними домінантними генами стійкості в кожному з батьківських компонентів, що забезпечить повну стійкість (імунність) їх гібридної комбінації до вовчка. Наявність домінантних алелів генів стійкості тільки в одному батьківському компоненті забезпечить часткове позитивне домінування стійкості в першому гібридному поколінні, з помірно стійкими рослинами. Такі гібриди будуть толерантними до вовчка і певною мірою контролювати його кількість у посівах соняшника в районах, де не зафіксовано появи рас вовчка більш вірулентних, ніж раса F.

Викладені в розділі 4 матеріали опубліковано в наукових працях: [130, 131].

Висновки до розділу 4

1. У діалельній схемі схрещувань 8×8 доведено високодостовірні ($p < 0,01$) відмінності між гібридними комбінаціями (варіанти), та між лініями за ЗКЗ та СКЗ. Значимими були як середні квадрати ЗКЗ (15,7), так і середні квадрати СКЗ (2,0), що свідчить про доповнення адитивних ефектів генів (ЗКЗ) неадитивними. Середній квадрат ЗКЗ перевищив середній квадрат СКЗ у 7,85 разів, що доводить переважання адитивних ефектів батьківських ліній над неадитивними.

2. До ліній з низькою ЗКЗ за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині» віднесено всі лінії-відновники фертильності пилку: IU 075134 (ефект ЗКЗ дорівнює $-1,32^2$); IU 075135 ($-1,20^2$); IU 075136 ($-0,99^2$); IU 075137 ($-1,02^2$). До ліній з високою ЗКЗ за цією ознакою віднесено лінії-закріплювачі стерильності: X 81 Б (ЗКЗ дорівнює $1,22^1$); X 83 Б ($0,57^2$); X 808 Б ($1,71^2$); X 1006 Б ($1,02^2$). Лінія X 83 Б формує більш стійкі гібриди, ніж інші лінії-закріплювачі стерильності.

3. Установлено, що лінії-закріплювачі стерильності мали високі константи СКЗ за ознакою «кількість бульбочок вовчка на рослині». Константи СКЗ ліній-відновників фертильності пилку були низькими. Отже лінії-закріплювачі стерильності формують гібридні комбінації різні за стійкістю, залежно від другого батьківського компоненту. Лінія X 83 Б формує найбільш стійкі гібриди серед ліній-закріплювачів стерильності.

4. За низькими значеннями ефектів СКЗ виділено гібридні комбінації, які виявилися більш стійкими, ніж це можна було очікувати на основі ефектів ЗКЗ ліній-закріплювачів стерильності: X 81 Б \times IU 075134; X 81 Б \times IU 075135; X 81 Б \times IU 075137; X 808 Б \times IU 075134; X 1006 Б \times IU 075134; X 1006 Б \times IU 075135; X 1006 Б \times IU 075137.

5. Доведено невідповідність експериментальних даних схеми діалельних схрещувань 8×8 адитивно-домінантній моделі (коефіцієнт регресії $b=0,585$). Після вилучення з вихідних даних дані з ліній X 81 Б і

X 808 Б досягнуто відповідності експериментальних даних адитивно-домінантній моделі (коефіцієнт регресії $b=0,987$). Вірогідною причиною цього є успадкування за типом епістазу. Таким чином, лінії X 81 Б і X 808 Б у даному генетичному оточенні проявили епістатичні ефекти генів, завдяки чому рекомендовано їх використання в якості тестерів у генетичних дослідженнях для розширення міжгенотипової мінливості.

6. Підтверджено значимість адитивних і домінантних ефектів генів за значеннями генетичних параметрів Хеймана. Значимою була величина компоненту D, який тестує адитивні ефекти генів, і компонентів H_1 і H_2 , які тестують домінантні ефекти генів. У схемі 6×6 значення параметру D (2,55) було дещо вище за значення параметру H_1 (2,44), отже в генетичному контролі стійкості до вовчка переважають адитивні ефекти генів.

7. Доведено, що домінантні алелі обумовлюють зменшення кількості бульбочок вовчка на рослині, та наявність повного домінування в успадкуванні ознаки. Виявлено генетичні особливості самозапилених ліній соняшнику за ознакою стійкості. За значеннями параметру F_1 , відносно більшу кількість домінантних алелів стійкості мали лінії-відновники фертильності IU 075134, IU 075135, IU 075136 й IU 075137, які запропоновано в якості донорів стійкості до вовчка.

8. Визначено, що для гібридних популяцій F_2 фактичне розщеплення на стійкі та нестійкі рослини відповідає теоретично очікуваній моделі 15:1. При цьому за стійкі вважали рослини, на яких кількість бульбочок дорівнювала 0 або 1 шт. За умовно стійкі вважали рослини, на яких визначено від двох до чотирьох бульбочок паразита. Групу стійких та умовно стійких об'єднували в один клас. За нестійкі вважали такі рослини, на яких визначено п'ять і більше бульбочок вовчка. Вказана закономірність свідчить про генетичний контроль стійкості до харківської популяції вовчка двома домінантними генами. Відхилення рівня прояву ознаки стійкості в окремих гібридних комбінаціях доводить вірогідну участь локусів кількісних ознак в успадкуванні стійкості до вовчка.

РОЗДІЛ 5

МІНЛИВІСТЬ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ПОЄДНАННЯ ЗІ СТІЙКІСТЮ ДО ВОВЧКА У F₁ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ

5.1 Мінливість господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка

Соняшнику притаманні значні коливання врожайності через порушення сівозмін та присутність на полях вовчка. Одним із кращих шляхів вирішення цього питання є створення та впровадження у виробництво нових гібридів, стійких до вовчка, збудників основних хвороб та з високим рівнем продуктивності [164]. Для доведення можливості створення із використанням вітчизняного селекційного матеріалу гібридних комбінацій, які поєднують стійкість до вовчка з високою врожайністю насіння, ранньостиглістю, високим вмістом олії та іншими цінними ознаками, досліджено 64 гібридні комбінації, створені за схемою повних топкросів 16 стійких ліній-відновників фертильності пилку з чотирма нестійкими стерильними лініями-тестерами (див. розділ 2).

Гібридні комбінації продемонстрували низький ступінь ураження вовчком, який в середньому становив $1,20 \pm 0,156$ шт. у 2023 році і $1,76 \pm 0,207$ шт. у 2024 році (табл. 5.1). Середнє за два роки досліджень значення ознаки «ступінь ураження вовчком» становило $1,48 \pm 0,192$ шт., із розмахом варіювання від 0,00 до 7,89 шт. у 2023 році та від 0,00 до 8,78 шт. у 2024 році.

Середня за гібридами ТПСПС майже не змінювалася за роками досліджень, і в середньому за два роки дорівнювала $106,3 \pm 0,25$ діб. Проте, у 2023 році розмах варіювання ознаки був меншим, ніж у 2024 році. У 2023 році різниця між початком і кінцем досягання дорівнювала 18 добам (від 96,3 діб до 114,3 діб), у 2024 році – 25 добам (від 93,0 до 118,0 діб).

Таблиця 5.1 – Середні значення та розмах варіювання цінних господарських ознак гібридів соняшнику

Ознака	X сер. ± S			Розмах варіювання					
				min			max		
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.
Ступінь ураження вовчком, шт.	1,20±0,156	1,76±0,207	1,48±0,192	0,00	0,00	0,00	7,86	8,78	8,32
ТПСПС, діб	106,3±0,31	106,3±0,40	106,3±0,25	96,3	93,0	94,7	114,3	118,0	116,2
Висота рослини, см	165,7±0,65	144,3±0,49	155,0±0,68	149,7	130,8	140,3	190,3	164,6	177,5
Діаметр кошика, см	18,8±0,08	14,5±0,06	16,6±0,12	17,1	12,6	14,9	21,2	18,2	19,7
Кількість листків, шт.	32,3±0,16	32,8±0,17	32,6±0,12	28,2	27,0	27,6	38,2	39,0	38,6
Площа листкової поверхні, дм ²	62,0±0,90	36,6±0,62	49,3±1,34	38,5	17,4	28,0	94,3	55,4	74,9
Урожайність насіння, т/га	2,08±0,028	2,15±0,026	2,11±0,028	1,03	0,98	1,01	2,74	3,12	2,93
Маса 1000 насінин, г	45,5 ±0,32	45,3±0,37	45,4±0,24	36,2	34,5	35,4	58,3	67,8	63,1
Вміст олії в насінні, %	50,1±0,28	54,6±0,23	52,3±0,23	40,6	45,7	43,2	55,7	60,5	58,1

Щодо морфологічних ознак, рівень їх прояву суттєво залежав від умов року. Максимальні значення ознак зафіксовано у 2023 році (190,3 см для висоти рослини, 21,2 см для діаметра кошика, 94,3 дм² для площі листкової поверхні). Винятком була кількість листків на рослині, яка була незмінною за роками: у середньому 32,3±0,16 шт. у 2023 році, та 32,8± 0,17 шт. у 2024 році.

Урожайність насіння була вищою у 2024 році (2,15±0,026 т/га, проти 2,08±0,028 т/га у 2023 році) і в середньому за два роки становила 2,11±0,028 т/га. Мінімальне та максимальне значення ознаки зафіксовано у 2024 році: 0,98 і 3,12 т/га. Середня маса 1000 насінин за роками досліджень майже не змінювалася і дорівнювала 45,5±0,32 г у 2023 році та 45,3±0,37 г у 2024 році. Проте максимальне значення ознаки зафіксовано у 2024 році: 67,8 г. Вміст олії в насінні був вищим у 2024 році (54,6±0,23 % проти 50,1±0,28 % у 2023 році) і в середньому за два роки становив 52,3±0,23 %. Максимальне значення ознаки також зафіксовано у 2024 році: 60,5 %.

Таким чином, зафіксовано суттєву різницю між дослідженими гібридними комбінаціями за комплексом цінних господарських ознак. У середньому за два роки досліджень, ступінь ураження вовчком залежно від гібридної комбінації варіював від 0,00 до 8,32 шт.; урожайність насіння від 1,01 до 2,93 т/га; маса 1000 насінин від 35,4 до 63,1 г; вміст олії в насінні від 43,2 до 58,1 %; ТПСПС від 94,7 до 116,2 діб; висота рослини від 140,3 до 177,5 см; діаметр кошика від 14,9 до 19,7 см; кількість листків на рослині від 27,6 до 38,6 шт.; площа листкової поверхні від 28,0 до 74,0 дм². За роками, найбільшим чином варіювали ознаки: висота рослини, діаметр кошика, площа листкової поверхні, вміст олії в насінні. При цьому, морфологічні ознаки показали вищий рівень прояву в умовах 2023 року, а вміст олії в насінні – в умовах 2024 року, враховуючи екстремальні погодні умови 2024 року, які вплинули на ріст і розвиток рослин і налив насіння гібридів соняшнику.

Серед 64-х гібридних комбінацій, найкращими були ті, які вовчок не уражував (табл. 5.2). До цієї групи потрапили такі гібридні комбінації:

Сх 1006 А × ХЗУ 10 В; Сх 1006 А × ХЗУ 3 В; Сх 1006 А × ХЗУ 22 В; Сх 808 А × ХЗУ 22 В; Сх 81 А × ХЗУ 22 В; Сх 83 А × ІУ 075137. Порівнюючи з середніми значеннями ознак (див. табл. 5.1) і на підставі величин $НІР_{05}$, встановлено цінність окремих гібридних комбінацій цієї групи за господарськими ознаками. Гібридним комбінаціям Сх 1006 А × ХЗУ 10 В і Сх 1006 А × ХЗУ 3 В упродовж двох років досліджень була притаманна ранньостиглість (–2,5; –3,5 діб до середньої за роками та за гібридами). Згідно зі значеннями $НІР_{05}$ попарного порівняння, ці комбінації однакові за ТПСПС. Гібридній комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В упродовж двох років досліджень була притаманна пізньостиглість (+5,5 діб до середньої за роками та за гібридами). Підвищеною кількістю листків на рослині в кожному з років досліджень характеризувалися гібридні комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В (35,7; 36,7 шт.) і Сх 81 А × ХЗУ 22 В (34,0; 35,0 шт.). Згідно зі значеннями $НІР_{05}$ попарного порівняння, гібридна комбінація Сх 808 А × ХЗУ 22 В мала відносно більшу кількість листків на рослині. Слід відмітити, що гібридній комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В на тлі високої кількості листків була притаманна невелика площа листової поверхні (38,5; 17,4 дм²). Отже ця комбінація формує велику кількість листків невеликого розміру. Не виділено гібридних комбінацій, в яких висота рослини та діаметр кошика стабільно за роками відрізнялися від середніх за дослідом.

Гібридні комбінації цієї групи порівнювали з гібридом Ярило – стандартом стійкості до вовчка. Більшість наведених гібридних комбінацій були більш ранньостиглими (на 8,7...7,2 діб), більш високорослими (на 4,0...10,1 см), мали більшу кількість листків на рослині (на 1,0...6,7 шт.) і більшу площу листової поверхні (на 1,4...13,4 дм²).

Таблиця 5.2 – Біологічні та морфологічні ознаки гібридів соняшнику зі ступенем ураження вовчком 0,00 бульбочок

Гібридна комбінація, гібрид	ТПСПС, діб			Висота рослини, см			Діаметр кошика, см			Кількість листків на рослині, шт.			Площа листової поверхні рослини, дм ²		
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А × ХЗУ 10 В	104,3 ²⁾	103,3 ²⁾	103,8	167,2	145,8	156,5	18,9	14,5	16,7	30,0 ²⁾	31,0 ²⁾	30,5	68,4	43,3	55,9
Сх 1006 А × ХЗУ 3 В	103,3 ²⁾	102,3 ²⁾	102,8	163,9	139,9	151,9	19,5	14,6	17,1	28,0 ²⁾	29,0 ²⁾	28,5	74,5	38,0	56,3
Сх 1006 А × ХЗУ 22 В	104,7	103,7 ²⁾	104,2	168,2	146,8	157,5	19,0	14,6	16,8	31,0	32,0	31,5	62,7	37,6	50,2
Сх 808 А × ХЗУ 22 В	112,3 ¹⁾	111,3 ¹⁾	111,8	171,5	150,1 ¹⁾	160,8	19,6	15,2	17,4	35,7 ¹⁾	36,7 ¹⁾	36,2	38,5 ²⁾	17,4 ²⁾	28,0
Сх 81 А × ХЗУ 22 В	104,7	103,7 ²⁾	104,2	168,9	147,5	158,2	19,1	14,7	16,9	34,0 ¹⁾	35,0 ¹⁾	34,5	61,2	36,1	48,7
Сх 83 А × ІУ 075137	102,3 ²⁾	106,3	104,3	177,7 ¹⁾	147,5	162,6	18,3	15,0	16,7	33,3	32,3	32,8	54,6	34,0	44,3
Ярило ст.	109,0	114,0	111,5	168,5	135,5	152,5	16,7	13,7	15,2	29,0	30,0	29,5	50,3	35,5	42,9
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	1,8	1,2	–	6,2	5,4	–	1,1	0,8	–	1,4	1,4	–	11,0	7,0	–
НІР ₀₅ попарного порівняння	2,5	1,7	–	8,8	7,7	–	1,6	1,2	–	1,9	2,0	–	15,7	9,9	–
Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05). Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).															

Упродовж двох років досліджень, зафіксовано високу врожайність насіння гібридних комбінацій з відсутністю ознак ураження вовчком Сх 1006 А × ХЗУ 3 В (2,43 і 2,47 т/га) і Сх 808 А × ХЗУ 22 В (2,62 і 2,66 т/га) (табл. 5.3). Згідно з НІР₀₅ попарного порівняння, врожайність насіння цих комбінацій була на одному рівні. Висока маса 1000 насінин упродовж двох років досліджень була притаманна гібридній комбінації Сх 1006 А × ХЗУ 22 В (49,9; 50,8 г). Не виявлено гібридних комбінацій цієї групи, які за вмістом олії в насінні достовірно перевищили середню за дослідом.

Порівнюючи до врожайності стандартного гібрида Ярило, врожайність більшості гібридних комбінацій цієї групи була вищою. Приріст врожайності складав від 0,33 до 0,71 т/га. Більшу масу 1000 насінин мали всі наведені гібридні комбінації, різниця варіювала від 5,1 до 11,9 г. Вміст олії в насінні чотирьох гібридних комбінацій був меншим за вміст олії в насінні гібрида Ярило на 2,3–3,2 %, а двох гібридних комбінацій був більшим на 0,7 і 0,9 %.

Таким чином, дві гібридні комбінації поєднували стійкість до вовчка на рівні ступеня ураження 0,0 шт. з двома цінними господарськими ознаками. Гібридна комбінація Сх 1006 А × ХЗУ 3 В – з високою врожайністю насіння та ранньостиглістю. Гібридна комбінація Сх 808 А × ХЗУ 22 В – з високою врожайністю та великою кількістю листків на рослині.

Виявлено три гібридні комбінації, які поєднували відсутність ознак ураження вовчком. З них одна – з ранньостиглістю (Сх 1006 А × ХЗУ 10 В), одна (Сх 81 А × ХЗУ 22 В) – з великою кількістю листків, одна (Сх 1006 А × ХЗУ 22 В) – з високою масою 1000 насінин.

Виділено гібридну комбінацію Сх 1006 А × ХЗУ 10 В, для якої зафіксовано високу врожайність насіння в екстремально-посушливих умовах 2024 року (2,43 т/га, або +0,28 т/га до середньої за гібридами у 2024 році). Цій комбінації притаманна ранньостиглість (103,3 доби, або –3 доби до середньої за гібридами у 2024 році) і високий в межах НІР₀₅ вміст олії в насінні (56,0 %, або +1,4 % до середньої за гібридами у 2024 році).

Таблиця 5.3 – Ознаки продуктивності гібридних комбінацій соняшнику
зі ступенем ураження вовчком 0,00 бульбочок

Гібридна комбінація	Урожайність насіння, т/га			Маса 1000 насінин, г			Вміст олії в насінні, %		
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А × ХЗУ 10 В	2,39	2,43 ¹⁾	2,41	44,0	44,9	44,5	51,8	56,0	53,9
Сх 1006 А × ХЗУ 3 В	2,43 ¹⁾	2,47 ¹⁾	2,45	41,3 ²⁾	45,9	43,6	51,5	55,9	53,7
Сх 1006 А × ХЗУ 22 В	2,26	2,30	2,28	49,9 ¹⁾	50,8 ¹⁾	50,4	47,7	51,9 ²⁾	49,8
Сх 808 А × ХЗУ 22 В	2,62 ¹⁾	2,66 ¹⁾	2,64	46,8	49,9 ¹⁾	48,4	48,5	52,8	50,7
Сх 81 А × ХЗУ 22 В	2,24	2,28	2,26	46,8	47,4	47,1	46,1 ²⁾	50,3 ²⁾	48,2
Сх 83 А × ІУ 075137	1,75 ²⁾	1,97	1,86	48,6	50,9 ¹⁾	49,8	40,6 ²⁾	52,9	46,8
Ярило ст.	2,06	1,80	1,93	35,8	41,1	38,5	50,8	55,2	53,0
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	0,31	0,27	–	3,6	4,3	–	2,7	2,1	–
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,44	0,38	–	5,1	6,1	–	3,9	3,0	–
Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05). Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).									

Також нашу увагу привернули гібридні комбінації, які показали певний ступінь ураження вовчком, але проявили й відносно високий рівень врожайності насіння, яка була більша за 2,30 т/га, що на рівні врожайності стандарту – гібрида Вирій, або перевищила її. Виділено десять кращих за врожайністю насіння гібридних комбінацій зі ступенем ураження вовчком від 0,06 до 2,83 шт. (табл. 5.4). Як порівняти зі стандартом врожайності гібридом Вирій, ступінь ураження вовчком якого становив 11,4 шт., ці гібридні комбінації віднесено до групи стійких.

Ранньостиглість була притаманна тільки одній гібридній комбінації цієї групи, Сх 1006 А × ІУ 075135 (102,4 доби, або –3,9 доби до середньої за роками та гібридами). Сім комбінацій мали більшу ТПСПС, ніж середнє

значення ознаки за роками та гібридами: Сх 808 А × Х 1817 В (+9,2 діб), Сх 808 А × ХЗУ 23 В (+7,1 діб), Сх 808 А × ІУ 075136 (+7,2 діб), Сх 808 А × ІУ 075139 (+5,6 діб), Сх 808 А × ІУ 075134 (+5,2 діб), Сх 83 А × Х 1817 В (+5,2 діб), Сх 83 А × ХЗУ 8 В (+3,2 доби).

Як порівняти зі стандартним гібридом Вирій, більшість цих гібридних комбінацій були більш ранньостиглими (ТПСПС менше на 0,5...13,6 діб).

Таблиця 5.4 – Біологічні ознаки кращих гібридів соняшнику з урожайністю насіння більшою ніж 2,30 т/га

Гібридна комбінація	Ступінь ураження вовчком, шт., середнє за 2023–2024 рр.	ТПСПС, діб		
		2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А × ІУ 075135	0,34	104,0 ²⁾	100,7 ²⁾	102,4
Сх 808 А × Х 1817 В	0,40	114,3 ¹⁾	116,7 ¹⁾	115,5
Сх 808 А × ХЗУ 23 В	2,23	112,0 ¹⁾	114,7 ¹⁾	113,4
Сх 808 А × ХЗУ 3 В	0,34	105,3	111,3 ¹⁾	108,3
Сх 808 А × ІУ 075136	2,83	110,3 ¹⁾	116,7 ¹⁾	113,5
Сх 808 А × ІУ 075139	0,89	111,0 ¹⁾	112,7 ¹⁾	111,9
Сх 808 А × ІУ 075134	1,73	112,7 ¹⁾	110,3 ¹⁾	111,5
Сх 83 А × Х 1817 В	0,11	112,0 ¹⁾	111,0 ¹⁾	111,5
Сх 83 А × ХЗУ 3 В	0,06	105,3	104,3 ²⁾	104,8
Сх 83 А × ХЗУ 8 В	0,11	110,0 ¹⁾	109,0 ¹⁾	109,5
Вирій ст.	11,4	115,0	117,0	116,0
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	–	1,8	1,2	–
НІР ₀₅ попарного порівняння	–	2,5	1,7	–
Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05). Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).				

Гібридні комбінації суттєво різнилися за рівнем прояву морфологічних ознак. Меншою за середню висотою рослини характеризувалася одна гібридна комбінація – Сх 83 А × Х 1817 В (148,3 см, або –6,7 см до середньої

за роками та гібридами (табл. 5.5). Ця ж сама комбінація перевищила середню за дослідом за кількістю листків на рослині (34,4 шт., або +1,8 шт.).

Таблиця 5.5 – Морфологічні ознаки гібридів соняшнику з урожайністю насіння більшою ніж 2,30 т/га

Гібридна комбінація	Висота рослини, см			Діаметр кошика, см			Кількість листків на рослині, шт.			Площа листової поверхні рослини, дм ²		
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А × ІУ 075135	166,1	152,9 ¹⁾	159,5	18,9	15,7 ²⁾	17,3	32,3	33,0	32,7	71,6	38,2	54,9
Сх 808 А × Х 1817 В	171,3	147,7	159,5	18,8	16,1 ²⁾	17,5	31,3	32,3	31,8	45,0 ²⁾	32,4	38,7
Сх 808 А × ХЗУ 23 В	178,5 ¹⁾	151,3 ¹⁾	164,9	20,5 ¹⁾	15,5 ²⁾	18,0	31,7	31,3 ²⁾	31,5	53,9	30,2	42,1
Сх 808 А × ХЗУ 3 В	158,6 ²⁾	139,0	148,8	18,3	15,0	16,7	30,3 ²⁾	28,3 ²⁾	29,3	54,2	38,0	46,1
Сх 808 А × ІУ 075136	184,7 ¹⁾	153,0 ¹⁾	168,9	18,7	14,1	16,4	32,7	31,7	32,2	45,6 ²⁾	34,9	40,3
Сх 808 А × ІУ 075139	155,1 ²⁾	140,7	147,9	19,3	13,9	16,6	32,7	33,9	33,3	70,1	30,8	50,5
Сх 808 А × ІУ 075134	173,4 ¹⁾	146,5	160,0	17,3 ²⁾	14,9	16,1	33,3	33,7	33,5	40,1 ²⁾	26,9 ²⁾	33,5
Сх 83 А × Х 1817 В	159,0 ²⁾	137,6 ²⁾	148,3	19,1	14,7	16,9	34,0 ¹⁾	34,7 ¹⁾	34,4	66,1	41,0	53,6
Сх 83 А × ХЗУ 3 В	161,8	140,4	151,1	19,0	14,6	16,8	31,0	31,7	31,4	71,9	46,8 ¹⁾	59,4
Сх 83 А × ХЗУ 8 В	161,6	140,2	150,9	19,5	15,1	17,3	35,0 ¹⁾	35,7 ¹⁾	35,4	75,4 ¹⁾	50,3 ¹⁾	62,9
Вирій ст.	171,7	147,8	159,8	19,4	16,2	17,8	32,0	34,0	33,0	45,8	28,6	37,2
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	6,2	5,4	–	1,1	0,8	–	1,4	1,4	–	11,0	7,0	–
НІР ₀₅ попарного порівняння	8,8	7,7	–	1,6	1,2	–	1,9	2,0	–	15,7	9,9	–

Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05).
Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).

Жодній комбінації не було притаманне стабільне відхилення від середньої за дослідом за діаметром кошика. Порівнюючи зі стандартним

гібридом Вирій, більшість цих гібридних комбінацій мали більшу площу листової поверхні (на 1,5...25,7 дм²).

Тільки одна з високоврожайних гібридних комбінацій мала площу листової поверхні рослини, що перевищила середню за дослідом, а саме Сх 83 А × ХЗУ 8 В, яка в середньому за два роки сформувала площу листової поверхні 62,9 дм², що на 13,6 дм² вище за середню за гібридами. Це підтверджує раніше зроблені нами висновки, що соняшникова рослина в багатьох випадках розвиває надмірну площу листової поверхні, а максимальну врожайність показують гібриди з площею листової поверхні на рівні середньої [209]. Наприклад, високоврожайна гібридна комбінація Сх 808 А × ІУ 075134 в середньому за два роки сформувала площу листової поверхні 33,5 дм², що на 15,8 дм² менше за середню.

Слід відмітити, що не всі гібридні комбінації цієї групи мали врожайність насіння достовірно вищу за середню за дослідом за два роки досліджень, але виділилися за іншими ознаками: висока врожайність в умовах 2024 року, високий вміст олії в насінні. В умовах 2023 року врожайність гібридної комбінації Сх 1006 А × ІУ 075135 становила 2,52 т/га і достовірно перевищила середню за дослідом, у гостро посушливих умовах 2024 року була на рівні середньої за дослідом (табл. 5.6). Відомо, що гібриди з більш тривалим вегетаційним періодом мають переваги над більш ранньостиглими, які виражаються в більшій продуктивності та в здатності уникати негативного впливу абіотичних чинників (високі температури повітря, нестача вологи) упродовж критичних фаз розвитку рослини [210]. Тому гібридна комбінація, яка поєднала стійкість до вовчка (ступінь ураження 0,34 шт.), ранньостиглість (ТПСПС 102,4 доби) з середньою за два роки врожайністю 2,41 т/га, що на рівні середньої за дослідом, є особливо цінною.

Упродовж двох років досліджень, зафіксовано високу врожайність насіння гібридних комбінацій цієї групи: Сх 808 А × ІУ 075136 (2,58 і 2,46 т/га); Сх 808 А × ІУ 075134 (2,74; 2,61 т/га); Сх 83 А × ХЗУ 8 В (2,45 і

2,49 т/га). Гібридних комбінацій з високою масою 1000 насінин за два роки досліджень не зафіксовано. За два роки досліджень встановлено високий вміст олії для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075139 (54,1 і 58,4 %).

Таблиця 5.6 – Ознаки продуктивності кращих за врожайністю насіння гібридів соняшнику

Гібридна комбінація	Урожайність насіння, т/га			Маса 1000 насінин, г			Вміст олії в насінні, %		
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А × ІУ 075135	2,52 ¹⁾	2,29	2,41	52,6 ¹⁾	42,2	47,4	50,4	55,9	53,2
Сх 808 А × Х 1817 В	2,42 ¹⁾	2,72 ¹⁾	2,57	39,4 ²⁾	42,2	40,8	47,0 ²⁾	53,5	50,3
Сх 808 А × ХЗУ 23 В	2,28	2,52 ¹⁾	2,40	36,4 ²⁾	41,5	39,0	49,5	56,7	53,1
Сх 808 А × ХЗУ 3 В	2,21	2,79 ¹⁾	2,50	36,2 ²⁾	41,0	38,6	51,5	55,6	53,6
Сх 808 А × ІУ 075136	2,58 ¹⁾	2,46 ¹⁾	2,52	43,0	47,6	45,3	52,9 ¹⁾	53,7	53,3
Сх 808 А × ІУ 075139	2,34	2,27	2,31	43,3	42,6	43,0	54,1 ¹⁾	58,4 ¹⁾	56,3
Сх 808 А × ІУ 075134	2,74 ¹⁾	2,61 ¹⁾	2,68	46,6	44,8	45,7	54,3 ¹⁾	55,8	55,1
Сх 83 А × Х 1817 В	2,28	2,32	2,30	46,8	49,8 ¹⁾	48,3	44,2 ²⁾	48,5 ²⁾	46,4
Сх 83 А × ХЗУ 3 В	2,29	2,33	2,31	46,8	43,2	45,0	48,5	52,8	50,7
Сх 83 А × ХЗУ 8 В	2,45 ¹⁾	2,49 ¹⁾	2,47	46,8	45,8	46,3	48,9	53,1	51,0
Вирій ст.	2,59	2,46	2,53	42,3	48,4	45,4	49,4	53,4	51,4
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	0,31	0,27	–	3,6	4,3	–	2,7	2,1	–
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,44	0,38	–	5,1	6,1	–	3,9	3,0	–
Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05). Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).									

Слід відмітити, що в середньому за два роки досліджень перевагу над врожайністю стандартного гібрида Вирій (2,53 т/га) мала гібридна комбінація Сх 808 А × ІУ 075134 (+0,15 т/га). За вмістом олії в насінні, кращими за

стандарт були гібридні комбінації Сх 1006 А × ІУ 075135 (+1,8 %); Сх 808 А × ХЗУ 23 В (+1,7 %); Сх 808 А × ХЗУ 3 В (+2,2 %); Сх 808 А × ІУ 075136 (+1,9 %); Сх 808 А × ІУ 075139 (+4,9 %); Сх 808 А × ІУ 075134 (+3,7 %).

Сучасні зміни клімату потребують від селекціонерів створення гібридів, стійких до вовчка, здатних формувати високу продуктивність в умовах повітряної посухи та високих температур повітря упродовж вегетаційного періоду соняшника [195, 211]. У наших дослідженнях гібридні комбінації Сх 1006 А × ХЗУ 3 В, Сх 808 А × ХЗУ 22 В, Сх 808 А × ІУ 075136, Сх 808 А × ІУ 075134, Сх 83 А × ХЗУ 8 В і Сх 1006 А × ХЗУ 10 В у спекотних і посушливих погодних умовах 2024 року показали врожайність насіння вище за середню за дослідом, що дало змогу охарактеризувати їх як посухостійкі.

Таким чином, серед гібридів цієї групи виділено одну гібридну комбінацію, яка за даними двох років досліджень поєднувала низький ступінь ураження вовчком (від 0,11 до 2,83 шт.) з ранньостиглістю, одну – з високим вмістом олії в насінні, три – зі стабільно високою врожайністю насіння, яка достовірно перевищила середню за гібридами, і одна – зі стабільно високою врожайністю насіння та великою площею листової поверхні.

5.2 Мінливість цінних господарських ознак у гібридів зі змінним жирнокислотним складом олії, стійких до вовчка

Якісним показником соняшникової олії є вміст олеїнової кислоти. З насіння гібридів соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти можна отримати високоякісну олію, яка довго зберігається, а продукти з неї корисні для споживача. Основними жирними кислотами в олії соняшнику є ненасичені кислоти – олеїнова та лінолева, співвідношення яких може змінюватися в широких межах залежно від сортових особливостей, погодних

і ґрунтових умов. Для отримання гібридів соняшнику найчастіше залучають у селекцію лінії лінолевого типу. Але на тепер більш актуальними та перспективними вважають гібриди соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти. Залучення в селекцію двох батьківських компонентів олеїнового типу призводить до отримання гібридних комбінацій, насіння яких містить високоякісну олію з найвищим вмістом олеїнової кислоти [212].

З метою визначення особливостей прояву вмісту олеїнової кислоти в олії та стійкості до вовчка в першому гібридному поколінні, до тест-схрещування залучено лінії, різноманітні за вмістом олеїнової кислоти в олії (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Вміст олеїнової кислоти в олії насіння у ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику, % до суми кислот

Лінія	Вміст олеїнової кислоти в олії, % до суми кислот			Лінія	Вміст олеїнової кислоти в олії, % до суми кислот		
	2023 рік	2024 рік	сер.		2023 рік	2024 рік	сер.
Сх 1006 А	25,5	27,5	26,5	ХЗУ 3 В	19,0	21,0	20,0
Сх 808 А	19,3	22,7	21,0	ХЗУ 8 В	25,0	29,0	27,0
Сх 81 А	25,0	31,1	28,0	ХЗУ 22 В	24,0	27,4	25,7
Сх 83 А	85,5	87,2	86,4	ХЗУ 30 В	21,0	23,5	22,3
ХЗУ 37 В	19,0	18,3	18,6	ІУ 075136	49,3	52,9	51,1
ХЗУ 39 В	18,0	18,9	18,5	ІУ 075135	19,4	27,0	23,2
Х 1814 В	24,3	26,2	25,2	ІУ 075139	20,5	27,0	23,8
Х 1817 В	28,9	33,8	31,4	ІУ 075137	44,6	56,5	50,6
ХЗУ 10 В	21,1	24,6	22,8	ІУ 075138	86,9	84,9	85,9
ХЗУ 23 В	20,3	30,4	25,3	ІУ 075134	25,0	26,9	26,0

У середньому за два роки, лініям Сх 83 А та ІУ 075138 був притаманний високий вміст олеїнової кислоти (86,4 та 85,9 %, відповідно),

лініям IU 075136 та IU 075137 – середній вміст олеїнової кислоти (51,1 та 50,6 %, відповідно).

Інші лінії, залучені до схрещувань, віднесено до групи ліній низькоолеїнового (лінолевого) типу. Середній за два роки вміст олеїнової кислоти в їх олії варіював від 18,5 % (ХЗУ 39 В) до 31,4 % (Х 1817 В).

Порівнюючи дані за 2023 і 2024 рр., з'ясовано, що вміст олеїнової кислоти за роками варіював несуттєво, що свідчить про генетично обумовлений склад жирних кислот в олії насіння ліній. Не виявлено ліній, які в один рік можна віднести до групи високо- або середньоолеїнових, у другий – до групи низькоолеїнових. Серед ліній групи низькоолеїнових, найбільшим чином, вміст олеїнової кислоти залежно від погодних умов року варіював у лінії ХЗУ 23 В – від 20,3 % у 2023 році до 30,4 % у 2024 році, тобто збільшився на 10,1 %. У середньоолеїнової лінії IU 075137 вміст олеїнової кислоти залежно від погодних умов року варіював від 44,6 у 2023 році до 56,5 % у 2024 році, тобто збільшився на 11,9 %. Мінливість вмісту олеїнової кислоти в олії насіння інших ліній була менш помітною, його зростання у 2024 році варіювало від 0,9 % у лінії ХЗУ 39 В до 7,6 % у лінії IU 075135.

Загалом слід відмітити, що для більшості ліній вміст олеїнової кислоти в умовах 2024 року був дещо вищим, ніж в умовах 2023 року. Винятком були лінії ХЗУ 37 В (–0,7 %) і IU 075138 (–2,0 %). Отже підтверджено установлену іншими науковцями позитивну лінійну залежність вмісту олеїнової кислоти від температурного режиму впродовж наливу насіння [213].

Вміст олеїнової кислоти в олії 20-ти гібридних комбінацій соняшнику, створених з участю наведених вище ліній олеїнового типу, в середньому за два роки варіював від 46,9 до 86,7 % (табл. 5.8). Гібриди цієї групи порівнювали з високоолеїновим гібридом Кадет, із середнім за два роки вмістом олеїнової кислоти в олії 83,9 % (див. розділ 2) та ступенем ураження вовчком 3,60 та 11,3 бульбочки на рослину у 2023 і 2024 році, відповідно.

Таблиця 5.8 – Вміст олеїнової кислоти в олії насіння гібридних комбінацій соняшнику, % до суми кислот, і ступінь ураження вовчком, шт.

Гібридна комбінація	Вміст олеїнової кислоти, % до суми кислот			Ступінь ураження вовчком, шт.	
	2023 рік	2024 рік	сер.	2023 рік	2024 рік
Cx 1006 A × IU 075137	45,0	48,8	46,9	0,00	0,34
Cx 1006 A × IU 075138	57,6	60,9	59,2	0,00	0,56
Cx 81 A × IU 075138	49,9	51,3	50,6	1,34	1,78
Cx 808 A × IU 075138	66,7	72,3	69,5	3,69	1,78
Cx 83 A × X 1814 B	65,5	71,4	68,4	0,26	0,78
Cx 83 A × X 1817 B	64,7	68,4	66,5	0,00	0,22
Cx 83 A × X3У 3 B	65,2	67,2	66,2	0,00	0,12
Cx 83 A × X3У 8 B	61,0	63,0	62,0	0,00	0,22
Cx 83 A × X3У 10 B	70,4	69,8	70,1	0,34	0,00
Cx 83 A × X3У 22 B	68,0	69,1	68,6	0,26	0,56
Cx 83 A × X3У 23 B	56,4	67,4	61,9	2,89	6,78
Cx 83 A × X3У 30 B	68,6	71,2	69,9	1,89	2,33
Cx 83 A × X3У 37 B	73,2	75,2	74,2	7,86	8,78
Cx 83 A × X3У 39 B	69,9	72,3	71,1	6,30	7,22
Cx 83 A × IU 075134	61,0	62,3	61,6	0,00	0,22
Cx 83 A × IU 075135	68,6	69,1	68,8	0,89	0,01
Cx 83 A × IU 075136	81,9	83,7	82,8	0,90	0,12
Cx 83 A × IU 075137	71,9	77,8	74,8	0,00	0,00
Cx 83 A × IU 075138	86,5	86,9	86,7	0,00	0,23
Cx 83 A × IU 075139	52,6	50,1	51,3	0,17	0,56
Кадет – ст.	85,4	82,4	83,9	3,60	11,3

За вмістом олеїнової кислоти перевищила стандарт одна гібридна комбінація – Cx 83 A × IU 075138, із вмістом олеїнової кислоти 86,5 і 86,9 %, у середньому за два роки 86,7 %, що на 2,8 % вище, ніж вміст олеїнової кислоти в гібрида-стандарту Кадет. Оскільки ступінь ураження вовчком цієї комбінації становила 0,00 та 0,23 бульбочки у 2023 і 2024 році, відповідно, її охарактеризовано як високоолеїнову та стійку до вовчка.

Гібридна комбінація Сх 83 А × ІУ 075136 не перевищила стандарт за вмістом олеїнової кислоти (82,8 % у середньому за два роки), але проявила високу стійкість до вовчка (0,90 та 0,12 бульбочки на рослині).

За даними таблиці 5.8, 14 гібридних комбінацій були стійкими до вовчка (від 0,00 до 0,90 бульбочки). Три гібридні комбінації мали ступінь ураження більше однієї бульбочки, але менше ніж п'ять, тобто їх віднесено до групи помірно стійких. Це такі гібридні комбінації: Сх 81 А × ІУ 075138; Сх 808 А × ІУ 075138 і Сх 83 А × ХЗУ 30 В. До нестійких (більше чотирьох бульбочок) віднесено три гібридні комбінації: Сх 83 А × ХЗУ 23 В; Сх 83 А × ХЗУ 37 В і Сх 83 А × ХЗУ 39 В.

Найбільша кількість гібридних комбінацій олеїнового типу отримана з лінією-тестером Сх 83 А. Господарські ознаки кращих за врожайністю гібридних комбінацій з лінією Сх 83 А наведено в таблиці 5.9.

За вмістом олії в насінні, всі наведені гібридні комбінації були на рівні середнього значення або мали вміст олії в насінні нижчий за середнє значення.

Чотири гібридні комбінації з наведених з материнською лінією Сх 83 А за даними двох років досліджень віднесено до ранньостиглих: Сх 83 А × ХЗУ 22 В, Сх 83 А × ХЗУ 30 В, Сх 83 А × ХЗУ 37 В, Сх 83 А × ХЗУ 39 В. Також вони досягали раніше, ніж стандарт Кадет, у якого ТПСПС становила 108 і 113 діб у 2023 і 2024 році, відповідно. У 2023 році були більш пізньостиглими порівняно до стандарту гібридні комбінації Сх 83 А × Х 1814 В (111 діб) та Сх 83 А × ІУ 075136 (108 діб). Інші сім гібридних комбінацій мали ТПСПС від 101 до 106 діб. У 2024 році всі гібридні комбінації мали ТПСПС від 102 до 112 діб.

Таким чином, серед ліній виділено дві лінії з високим вмістом олеїнової кислоти (86,4 та 85,9 %) і дві лінії з середнім вмістом олеїнової кислоти (51,1 та 50,6 %). Вміст олеїнової кислоти за роками в цілому за окремими лініями варіював несуттєво, тобто не виявлено ліній, які в один рік

можна віднести до групи високо- або середньоолеїнових, у другий – до групи низькоолеїнових.

Таблиця 5.9 – Господарські ознаки кращих за врожайністю гібридів соняшнику з лінією Сх 83 А

Гібридна комбінація	Урожайність насіння, т/га		ТПСПС, діб		Вміст олії в насінні, %	
	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік	2023 рік	2024 рік
Сх 83 А ×Х 1814 В	2,27	2,31	111 ¹⁾	110 ¹⁾	49,4	53,6
Сх 83 А ×ХЗУ 10 В	1,61 ²⁾	2,11	106	105 ²⁾	47,8	52,9
Сх 83 А ×ХЗУ 22 В	2,19	2,23	104 ²⁾	103 ²⁾	44,6 ²⁾	48,9 ²⁾
Сх 83 А ×ХЗУ 30 В	2,08	2,12	104 ²⁾	103 ²⁾	47,3 ²⁾	51,6 ²⁾
Сх 83 А × ХЗУ 37 В	2,07	2,11	103 ²⁾	102 ²⁾	49,5	53,7
Сх 83 А ×ХЗУ 39 В	1,98	2,02	104 ²⁾	103 ²⁾	50,4	54,6
Сх 83 А ×ІU 075136	2,06	2,10	108	107	46,9 ²⁾	51,2 ²⁾
Сх 83 А ×ІU 075137	1,75 ²⁾	1,97	102 ²⁾	106	40,6 ²⁾	52,9
Сх 83 А ×ІU 075138	1,91	2,08	101 ²⁾	112 ¹⁾	45,7 ²⁾	50,2 ²⁾
Кадет ст.	2,30	2,35	108	113	49,4	57,5
НІР ₀₅ порівняння з середнім значенням ознаки	0,31	0,27	1,8	1,2	2,7	2,1
НІР ₀₅ попарного порівняння	0,44	0,38	2,5	1,7	3,9	3,0
Примітка 1. ¹⁾ – достовірно перевищує середнє значення за дослідом (p<0,05). Примітка 2. ²⁾ – достовірно нижче за середнє значення за дослідом (p<0,05).						

Для більшості ліній вміст олеїнової кислоти в умовах 2024 року був вищим, ніж в умовах 2023 року. Серед 20-ти гібридних комбінацій 17 визначені як стійкі та помірно стійкі до вовчка. Виділено одну гібридну комбінацію з високим (82,8 %) вмістом олеїнової кислоти та високостійку до вовчка.

Виділено лінію Сх 83 А, всі гібридні комбінації з якою мали високий та середній вміст олеїнової кислоти. Серед дев'яти кращих за врожайністю

гібридних комбінацій з лінією Сх 83 А, дві гібридні комбінації поєднували стійкість до вовчка з середнім вмістом олеїнової кислоти, з них одна також мала врожайність насіння на рівні гібрида-стандарту Кадет. Не виявлено комбінацій, що поєднували високий вміст олії зі стійкістю до вовчка. Гібридні комбінації поєднували помірну стійкість до вовчка з ранньостиглістю і середнім вмістом олеїнової кислоти в олії.

5.3 Особливості успадкування стійкості соняшнику до вовчка та цінних господарських ознак у першому гібридному поколінні

Оцінка успадкування цінних господарських ознак у першому гібридному поколінні за показником «ступінь фенотипового домінування» була успішною на соняшнику як для ознак продуктивності [214], так і для ознак стійкості до збудників хвороб [215]. Визначення особливостей успадкування соняшнику до вовчка та успадкування різних цінних господарських ознак перспективно для використання в селекційному процесі для створення гібридів відповідно до ринкових вимог.

За ознакою стійкості до вовчка у 11 гібридних комбінацій, що складає 17 % від їх загальної кількості, спостерігали позитивне наддомінування, у 32 (50 %) гібридних комбінацій – часткове позитивне домінування, у 11 (17 %) – проміжне успадкування, у двох (3 %) – часткове негативне домінування, а у восьми (13 %) спостерігали негативне наддомінування (депресію) (рис. 5.1). Отже, більшість батьківських компонентів, яким притаманна стійкість до вовчка, передали цю ознаку більшості гібридних комбінацій першого покоління.

Згідно з показником «ступінь фенотипового домінування» за ознакою «стійкість до вовчка», гібридні комбінації розподілено на п'ять груп: позитивне наддомінування, часткове позитивне домінування, проміжне успадкування, часткове негативне домінування та негативне наддомінування. Далі всередині кожної групи ми розділили гібридні комбінації на групи

залежно від типу успадкування за кожною з цінних господарських ознак: ТПСПС, урожайність насіння, маса 1000 насінин і вміст олії в насінні.

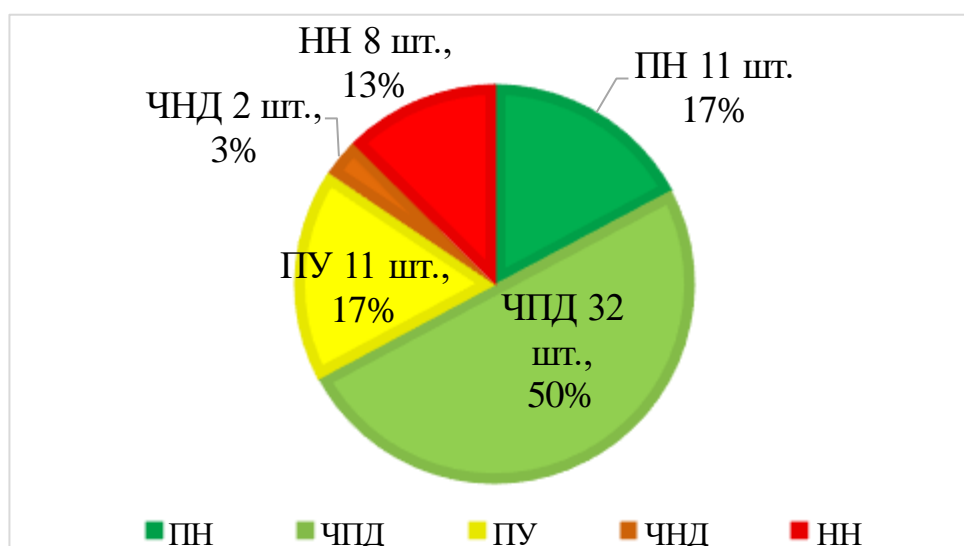
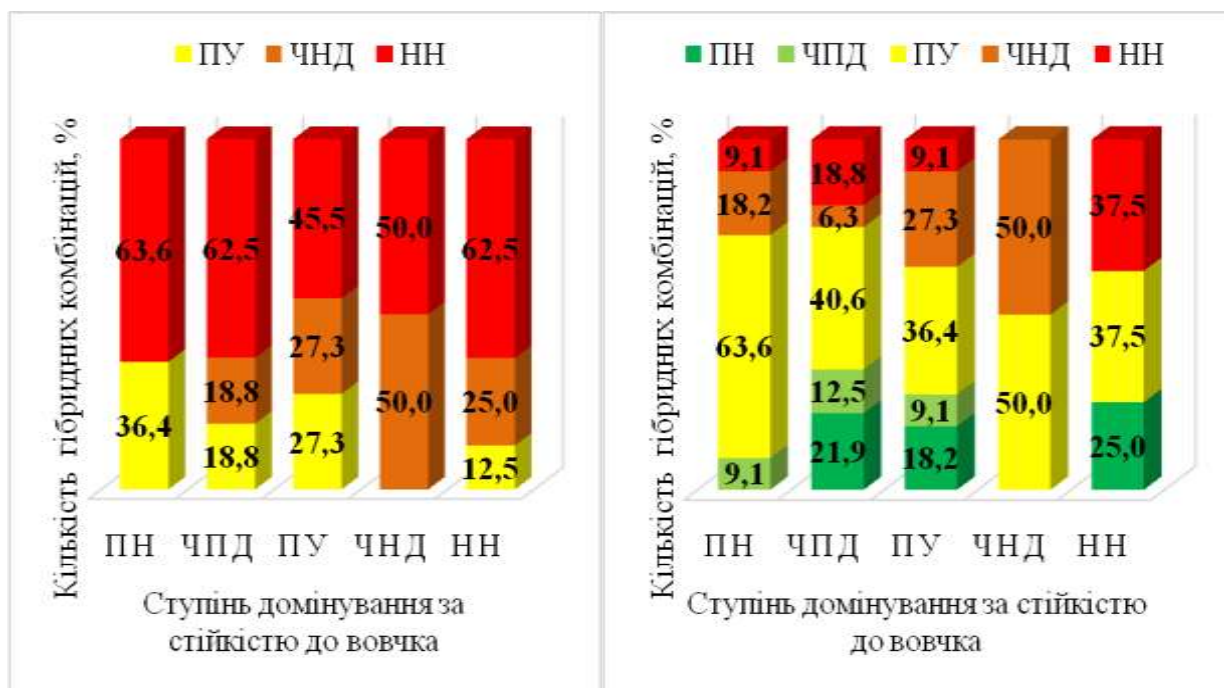


Рисунок 5.1 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування стійкості до вовчка, шт., %, 2023–2024 рр.

Примітка. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

Для ТПСПС за краще приймали менше вираження ознаки, тобто ранньостиглість. В умовах 2023 року установлені три типи успадкування ТПСПС: проміжне успадкування, часткове негативне домінування і негативне наддомінування пізньостиглості, які виявлені всередині практично всіх груп, сформованих за типом успадкування стійкості до вовчка (рис. 5.2). Переважала кількість гібридних комбінації з успадкуванням ТПСПС за типом негативного наддомінування (від 45,5 до 63,6 %), тобто тривалість їх вегетаційного періоду була більшою, ніж тривалість вегетаційного періоду більш пізньої батьківської лінії. Для гібридних комбінацій найбільш цікавих за типом успадкування стійкості до вовчка груп (позитивного наддомінування і часткового позитивного домінування), успадкування за типом негативного наддомінування пізньостиглості виявлено для 63,6 і 62,5 % гібридних комбінацій. Ці дві групи включали також комбінації з

проміжним успадкуванням ТПСПС (36,4 і 18,8 %). У групі з частковим позитивним домінуванням стійкості до вовчка присутні 18,8 % комбінацій з частковим негативним домінуванням пізньостиглості.



2023 рік

2024 рік

Рисунок 5.2 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування ТПСПС, %

Примітка 1. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

Примітка 2. Кольори відповідно до ступеня домінування за ТПСПС наведені зверху над діаграмою.

Таким чином, в умовах 2023 року сумарна вірогідність отримання ТПСПС на рівні і менше ранньостиглого батьківського компоненту в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 63,6 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 81,3 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

В умовах 2024 року установлені п'ять типів успадкування ТПСПС. Кількісно переважала група гібридних комбінацій з проміжним успадкуванням ТПСПС. Гібридні комбінації групи позитивного

наддомінування стійкості до вовчка показали 9,1 % часткового позитивного домінування, 63,6 % проміжного успадкування, 18,2 % часткового негативного домінування і 9,1% негативного наддомінування ТПСПС. Серед гібридних комбінацій з частковим позитивним домінуванням стійкості до вовчка 21,9 % мали позитивне наддомінування ТПСПС, 12,5 % – часткове позитивне домінування, 40,6 % – проміжне успадкування, 6,3 % – часткове негативне домінування і 18,8 % – негативне наддомінування ТПСПС.

Таким чином, в умовах 2024 року сумарна вірогідність отримання ТПСПС на рівні і менше ранньостиглого батьківського компоненту в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 27,3 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 25,1 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

За врожайністю насіння встановлено переважно позитивне наддомінування високої врожайності (рис. 5.3). В умовах 2023 року виявлено також успадкування врожайності насіння за типом часткового позитивного наддомінування, проміжного успадкування і негативного наддомінування. Гібридні комбінації групи позитивного наддомінування стійкості до вовчка показали 90,9 % позитивного наддомінування і 9,1 % часткового позитивного домінування врожайності насіння. Гібридні комбінації групи часткового позитивного домінування стійкості до вовчка показали 87,5 % позитивного наддомінування, 3,1 % часткового позитивного домінування і 9,4 % проміжного успадкування урожайності насіння.

Таким чином, в умовах 2023 року сумарна вірогідність отримання врожайності насіння на рівні і вище більш врожайного батьківського компоненту в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 90,6 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

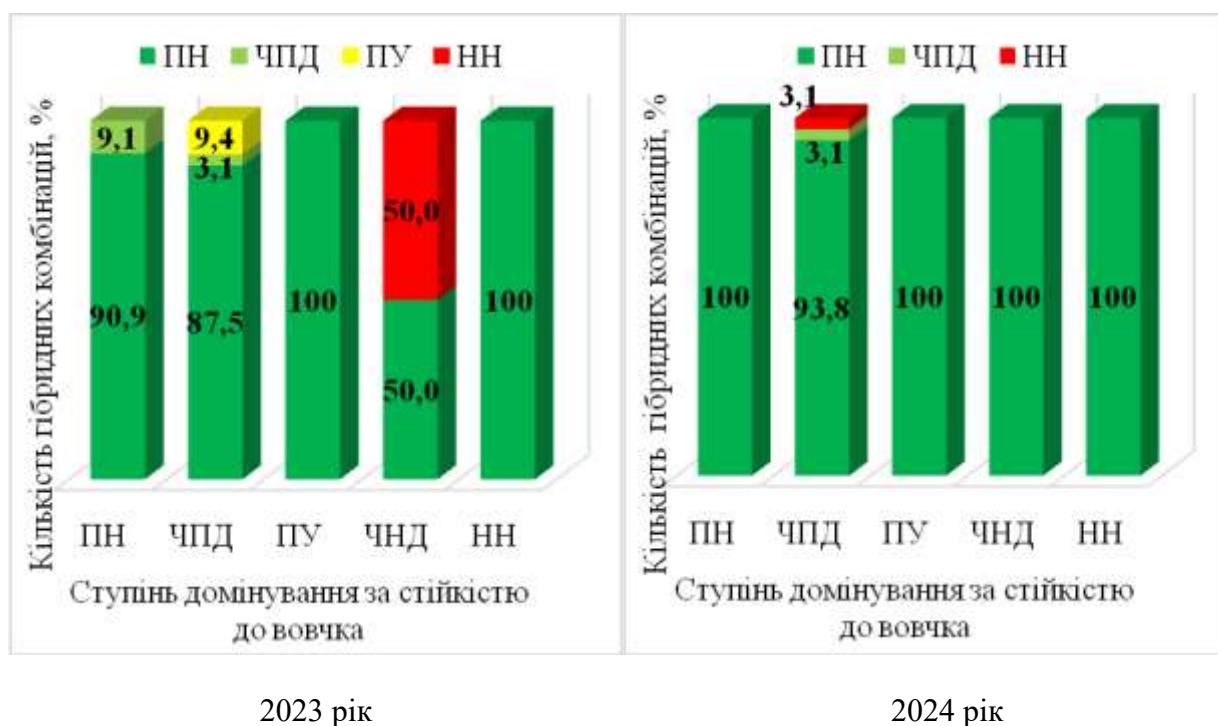


Рисунок 5.3 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування урожайності насіння, %

Примітки: 1. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

2. Кольори відповідно до ступеня домінування за врожайністю насіння наведені зверху над діаграмою.

В умовах 2024 року встановлено успадкування високої врожайності насіння за типом позитивного наддомінування, часткового позитивного домінування і негативного наддомінування. Гібридні комбінації групи позитивного наддомінування стійкості до вовчка показали 100 % позитивного наддомінування врожайності насіння. Гібридні комбінації групи часткового позитивного домінування стійкості до вовчка показали 93,8 % позитивного наддомінування, 3,1 % часткового позитивного домінування і 3,1 % проміжного успадкування урожайності насіння. За іншими типами успадкування стійкості до вовчка гібридні комбінації мали 100 % позитивного наддомінування врожайності насіння.

Таким чином, в умовах 2024 року сумарна вірогідність отримання врожайності насіння на рівні і вище більш врожайного батьківського

компоненту в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 96,9 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

За масою 1000 насінин у більшості гібридних комбінацій спостерігали позитивне наддомінування високої маси 1000 насінин (рис. 5.4).

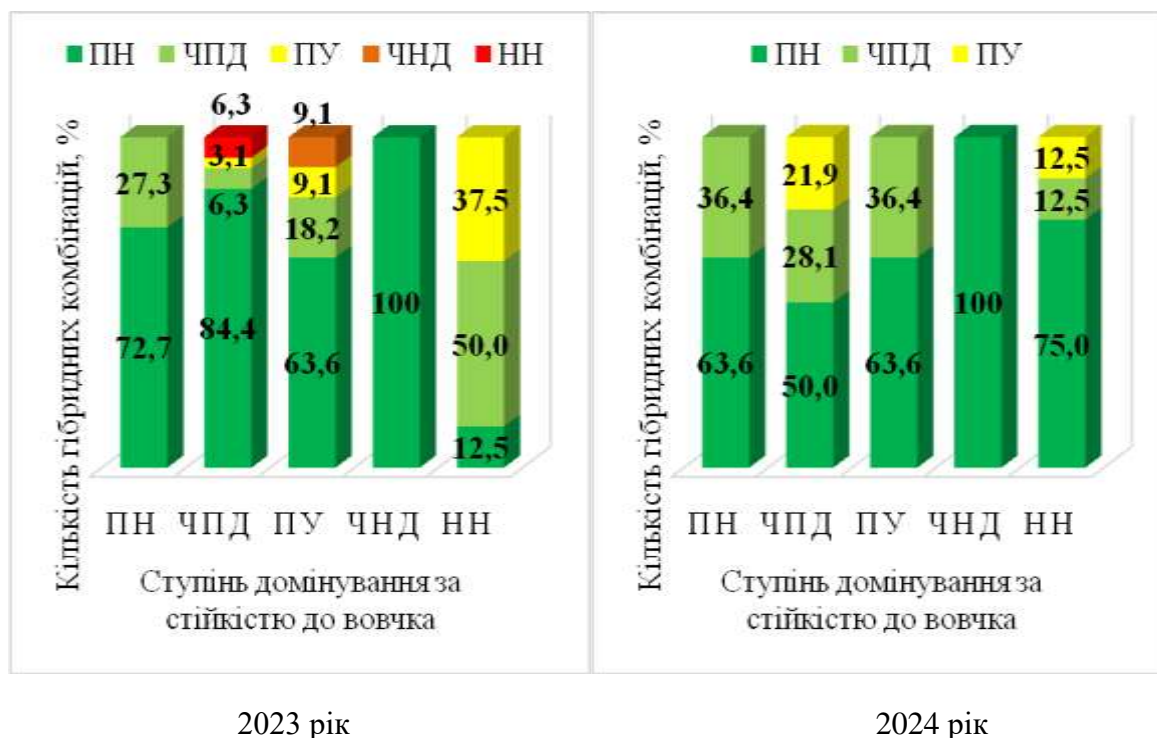


Рисунок 5.4 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування маси 1000 насінин, %

Примітки: 1. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

2. Кольори відповідно до ступеня домінування за масою 1000 насінин наведені зверху над діаграмою.

В умовах 2023 року успадкування маси 1000 насінин відбувалося також за типами часткового позитивного домінування, проміжного успадкування, часткового негативного домінування і негативного наддомінування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, 72,7 % гібридних комбінацій мали позитивне наддомінування ознаки маси

1000 насінин, 27,3 % – часткове позитивне домінування ознаки. За успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування, 84,4 % гібридних комбінацій мали позитивне наддомінування маси 1000 насінин, 6,25 % – часткове позитивне домінування, 3,13 % – проміжне успадкування та 6,25 % – негативне наддомінування ознаки.

Таким чином, в умовах 2023 року сумарна вірогідність отримання маси 1000 насінин на рівні і вище батьківського компонента з більшою масою 1000 насінин у гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 90,7 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

В умовах 2024 року встановлено успадкування маси 1000 насінин за типами позитивного наддомінування, часткового позитивного домінування і проміжного успадкування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, 63,6 % гібридних комбінацій проявили позитивне наддомінування маси 1000 насінин, а 36,4 % – часткове позитивне домінування ознаки. За успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування, у 50 % гібридних комбінацій спостерігали позитивне наддомінування маси 1000 насінин, у 28,1 % – часткове позитивне домінування, а у 21,9 % – проміжне успадкування ознаки.

Таким чином, в умовах 2024 року сумарна вірогідність отримання маси 1000 насінин на рівні і вище батьківського компонента з більшою масою 1000 насінин, в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 78,1 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

За вмістом олії в насінні у більшості гібридних комбінацій спостерігали успадкування за типом позитивного наддомінування високого вмісту олії (рис. 5.5). В умовах 2023 року встановлено успадкування вмісту олії також за

типами часткового позитивного домінування і негативного наддомінування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, 90,9 % гібридних комбінацій проявили позитивне наддомінування вмісту олії в насінні, а 9,09 % проявили навпаки негативне наддомінування ознаки. За успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування, 84,4 % гібридних комбінацій мали позитивне наддомінування вмісту олії в насінні, в той час як 15,6 % мали часткове позитивне домінування ознаки.

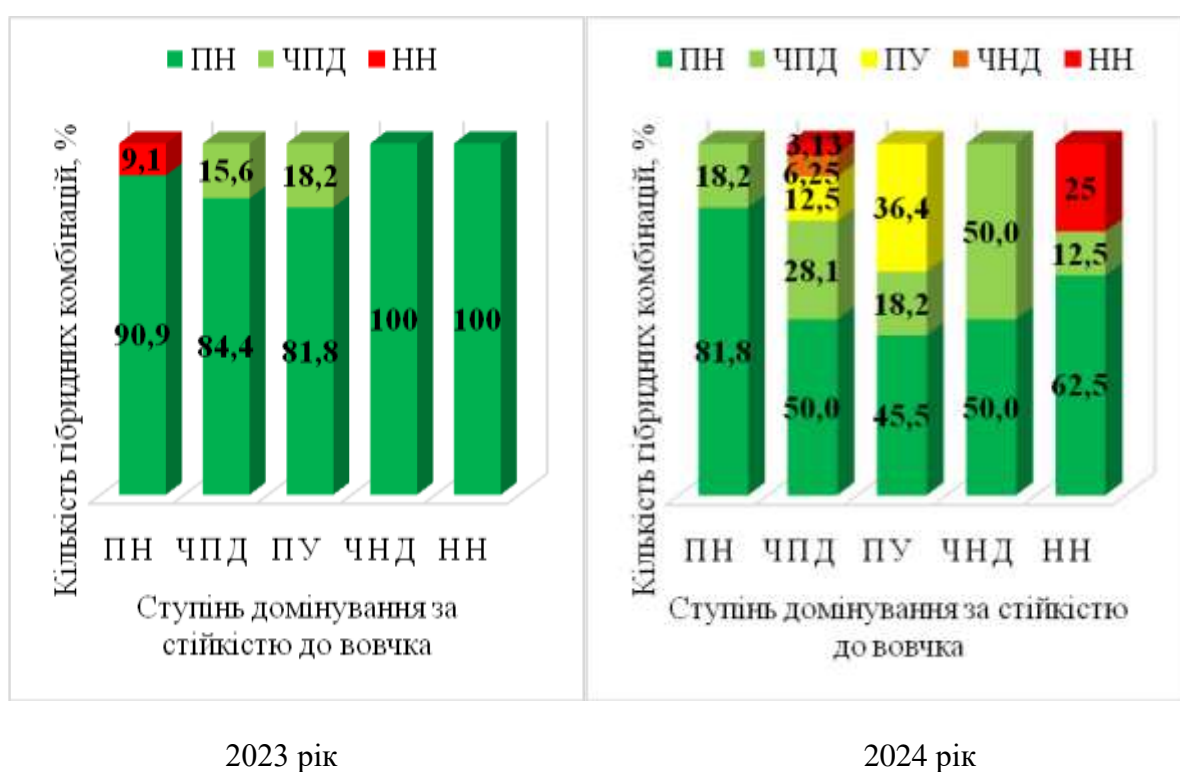


Рисунок 5.5 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування вмісту олії в насінні, %

Примітка 1. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

Примітка 2. Кольори відповідно до ступеня домінування за вмістом олії в насінні наведені зверху над діаграмою.

Таким чином, в умовах 2023 року сумарна вірогідність отримання вмісту олії на рівні і вище батьківського компонента з більшим вмістом олії в

гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 90,9 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

В умовах 2024 року встановлено успадкування вмісту олії за типами позитивного наддомінування, часткового позитивного домінування, проміжного успадкування, часткового негативного домінування і негативного наддомінування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, у 81,8 % гібридних комбінацій спостерігали позитивне наддомінування вмісту олії в насінні, в той час як 18,2 % мали часткове позитивне домінування ознаки. За типом часткового позитивного домінування стійкості до вовчка у 50 % гібридних комбінацій спостерігали позитивне наддомінування ознаки вмісту олії в насінні, у 28,1 % – часткове позитивне домінування ознаки, у 12,5 % – проміжне успадкування, у 6,25 % – часткове негативне домінування, а у 3,13 % – негативне наддомінування ознаки.

Таким чином, в умовах 2024 року сумарна вірогідність отримання вмісту олії на рівні і вище батьківського компонента з більшим вмістом олії, в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 100 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 78,1 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

Для дослідження успадкування ознаки вмісту олеїнової кислоти в олії визначали ступені домінування ознаки стійкості до вовчка тільки олеїнових гібридних комбінацій олеїнового типу (див. табл. 5.8). Успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування було притаманне 27 % гібридних комбінацій олеїнового типу (рис. 5.6). Часткове позитивне домінування стійкості до вовчка продемонстрували 45 % гібридних комбінацій олеїнового типу, проміжне успадкування – 9 %, часткове негативне домінування – 5 %, негативне наддомінування – 14 %. Це свідчить

про те, що більшості гібридних комбінацій олеїнового типу було притаманне позитивне наддомінування та часткове позитивне домінування ознаки стійкості до вовчка.

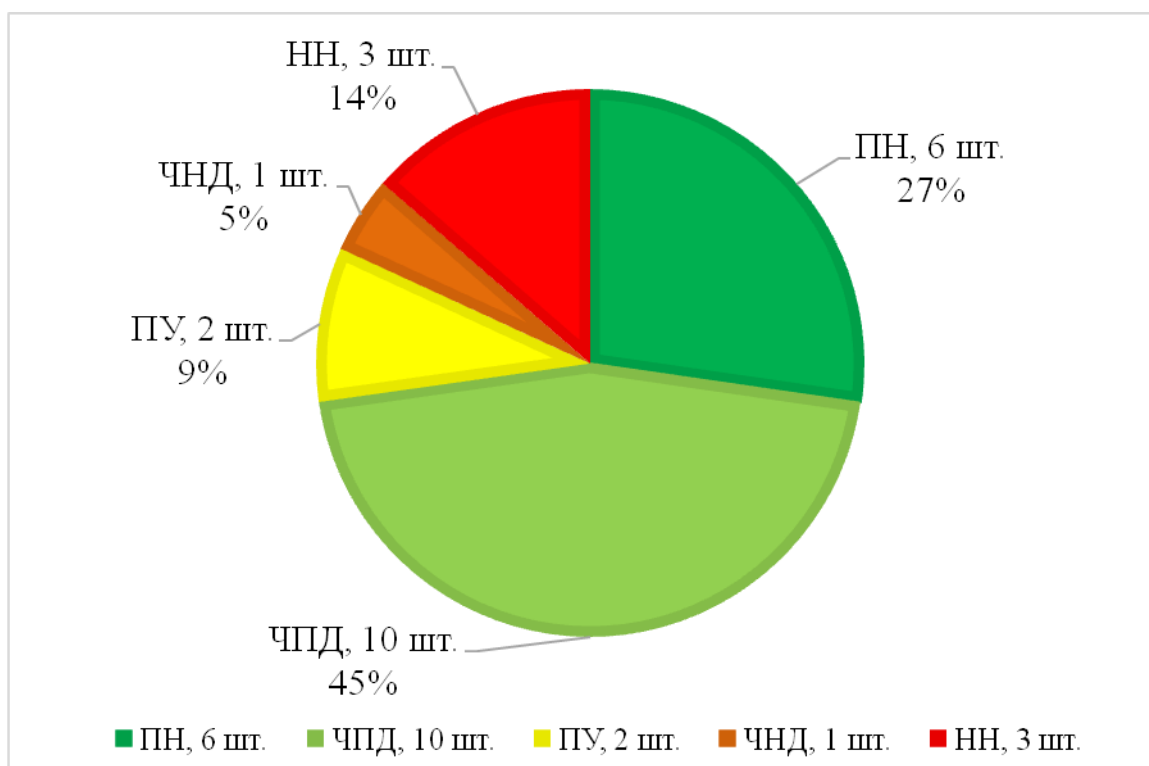


Рисунок 5.6 – Кількість олеїнових гібридних комбінацій за типом успадкування стійкості до вовчка, 2023–2024 рр.

Примітка. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

Більшість гібридних комбінацій олеїнового типу мали проміжний тип успадкування вмісту олеїнової кислоти в олії (рис. 5.7). В умовах 2023 року також встановлено успадкування вмісту олеїнової кислоти за типами часткового позитивного домінування, проміжного успадкування і часткового негативного домінування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, 16,7 % гібридних комбінацій показали позитивне наддомінування вмісту олеїнової кислоти в олії, 16,7 % – часткове позитивне домінування, 50 % – проміжне успадкування, і 16,7 % – негативне наддомінування ознаки. За типом часткового позитивного домінування

стійкості до вовчка, 10 % гібридних комбінацій мали часткове позитивне домінування вмісту олеїнової кислоти в олії, в той час як інші гібридні комбінації (90 %) мали проміжне успадкування ознаки.

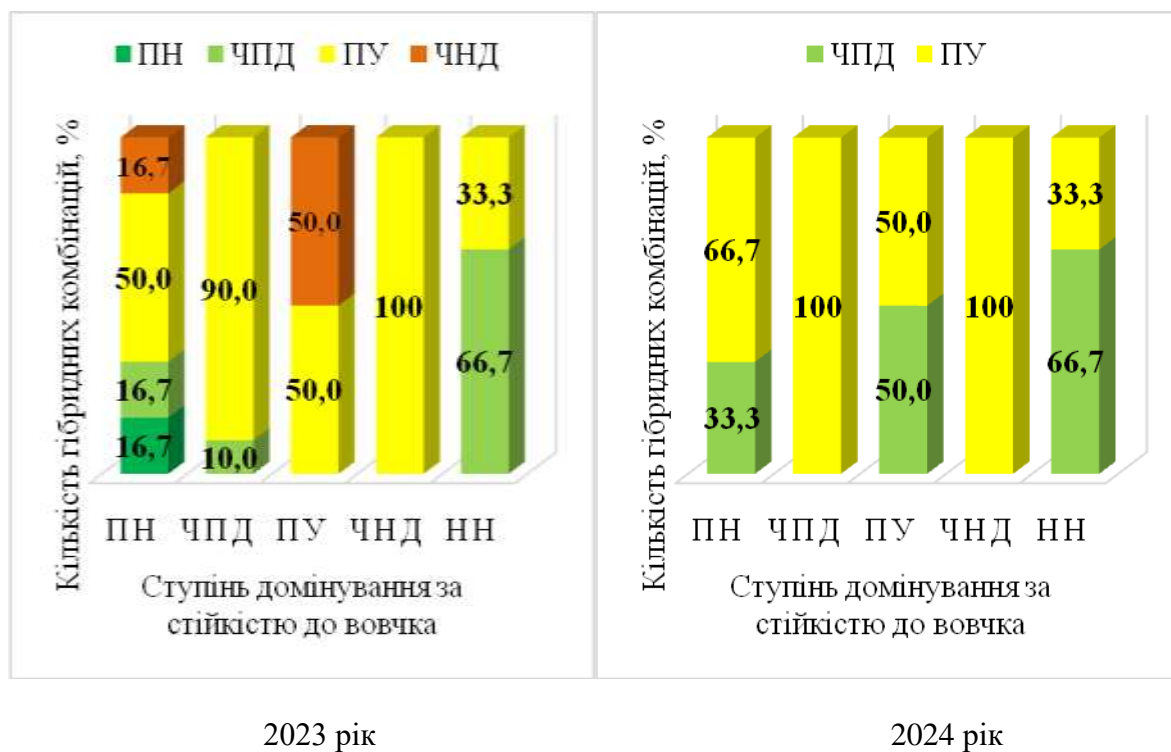


Рисунок 5.7 – Кількість гібридних комбінацій за типом успадкування вмісту олеїнової кислоти в олії, %

Примітка 1. ПН – позитивне наддомінування; ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧНД – часткове негативне домінування; НН – негативне наддомінування.

Примітка 2. Кольори відповідно до ступеня домінування за вмістом олеїнової кислоти в олії наведені зверху над діаграмою.

Таким чином, в умовах 2023 року сумарна вірогідність отримання вмісту олеїнової кислоти на рівні і вище батьківського компоненту з більшим вмістом олеїнової кислоти в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 33,4 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 10 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

В умовах 2024 року встановлено успадкування вмісту олеїнової кислоти за типами часткового позитивного домінування і проміжного

успадкування. За успадкування стійкості до вовчка за типом позитивного наддомінування, 33,3 % гібридних комбінацій мали позитивне наддомінування вмісту олеїнової кислоти в олії, в той час як у інших 66,7 % спостерігали проміжне успадкування ознаки. За типом часткового позитивного домінування стійкості до вовчка всі гібридні комбінації проявили проміжне успадкування вмісту олеїнової кислоти в олії.

Таким чином, в умовах 2024 року сумарна вірогідність отримання вмісту олеїнової кислоти на рівні і вище батьківського компонента з більшим вмістом олеїнової кислоти, в гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, варіювала від 33,3 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 0 % (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

Викладені в розділі 5 матеріали опубліковано в наукових працях: [137, 216, 217, 218, 219].

Висновки до розділу 5

1. Доведено суттєву різницю між гібридними комбінаціями за комплексом цінних господарських ознак. У середньому за два роки досліджень, ступінь ураження вовчком залежно від гібридної комбінації варіював від 0,00 до 8,32 шт.; урожайність насіння від 1,01 до 2,93 т/га; маса 1000 насінин від 35,4 до 63,1 г; вміст олії в насінні від 43,2 до 58,1 %; ТПСПС від 94,7 до 116,2 діб; висота рослини від 140,3 до 177,5 см; діаметр кошика від 14,9 до 19,7 см; кількість листків на рослині від 27,6 до 38,6 шт.; площа листової поверхні від 28,0 до 74,9 дм².

2. Установлено значну мінливість цінних господарських ознак залежно від погодних умов року досліджень. При цьому, максимальні значення морфологічних ознак зафіксовано у 2023 році: 190,3 см для висоти рослини, 21,2 см для діаметра кошика, 94,3 дм² для площі листової поверхні. Винятком була кількість листків на рослині, величина якої не залежала від

умов року і становила $32,3 \pm 0,16$ шт. у 2023 році, $32,8 \pm 0,17$ шт. у 2024 році. Урожайність насіння була вищою у 2024 році: $2,15 \pm 0,026$ т/га, проти $2,08 \pm 0,028$ т/га у 2023 році. Середня маса 1000 насінин за роками досліджень майже не змінювалася.

3. Доведено можливість поєднання стійкості до вовчка раси F з цінними господарськими ознаками: ранньостиглістю, низькорослістю, великою кількістю листків на рослині, високою врожайністю насіння, високою масою 1000 насінин, високим вмістом олії в насінні. Виділено п'ять гібридних комбінацій, які поєднують відсутність ознак ураження вовчком на рівні ступеня ураження 0,0 шт. з однією чи двома цінними господарськими ознаками, зокрема гібридна комбінація Сх 1006 А × ХЗУ 3 В – з високою врожайністю насіння (2,45 т/га у середньому за два роки) та ранньостиглістю (102,8 діб); Сх 808 А × ХЗУ 22 В – з високою врожайністю насіння (2,28 т/га) та великою кількістю листків на рослині (36,2 шт.); Сх 1006 А × ХЗУ 10 В – з ранньостиглістю (103,8 діб); Сх 81 А × ХЗУ 22 В – з великою кількістю листків (34,5 шт.); Сх 1006 А × ХЗУ 22В – з високою масою 1000 насінин (50,4 г).

4. Виділено гібридні комбінації, які поєднують низький ступінь ураження вовчком (від 0,11 до 2,83 шт.) з однією чи двома цінними господарськими ознаками, зокрема Сх 1006 А × ІУ 075135 – з ранньостиглістю (у середньому за два роки 102,4 доби), Сх 808 А × ІУ 075139 – з високим вмістом олії в насінні (56,3 %), Сх 808 А × Х 1817 А; Сх 808 А × ІУ 075136 і Сх 808 А × ІУ 075134 – з високою врожайністю насіння (2,57; 2,52 і 2,68 т/га, відповідно); Сх 83 А × ХЗУ 8 В – з високою врожайністю насіння (2,47 т/га) та великою площею листової поверхні (62,9 дм²).

5. Виділено лінії з олією олеїнового типу Сх 83 А та ІУ 075138, яким у середньому за два роки притаманний високий вміст олеїнової кислоти (86,4 та 85,9 %, відповідно), та ІУ 075136 та ІУ 075137 з середнім вмістом олеїнової кислоти (51,1 та 50,6 %, відповідно). Не виявлено ліній, які в один

рік досліджень можна віднести до групи високо- або середньоолеїнових, у другий – до групи низькоолеїнових. Але для більшості ліній вміст олеїнової кислоти в умовах 2024 року був дещо вищим, ніж в умовах 2023 року.

6. Вміст олеїнової кислоти в олії 20-ти гібридних комбінацій соняшнику, створених з участю ліній з олією олеїнового типу, в середньому за два роки варіював від 46,9 до 86,7 %. Кращою за вмістом олеїнової кислоти була гібридна комбінація Сх 83 А × ІU 075138, із вмістом олеїнової кислоти у середньому за два роки 86,7 %, що на 2,8 % вище, ніж вміст олеїнової кислоти у гібрида-стандарту Кадет. Ступінь ураження вовчком цієї комбінації становила 0,00 та 0,23 бульбочки у 2023 і 2024 році, відповідно. Серед 20-ти гібридних комбінацій олеїнового типу 17 визначені як стійкі та помірно стійкі до вовчка.

7. Виділено лінію Сх 83 А, всі гібридні комбінації з якою мали високий та середній вміст олеїнової кислоти. Серед дев'яти кращих за врожайністю (на рівні середньої за два роки) гібридних комбінацій з лінією Сх 83 А, виділено чотири ранньостиглих: Сх 83 А × ХЗУ 22 В (104 і 103 доби у 2023 і 2024 році, відповідно), Сх 83 А × ХЗУ 30 В (104 і 103 доби), Сх 83 А × ХЗУ 37 В (103 і 102 доби) і Сх 83 А × ХЗУ 39 В (104 і 103 доби).

8. В гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, встановлена сумарна вірогідність отримання ТПСПС на рівні і менше ранньостиглого батьківського компонента, яка варіювала від 63,6 % (2023 рік) і від 25,1 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 81,3 % (2023 рік) і до 27,3 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

9. В гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, встановлена сумарна вірогідність отримання врожайності насіння на рівні і вище більш врожайного батьківського компонента, яка варіювала від 100 % в умовах 2023 і 2024 року (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 90,6 % (2023 рік) і до 96,9 % (2024 рік) (для

успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

10. В гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, встановлена сумарна вірогідність отримання маси 1000 насінин на рівні і вище батьківського компонента з більшою масою 1000 насінин, яка варіювала від 100 % в умовах 2023 і 2024 року (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 90,7 % (2023 рік) і до 78,1 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

11. В гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, встановлена сумарна вірогідність отримання вмісту олії на рівні і вище батьківського компонента з більшим вмістом олії, яка варіювала від 90,9 % в (2023 рік) і 100 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 100 % в умовах (2023 рік) і до 78,1 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

12. В гібридних комбінаціях, в яких домінує стійкість до вовчка, встановлена сумарна вірогідність отримання вмісту олеїнової кислоти на рівні і вище батьківського компонента з більшим вмістом олеїнової кислоти, яка варіювала від 33,4 % (2023 рік) і від 33,3 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом повного наддомінування) до 10 % в умовах (2023 рік) і до 0 % (2024 рік) (для успадкування стійкості до вовчка за типом часткового позитивного домінування).

РОЗДІЛ 6

НОВІ ЛІНІЇ-БАТЬКІВСЬКІ КОМПОНЕНТИ ТА ГІБРИДИ СОНЯШНИКУ, СТІЙКІ ДО ВОВЧКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ

6.1 Характеристика нових ліній-батьківських компонентів гібридів соняшнику, стійких до вовчка

Лінії-батьківські компоненти гібридів повинні мати властивості, які забезпечать у першому гібридному поколінні насамперед високу урожайність і якість насіння. Не менш важливою є оцінка морфологічних ознак, яка дає можливість достовірно і всебічно оцінити генотип, встановити відмінність нових ліній від загальновідомих і вже описаних, дослідити їх однорідність і стабільність [220].

За комплексом ознак вивчено дев'ять ліній-джерел стійкості до нових вірулентних рас вовчка, п'ять ліній зареєстровані в НЦГРРУ. Як стандарт використовували лінію-відновник фертильності пилку X 1814 В. Опис ознак відмінності, однорідності і стабільності ліній і стандарту наведено в додатку Г, таблицях Г.1–Г.4.

Лінія-відновник фертильності пилку X 1817 В (рис. 6.1). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Продуктивність 45 г насіння з рослини; маса 1000 насінин 43,0 г; вміст олії в насінні 39,1 %. Стійка до вилягання та сірої гнилі кошика, рівень вираження ознак – 9 балів. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 62 доби. Висота рослини 101,3 см. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, форма верхівки листка від вузькотрикутної до широкотрикутної, язичкові квітки середні за довжиною, трубчасті квітки мають слабку інтенсивність антоціанового забарвлення приймочки, зовнішні листки обгортки чітко округлі за формою, середньої довжини, злегка охоплюють кошик. Відсутнє галуження (однокошикова рослина), кошик середній за розміром, сім'янка вузько яйцеподібна за

формою, слабка смугастість між краями. Лінію зареєстровано в НЦГРРУ [221].



Рисунок 6.1 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику Х 1817 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 27.07.2024 року

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 10 В (рис. 6.2). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння, продуктивність 26,0 г насіння з рослини, маса 1000 насінин 28,0 г; вміст олії в насінні 54,0 %; висота рослини 113,0 см. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 62 доби. Стійка до вилягання, рівень вираження ознаки – 9 балів. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, листок помірного зеленого кольору, має дрібні зубці,

широкотрикутну форму верхівки, слабка опушеність верхівки стебла, язичкові квітки середні за довжиною, зовнішні листки обгортки середньої довжини, злегка охоплюють кошик, наявне галуження (гілляста рослина), кошик обернений донизу разом із легким викривленням стебла, сім'янка вузькоюйцеподібна за формою, темно-коричнева за основним кольором, дуже слабка смугастість між краями. Лінію зареєстровано в НЦГРРУ [222].



Рисунок 6.2 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику ХЗУ 10 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 27.07.2024 року

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 22 В (рис. 6.3). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння, продуктивність 25,3 г насіння з рослини, маса

1000 насінин 56,6 г. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 57 діб; висота рослини 103,9 см; вміст олії в насінні 36,7 %.



Рисунок 6.3 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику ХЗУ 22 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 16.07.2024 року.

Середня стійкість до вилягання, рівень прояву ознаки – 5 балів. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, листок малий за розміром, помірного зеленого кольору, має слабку пухирчастість, дрібні зубці, плескату форму поперечного розрізу, від вузькотрикутної до широкотрикутної форму верхівки, малі вушка, гострий кут між найнижчими бічними жилками, слабка опушеність верхівки стебла, ранній час цвітіння, язичкові квітки середні за довжиною, зовнішні листки обгортки чітко округлі за формою, середньої довжини, злегка охоплюють кошик, відсутнє галуження (однокошикова рослина), кошик середній за розміром, сім'янка середня за

розміром, вузькояйцеподібна за формою, має слабку смугастість на краях і слабку смугастість між краями.

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 23 В (рис. 6.4). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів; продуктивність 27,0 г насіння з рослини; маса 1000 насінин 40,0 г; висота рослини 106,3 см; діаметр кошика 12,0 см.



Рисунок 6.4 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику ХЗУ 23 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 27.07.2024 року.

Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 66 діб; вміст олії в насінні 48,2 %; стійка до вилягання. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, сильна інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилля,

листок помірного зеленого кольору, має слабку пухирчастість, від вузькотрикутної до широкотрикутної форму верхівки, малі вушка, язичкові квітки нещільні, середні за довжиною, зовнішні листки обгортки чітко округлі за формою, злегка охоплюють кошик. Галуження відсутнє, кошик середній за розміром, сім'янка середня за розміром, вузькоюйцеподібна за формою, має дуже слабку смугастість між краями. Лінію зареєстровано в НЦГРРУ [223].

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 3 В (рис. 6.5). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 58 діб. Висока стійкість до вилягання (рівень вираження ознаки – 9 балів).



Рисунок 6.5 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику ХЗУ 3 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 16.07.2024 року.

Продуктивність рослини 19,7 г; маса 1000 насінин 24,9 г; висота рослини 94,1 см; вміст олії в насінні 50,5 %. За ознаками ідентифікації зразка на відміну від стандарту листок малий за розміром, має дуже слабку пухирчастість, дрібні зубці, плескату форму в поперечному розрізі, від вузькотрикутної до широкотрикутної форму верхівки, малі вушка, слабка опушеність верхівки стебла, язичкові квітки середні за довжиною, зовнішні листки обгортки чітко округлі за формою, середньої довжини, злегка охоплюють кошик. Наявне галуження, кошик обернений донизу разом із сильним викривленням стебла, сильно випуклої форми, сім'янка вузькоюйцеподібна за формою, має слабку смугастість між краями.

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 30 В (рис. 6.6). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння.



Рисунок 6.6 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику

ХЗУ 30 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле IP ім. В.Я. Юр'єва НААН, 16.07.2024 року.

Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 56 діб. Висока стійкість до вилягання (рівень вираження ознаки – 9 балів). Продуктивність 20,8 г насіння з рослини, маса 1000 насінин 20,2 г, вміст олії в насінні 54,1 %, висота рослини 85,7 см, діаметр кошика 9,7 см. За ознаками ідентифікації зразка на відміну від стандарту листок малий за розміром, помірною зеленою кольору, має слабку пухирчастість, від вузькотрикутної до широкотрикутної форми верхівки, малі вушка, язичкові квітки середні за довжиною, слабка інтенсивність антоціанового забарвлення приймочки трубчастих квіток, зовнішні листки обгортки чітко округлі за формою, середньої довжини, злегка охоплюють кошик. Наявне галуження, сім'янка вузькояйцеподібна за формою, темно-коричневого кольору, відсутня смугастість. Лінію зареєстровано в НЦГРРУ [224].

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 37 В (рис. 6.7).



Рисунок 6.7 – Рослина лінії-відновника фертильності пилку соняшнику

ХЗУ 37 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 10.07.2024 року.

Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 51 доба. Продуктивність 21,9 г насіння з рослини; маса 1000 насінин 46,6 г; висота рослини 101,3 см; діаметр кошика 11,7 см; вміст олії в насінні 36,6 %. Стійка до вилягання, рівень вираження ознаки – 9 балів. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, сильна інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилля, листок помірного зеленого кольору, має плескату форму поперечного розрізу, гострий кут між найнижчими бічними жилками, дуже ранній час цвітіння, язичкові квітки середні за довжиною, відсутнє галуження (однокошикова рослина), кошик обернений донизу разом із легким викривленням стебла, середній за розміром, сім'янка середня за розміром, вузько яйцеподібна за формою, дуже слабка смугастість між краями.

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 39 В (рис.6.8). Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатність за врожайністю насіння. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 53 доби. Продуктивність 31,0 г насіння з рослини, маса 1000 насінин 46,0 г, вміст олії в насінні 53,0 %, висота рослини 101,0 см. Стійка до вилягання, рівень вираження ознаки – 9 балів. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, сильна інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилля, листок помірного зеленого кольору, має слабку пухирчастість, плескату форму поперечного розрізу, гострий кут між найнижчими бічними жилками, дуже ранній час цвітіння, язичкові квітки середні за довжиною, дуже довга довжина верхівки зовнішніх листків обгортки, злегка охоплюють кошик. Відсутнє галуження, кошик обернений донизу разом із легким викривленням стебла, середній за розміром, сім'янка середня за розміром, вузькояйцеподібна за формою, слабка смугастість на краях, дуже слабка смугастість між краями. Лінію зареєстровано в НЦГРРУ [225].



Рисунок 6.8 – Рослина лінії-відновника пилку соняшнику ХЗУ 39 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 10.07.2024 року.

Лінія-відновник фертильності пилку ХЗУ 8 В (рис.6.9) Стійка до раси F вовчка, рівень вираження ознаки – 9 балів. Висока комбінаційна здатністю за врожайністю насіння. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» 61 доба.

Стійка до вилягання, рівень вираження ознаки – 9 балів. Продуктивність 21,4 г насіння з рослини, маса 1000 насінин 27,9 г, вміст олії в насінні 54,2 %, висота рослини 100,4 см. За ознаками ідентифікації зразка, на відміну від стандарту, листок малий за розміром, помірного зеленого кольору, має слабку пухирчастість, плескату форму в поперечному розрізі, від вузькотрикутної до широкотрикутної форму верхівки, малі вушка, язичкові квітки середні за довжиною, зовнішні листки обгортки чітко видовжені за

формою, дуже довгі. Наявне галуження, тип галуження за всією висотою, кошик обернений донизу разом із сильним викривленням стебла, сім'янка вузько яйцеподібна за формою, слабка смугастість на краях та між краями.



Рисунок 6.9 – Рослина лінії-відновника пилку соняшнику ХЗУ 8 В, фаза повного цвітіння. Фото автора.

Дослідне поле ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 27.07.2024 року.

Таким чином, вивчені лінії характеризувалися достатньо широким розмахом варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності, яке достатньо повно репрезентує різноманіття соняшника, представлене в зоні досліджень.

6.2 Економічна ефективність вирощування створених гібридів соняшнику

Рентабельність виробництва олійних культур перевищує середній показник рослинницької галузі, а соняшник за рентабельністю вирощування посідає перше місце серед інших олійних культур, випереджуючи зокрема сою і ріпак [226]. Зараз відбувається процес інтенсифікації виробництва соняшнику, ключовим моментом якої є впровадження у виробництво нових гібридів, більш стійких і продуктивних у порівнянні до існуючих гібридів.

Прибутковість соняшника залежить від правильного вибору гібрида, який відповідає природно-кліматичним умовам зони вирощування, складу ґрунту та інших особливостей регіону. Вітчизняний ринок соняшнику переповнений пропозиціями гібридів від українських та іноземних установ-оригінаторів [227]. Вартість насіння F_1 коливається за виробниками та гібридами.

Економічну ефективність вирощування нових гібридів соняшнику визначали шляхом порівняння результатів реалізації товарної продукції, отриманої при вирощуванні стандартних гібридів і нових створених. Для цього використовували такі показники: урожайність насіння з гектара, ціну реалізації 1 тони товарного насіння, виробничі витрати на 1 га посіву, виручку від реалізації з 1 га, повну собівартість вирощеної продукції, чистий прибуток з 1 га, чистий прибуток відносно гібрида-стандарту.

Основні витрати на вирощування соняшнику з розрахунку на 1 га товарного посіву, які були прийняті в ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2024 році, наведено в таблиці 6.1. Ураховували такі статті витрат з розрахунку на 1 га товарних посівів соняшника: заробітна плата (766 грн/га, або 5,2 % до загальної суми витрат на вирощування); нарахування на заробітну плату (287 грн/га, або 1,9 %); витрати на насінневий матеріал (2000 тис./га, або 13,7 %); паливо-мастильні матеріали (4681 грн/га, або 32,0 %); добрива і засоби захисту рослин (6215 грн/га, або 42,4 %); загальні виробничі витрати

(697 грн/га, або 4,8 %). Таким чином, лєвова частка від витрат на вирощування соняшнику припадає на придбання добрив і захисту рослин. Враховуючи, що основні пестициди постачають іноземні виробники, ця частина витрат останніми роками суттєво зросла [227].

Таблиця 6.1 – Витрати на вирощування соняшнику в ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, грн/га, 2024 рік

Стаття витрат	Витрати	
	грн./га	% до суми витрат
Заробітна плата	766	5,2
Нарахування на заробітну плату	287	1,9
Насіннєвий матеріал	2000	13,7
Паливо-мастильні матеріали	4681	32,0
Добрива і засоби захисту рослин	6215	42,4
Загальні виробничі витрати	697	4,8
Разом	14646	100

Створено гібриди, які за врожайністю насіння перевищили гібрид-стандарт врожайності Вирій: Сх 808 А × ХЗУ 22 В і Сх 808 А × ІУ 075134 (табл. 6.2). Середня за два роки випробувань врожайність нових гібридних комбінацій становила 2,64 і 2,68 т/га, а врожайність стандарту Вирій – 2,53 т/га. Отже прибуток врожаю складав 0,11 і 0,15 т з кожного гектару посівів. Виробничі витрати дорівнювали 14646 грн/га (див. табл. 6.1). Таким чином, собівартість отриманої продукції зростала за зменшення врожайності насіння, і становила 5548 грн на 1 т для гібридної комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В, 5465 грн для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134 і 5789 грн для стандарту Вирій.

Ціну реалізованої продукції розраховано на підставі даних з вартості 1 т товарного соняшнику станом на 19 листопада 2024 року, яка становила 25 тис. грн. [228]. Таким чином, ціна реалізованої товарної продукції

гібридної комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В становила 66000 грн, гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134 – 67000 грн, а стандарту Вирій – 63250 грн.

Таблиця 6.2 – Економічна ефективність вирощування створених гібридів соняшнику, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація, гібрид	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т, грн	Ціна реалізованої продукції, грн/га	Чистий прибуток		
					грн/га	± до ст.	% до ст.
Сх 808 А × ХЗУ 22 В	2,64	14646	5548	66000	51354	2750	106
Сх 808 А × ІУ 075134	2,68	14646	5465	67000	52354	3750	108
Вирій ст.	2,53	14646	5789	63250	48604	–	–

Чистий прибуток, розрахований як різниця між ціною реалізації продукції і виробничими витратами, становив 51354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В, 52354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134 і 48604 грн/га для стандарту Вирій. Отже, додатковий чистий прибуток від впровадження нових гібридів склав 2750 грн/га і 3750 грн/га, або 6 і 8 %.

Випробування в умовах інфекційного фону (монокультура соняшнику) в умовах дослідного поля ІОК НААН показала суттєве зменшення врожайності гібрида – стандарту Вирій в умовах монокультури соняшника, зокрема під впливом ураження вовчком. Урожайність гібрида в умовах наукової сівозміни становила 2,58 т/га, а в умовах інфекційного фону, де ступінь ураження вовчком становив 5 балів – 1,52 т/га (табл. 6.3). Отже втрата

врожайності нестійкого гібрида склала 1,06 т/га, або 41,1 %. В умовах монокультури соняшника зафіксовано також зменшення врожайності гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В, але воно було меншим, ніж у гібрида Вирій, і склало 0,75 т/га, або 29,2 %.

Таблиця 6.3 – Економічна ефективність вирощування гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В в умовах інфекційного фону, ІОК НААН, 2023–2024 рр.

Гібридна комбінація, гібрид	Урожайність насіння, т/га		Собівартість 1 т, грн		Ціна реалізованої продукції, грн/га		Чистий прибуток			
	наукова сівозміна	інфекційний фон	наукова сівозміна	інфекційний фон	наукова сівозміна	інфекційний фон	грн/га		± до ст.	
							наукова сівозміна	інфекційний фон	наукова сівозміна	інфекційний фон
Сх 808 А × Х 1817 В	2,57	1,82	5699	8048	64250	45500	58551	37452	-272	9088
Вирій ст.	2,58	1,52	5677	9636	64500	38000	58823	28364	-	-

Виходячи з виробничих витрат 14646 грн/га (див. табл. 6.1), собівартість отриманої продукції становила в умовах наукової сівозміни 5699 грн/т для гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В і 5677 грн/т для гібрида Вирій, отже майже не різнилася. Зате в умовах інфекційного фону собівартість отриманої продукції становила 8048 грн/т для гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В і 9636 грн/т для гібрида Вирій, тобто різниця склала 1588 грн/т. Ціна реалізованої товарної продукції гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В в умовах наукової сівозміни становила 64250 грн, а гібрида Вирій – 64500. В умовах інфекційного фону, ціна реалізованої товарної продукції гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В становила 45500 грн, а гібрида Вирій – 38000 грн. Чистий прибуток за вирощування в

умовах наукової сівозміни для гібридної комбінації і стандарту був майже однаковим – 58551 і 58823 грн/га, а в умовах інфекційного фону різнився суттєво – 37452 і 28364 грн/га. Отже в умовах інфекційного фону чистий прибуток вирощування гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В перевищив чистий прибуток вирощування гібрида Вирій на 9088 грн/га. Такі дані доводять економічну ефективність вирощування стійкої гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В в умовах високого зараження ґрунту вовчком.

Створені гібриди передано до лабораторії селекції та генетики соняшнику ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН для подальшого вивчення в розсаднику конкурсного випробування та для екологічного випробування в селекційних установах системи НААН України.

Викладені в розділі 6 матеріали опубліковано в наукових працях: [128, 130, 137, 191, 221, 222, 223, 224, 225].

Висновки до розділу 6

1. За комплексом ознак виділено дев'ять ліній-джерел стійкості до нових вірулентних рас вовчка, з них п'ять ліній зареєстровані в НЦГРРУ. Вивчені лінії проявили широкий розмах варіювання біологічних, морфологічних ознак і ознак продуктивності, яке достатньо повно репрезентує різноманіття соняшника, представлене в зоні досліджень. Лінії характеризуються стійкістю до вовчка (рівень вираження ознаки – 9), стійкістю до вилягання та сірої гнилі кошику та високою комбінаційною здатністю за врожайністю насіння. Лінії однокошикові та гіллясті, з тривалістю періоду «сходи–цвітіння» від 51 до 66 діб, продуктивністю від 19,7 до 45 г насіння з рослини, масою 1000 насінин від 20,2 до 56,6 діб, вмістом олії в насінні від 36,6 до 54,2 %, висотою рослини від 85,7 до 113,0 см.

2. Доведено економічну ефективність вирощування створених гібридів соняшнику. Чистий прибуток становив 51354 грн/га для гібридної

комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В, 52354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134. Отже, додатковий чистий прибуток від впровадження нових гібридів склав 2750 грн/га і 3750 грн/га, або 6 і 8 %.

3. Доведено економічну ефективність вирощування стійкої гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В в умовах високого зараження ґрунту вовчком. В умовах інфекційного фону чистий прибуток вирощування цієї гібридної комбінації перевищив чистий прибуток вирощування стандартного гібрида Вирій на 9088 грн/га.

4. Створені гібриди передано до лабораторії селекції та генетики соняшнику ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН для подальшого вивчення в розсаднику конкурсного випробування та для екологічного випробування в селекційних установах системи НААН України.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення важливого наукового завдання з селекційного обґрунтування добору вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику, стійких до вовчка, шляхом виявлення джерел і донорів стійкості, створення гібридів, установлення закономірностей успадкування стійкості та дослідження мінливості цінних господарських ознак, які забезпечують стійкість соняшнику до вовчка в поєднанні з високою продуктивністю, ранньостиглістю, високим вмістом олеїнової кислоти в олії та економічно ефективні у вирощуванні.

1. Установлено суттєву різницю між самоzapиленими лініями соняшнику за стійкістю до раси F вовчка. Доведено наявність стійких зразків серед лінійного матеріалу селекції IP ім. В. Я. Юр'єва НААН і в колекції НЦГРРУ. Виділено лінії-відновники фертильності пилку, ступінь ураження яких становив менше однієї бульбочки вовчка на рослині: X 1817 B, X3Y 3 B, X3Y 8 B, X3Y 10 B, X3Y 22 B, X3Y 23, X3Y 30, X3Y 37 B і X3Y 39 B, IU 075134, IU 0751354, IU 075137 й IU 075139, що на рівні стандарту стійкості до раси F вовчка – лінії X 1814 B.

2. З'ясовано, що лінії-відновники фертильності пилку соняшнику, стійкі до вовчка, різняться за рівнем прояву цінних господарських ознак. Зокрема, висота рослини, залежно від лінії та року випробувань, варіювала від 85,7 до 148,3 см; діаметр кошика від 8,3 до 18,6 см; тривалість періоду «сходи-повна стиглість» від 92,0 до 116,0 діб; урожайність насіння від 0,23 до 2,01 т/га; маса 1000 насінин від 17,5 до 56,6 г; вміст олії в насінні від 33,3 до 59,5 %; вміст олеїнової кислоти в олії від 18,0 до 86,9 %. Лініям материнського типу, нестійким до вовчка, притаманні такі межі варіювання цінних господарських ознак: висота рослини від 92,3 до 143,0 см; діаметр кошика від 13,5 до 19,0 см; тривалість періоду «сходи-повна стиглість» від 96

до 115 діб; урожайність насіння від 0,27 до 1,88 т/га; маса 1000 насінин від 29,5 до 49,5 г; площа листкової поверхні від 26,4 до 61,0 дм².

3. Доведено суттєву різницю між самозапиленими лініями соняшнику за загальною комбінаційною здатністю за ознакою «ступінь ураження вовчком». За результатами діалельної схеми схрещувань до ліній з мінімальними значеннями ЗКЗ віднесено лінії-відновники фертильності пилку: ІУ 075134 (ЗКЗ дорівнює -1,32); ІУ 075135 (-1,20); ІУ 075136 (-0,99); ІУ 075137 (-1,02), значення ЗКЗ яких були достовірно менші за середню. Лінії-закріплювачі стерильності визначено як лінії, гібриди з якими мають високий ступінь ураження вовчком: Х 81 Б (ЗКЗ дорівнює 1,22); Х 83 Б (0,57); Х 808 Б (1,71); Х 1006 Б (1,02). Лінія Х 83 Б формує більш стійкі гібриди, ніж інші лінії-закріплювачі стерильності.

4. За результатами тестерної схеми схрещувань до ліній з мінімальними значеннями ЗКЗ за ступенем ураження вовчком віднесено лінії-відновники фертильності пилку: Х 1814 В, Х 1817 В, ХЗУ 3 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В. Виділено лінії, які відповідно до величин ЗКЗ є джерелами двох цінних господарських ознак. Зокрема визначено лінію ХЗУ 3 В зі стабільною за роками досліджень ЗКЗ: низькою за ступенем ураження вовчком і низькою за ТПСПС. Визначено лінію ХЗУ 37 В із стабільною за роками досліджень ЗКЗ: низькою за ТПСПС і високою за урожайністю насіння.

5. За використання лінії Сх 81 А в якості батьківського компоненту в складі простих стерильних гібридів – материнських компонентів відновлених трилінійних гібридних комбінацій, отримано досить високу врожайність на контролі та за обробки гербіцидом Голд Стар при нормах внесення 30 і 50 г/га. Найменше зниження врожайності за обробки гербіцидом зафіксовано за гібридною комбінацією (Сх 81 А × Х 82 Б) × Х 201 В (-0,26 т/га).

6. Доведено значимість як адитивних, так і неадитивних ефектів генів в успадкуванні стійкості соняшника до вовчка, але відповідність

експериментальних даних, отриманих за діалельною схемою схрещувань, адитивно-домінантній моделі успадкування ознаки стійкості до вовчка залежить від набору ліній-батьківських компонентів. Зокрема нестійкі до вовчка лінії-закріплювачі стерильності X 81 Б і X 808 Б проявили епістатичні ефекти генів. Визначено, що домінантні алелі обумовлюють зменшення кількості бульбочок вовчка на рослині. Відносно більшу кількість домінантних алелів стійкості мали лінії IU 075134, IU 075135, IU 075136 й IU 075137, які мали додатні значення параметру F_i (5,44; 5,38; 5,07 і 5,35, відповідно) і рекомендовані як донори стійкості до вовчка.

7. З'ясовано, що в першому гібридному поколінні характер успадкування стійкості до вовчка визначено генетичними особливостями ліній-батьківських компонентів. З 64-х гібридних комбінацій тестерної схеми схрещувань, у 17,2 % успадкування стійкості до вовчка відбувалося за типом наддомінування; у 50,0 % за типом часткового позитивного успадкування; у 17,2 % за типом проміжного успадкування; у 3,1 % за типом часткового негативного успадкування; у 12,5 % за типом негативного наддомінування (депресії).

8. Доведено, що в другому гібридному поколінні, отриманому з комбінацій схрещувань між стійким та нестійким батьківським компонентом, переважають рослини стійкі (0 і 1 бульбочка вовчка на рослину) та помірно стійкі (до чотирьох бульбочок вовчка на рослину). Згідно з розщепленням у другому гібридному поколінні в співвідношенні 15 стійких і помірно стійких : 1 нестійкий (п'ять і більше бульбочок вовчка на рослині) встановлено успадкування соняшника до вовчка за дигенним домінантним типом.

9. Установлено низький ступінь ураження вовчком відновлених гібридних комбінацій, створених схрещуванням батьківських компонентів за принципом нестійкий \times стійкий. Середній ступінь ураження вовчком становив $1,48 \pm 0,192$ бульбочок. Визначено високий потенціал цінних господарських ознак гібридних комбінацій, стійких до вовчка. Зокрема максимальна врожайність насіння становила 2,93 т/га; маса 1000 насінин

63,1 г; вміст олії в насінні 58,1 %; діаметр кошика 19,7 см; кількість листків 38,6 шт.; площа листової поверхні 74,9 дм². При цьому висота рослини не перевищувала 177,5 см, а тривалість періоду «сходи–повна стиглість» 116 діб, тобто залишалася на оптимальному для зони досліджень рівні.

10. Доведено відсутність негативної залежності та виділено стійкі до вовчка гібридні комбінації, які поєднують стійкість з ранньостиглістю та високою урожайністю насіння, незалежно від погодних умов року вирощування. Гібридна комбінація Сх 1006 А × ХЗУ 3 В поєднувала середню врожайність насіння 2,45 т/га, що на 0,52 т/га вище за врожайність стандарту стійкості Ярило, і ТПСПС 102,8 доби, що на 12,7 діб менше ніж у стандарту. Гібридна комбінація Сх 1006 А × ХЗУ 3 В поєднувала середню врожайність насіння 2,41 т/га, що на 0,48 т/га вище за врожайність стандарту стійкості гібрид Ярило, і ТПСПС 103,8 доби, що на 11,7 діб менше ніж у стандарту. Гібридна комбінація Сх 808 А × ХЗУ 22 В сформувала найбільшу врожайність насіння (2,64 т/га), але мала найтривалішу ТПСПС (111,8 діб).

11. Доведено, що серед гібридних комбінацій, які проявили ступінь ураження вовчком на рівні від 0,06 до 2,23 бульбочок, є такі, які за врожайністю насіння перевищують або знаходяться на рівні стандарту врожайності гібрида Вирій. Врожайність насіння гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В дорівнювала 2,57 т/га, гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ075134 – 2,68 т/га, що вище за врожайність стандарту Вирій на 0,04 і 0,15 т/га, відповідно.

12. Доведено відсутність негативної залежності в першому гібридному поколінні та створено цінні гібридні комбінації, що поєднують стійкість до вовчка на рівні ступеня ураження від 0,01 до 2,33 з середнім і високим вмістом олеїнової кислоти в олії. Виділено лінію Сх 83 А – донор високого вмісту олеїнової кислоти в олії. Високий вміст олеїнової кислоти в олії гібридних комбінацій, створених з участю лінії Сх 83 А, стабільний за роками і варіює від 65,5 до 86,9 %, залежно від вмісту олеїнової кислоти в чоловічому батьківському компоненту. Гібридні комбінації з середнім та

високим вмістом олеїнової кислоти в олії за врожайністю насіння поступають або знаходяться на рівні високоолеїнового стандарту – гібрида Кадет, але краще за стандарт за ступенем ураження вовчком. Кращою за поєднанням стійкості до вовчка та врожайністю насіння була гібридна комбінація Сх 83 А × Х 1814 В, з середнім вмістом олеїнової кислоти (68,5 %).

13. Виділено п'ять ліній-відновників фертильності пилку, які характеризуються стійкістю до вовчка раси F (рівень вираження ознаки – 9) та зареєстровані в НЦГРРУ. Лінії однокошикові та гіллясті, з тривалістю періоду «сходи–цвітіння» від 51 до 66 діб, продуктивністю від 19,7 до 45 г насіння з рослини, масою 1000 насінин від 20,2 до 56,6 г, вмістом олії в насінні від 36,6 до 54,2 %, висотою рослини від 85,7 до 113,0 см.

14. Доведено економічну ефективність вирощування створених гібридних комбінацій соняшнику. Чистий прибуток становив 51354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ХЗУ 22 В, і 52354 грн/га для гібридної комбінації Сх 808 А × ІУ 075134. Отже, додатковий чистий прибуток від впровадження нових гібридів склав 2750 грн/га і 3750 грн/га, або 6 і 8 %. Доведено економічну ефективність вирощування стійкої гібридної комбінації в умовах високого зараження ґрунту вовчком. В умовах інфекційного фону, чистий прибуток вирощування гібридної комбінації Сх 808 А × Х 1817 В перевищив чистий прибуток вирощування стандартного гібрида Вирій на 9088 грн/га і становив 37452 грн/га.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Профільним науково-дослідним установам рекомендовано:

Залучати до селекційного процесу лінії-джерела цінних господарських ознак:

- стійкості до вовчка: X 1814 В, X 1817 В, ХЗУ 3 В, ХЗУ 8 В, ХЗУ 10 В, ХЗУ 22 В, ХЗУ 23 В, ХЗУ 30 В, ХЗУ 39 В, ІУ 075134, ІУ 075135, ІУ 075136 та ІУ 075137;

- ранньостиглості: ХЗУ 3 В; ХЗУ 30 В; ХЗУ 37 В; ХЗУ 39 В, ІУ 075134 та Сх 1006 А;

- низькорослості: X 1814 В, ХЗУ 3 В, ІУ 075138 та ІУ 075139;

- великого кошика: ХЗУ 30 В;

- великої кількості листків на рослині: ХЗУ 8 В, ХЗУ 22 В, ІУ 075134, ІУ 075135, ІУ 075139 та Сх 83 А;

- великої площі листкової поверхні: ХЗУ 10 В і Сх 83 А;

- високої врожайності насіння: ХЗУ 22 В і Сх 808 А;

- високої маси 1000 насінин: ХЗУ 22 В;

- високого вмісту олії в насінні: ХЗУ 37 В, ІУ 075134, ІУ 075135, ІУ 075139 та Сх 1006 А;

- високого вмісту олеїнової кислоти в олії: Сх 83 А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chekhova I. Sunflower is the main oil crop in Ukraine. *Helia*. 2022. № 45 (77). P. 167–174. DOI: 10.1515/helia-2022-0007.
2. Міністерство аграрної політики України. Новини. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news>.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні 06.02.2024 р. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.
4. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан і перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.25.
5. Control of weeds and sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr) in sunflower crops by crop rotation and tillage / Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Kolesnykova K., Derevenets-Shevchenko K. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. Vol. 81 (1). P. 382–392. DOI: 10.1080/00207233.2024.2320031.
6. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review / Molinero-Ruiz L., Delavault P., Pérez-Vich B., Pacureanu-Joita M., Bulos M., Altieri E., Domínguez J. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 13 (4). 19 p. DOI: 10.5424/sjar/2015134-8080.
7. Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in an interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis* subsp. *Tardiflorus* / Velasco L. Pérez-Vich B., Yassein A., Jan C., Fernández-Martínez J.M. *Plant Breeding*. 2012. Vol. 131. No 1. P. 220–221. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2011.01915.
8. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F. / Imerovski I., Dimitrijevic A., Miladinovic D., Dedic B., Jocić S., Kocis Tubic N., Cvejic S. *Euphytica*. 2015. Vol. 209. No 2. P. 281–289. DOI: 10.1007/s10681-015-1597.

9. Analysis of genetic relationships between broomrape populations from different countries using ISSR markers / Duca M., Bivol I., Mutu A., Port A., Clapco S. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2024. Vol. 52 (1). 13590. DOI: 10.15835/nbha52113590.

10. The virulence of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) races in sunflower crop in Brailaarea, in Romania / Rîșnoveanu L., Joița-Păcureanu M., Anton F. G., Dan M. *International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova* (15-16 iunie 2021). Republica Moldova: Moldova State University. Chisinau, 2021. P. 113. DOI: 10.53040/cga11.2021.

11. Transcriptomic analysis of sunflower (*Helianthus annuus*) roots resistance to *Orobanche cumana* at the seedling stage / Huang Q., Lei Z., Xiang L., Zhang W., Zhang L., Gao Y. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8 (701). DOI: 10.3390/horticulturae8080701.

12. QTL mapping of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) using GBS-SNPS / Baytar A.A., Celik I., Doganlar C., Frary A., Doganlar S. *Turkish J. Field Crop*. 2021. Vol. 26. P. 157–162. DOI: 10.17557/tjfc.940409.

13. Бурлов В.В., Бурлов В.В. Ефективність генів Or у забезпеченні стійкості соняшнику до нових рас вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.). *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2010. Вип. 98. С. 28–37. DOI: 10.30835/2413-7510.2010.70221.

14. Солоденко А.Є. Оцінка стійкості соняшнику до вовчка раси F за допомогою молекулярних маркерів. *Вісник Харківського Національного аграрного університету*. Харків, 2011. Вип. 3 (24). P. 61–66. *Серія Біологія*.

15. Макляк К.М., Кириченко В.В. Стійкість вихідного матеріалу соняшнику до нових рас вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.). *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2012. Вип. 102. С. 16–21. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59808>.

16. Поліщук І.С., Азуркін В.О., Дідур І.М. Сучасний стан і перспективи вирощування соняшнику та ріпаку у Вінницькій області. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця, 2012. Вип. № 1 (57). С. 3–7.

17. Домарацький Є.О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 22–29. DOI: 10.32848/agraar.innov.2021.5.4.

18. Вініченко С.А. Умови функціонування і розвитку підприємств на ринку продукції бджільництва. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5. Т. 2. С. 95–101. DOI: 10.31891/2307-5740-2021-298-5(2)-15.

19. Педорченко А.Л. Цінова ситуація на експортних ринках зернових і олійних в Україні у 2022 р. *Грааль науки: міжнародний науковий журнал*. 2022. № 12–13. С. 45–50. DOI: 10.36074/grail-of-science.29.04.2022.002.

20. Чуйко Д.В., Пономарьова М.С., Брагін О.М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. *Вісник ХНАУ*. Харків, 2021. Т. 1. № 2. С. 197–208. *Серія : Економічні науки*. DOI: 10.31359/2312-3427-2021-2-1-197.

21. Піньковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 115–123. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123.

22. Троценко В.І. Соняшник. Селекція, насінництво та технологія вирощування : монографія. Суми : Університетська книга, 2001. 184 с.

23. Шкумат В.П. Рекомендації по вирощуванню соняшнику в сівозмінах із скороченим терміном повернення на попереднє місце в умовах Півдня України. Миколаїв, 2002. 16 с.

24. Єщенко В.О. Місце науково обґрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2014. № 2. С. 3–6.

25. Трибель С.О., Ретьман С.В., Борзих О.І. Соняшник : Фітосанітарний стан агроценозів та заходи щодо його покращення. *Посібник українського хлібороба* ; науково-практичний збірник. Київ : Логос, 2014. № 2. С. 41–45.
26. Різанов С. Впровадження високопродуктивних гібридів соняшнику – шлях до збільшення рентабельності його виробництва. *Пропозиція*. 2006. № 2. С. 34–35.
27. Тараріко Ю.О., Чернокозинський А.В., Сайдак Р.В. Вплив агротехнічних і агрометеорологічних факторів на продуктивність агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 5. С. 64–67.
28. Вплив оптимізації живлення на продуктивність ярих олійних культур на чорноземі південному в зоні Степу України під впливом біопрепаратів / Гамаюнова В., Хоненко Л., Москва І., Кудріна В., Глушко Т. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2019. № 23. С. 112–118. *Агрономія*. DOI: 10.31734/agronomy 2019.01.112.
29. Чмир С.М. Ефективність екологічно чистих прийомів вирощування соняшника у Південному Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук. Херсон, 1994. 29 с.
30. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. № 17. С. 86–92.
31. Каленська С.М., Риженко А.С. Оцінювання впливу погодних умов за вирощування гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) у північній частині Лівобережного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Т. 16. № 2. С. 162–173. DOI: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209229.
32. Вольф В.Г. Соняшник на Україні : навч. посібник. Київ.: Центр учбової літератури, 1998. 192 с.
33. Борисоник З.Б. Подсолнечник: учеб. пособие. Киев : Урожай, 1999. 158 с.

34. Музиченко О.О. Соняшник український. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 45–47.
35. *Orobanchaceae* parasite–host interactions / Mutuku J.M., Cui S., Yoshida S., Shirasu K. *New Phytol.* 2021. № 230. P. 46–59. DOI: 10.1111/nph.17083.
36. Phytochemical composition and biological activities of *Orobanche crenata* Forssk.: a review / Genovese C., D'Angeli F., Attanasio F., Caserta G., Scarpaci K.S., Nicolosi D. *Nat. Prod. Res.* 2021. Vol. 35. P. 4579–4595. DOI: 10.1080/14786419.2020.1739042.
37. The penetration of sunflower root tissues by the parasitic plant *Orobanche cumana* is intracellular / Auriac M.C., Griffiths C., Robin-Soriano A., Legendre A., Boniface M.C., Muños S., Fournier J., Chabaud M. *New Phytologist*. 2024. Vol. 241 (6) P. 2326–2332. DOI: 10.1101/2023.07.24.550254.
38. Effect of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) on some agromorphological and biochemical traits of Tunisian and some reference sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions / Hosni T., Abbes Z., Abaza L., Medimagh S., Ben Salah H., Kharrat M. *J. Plant Dis. Prot.* 2020. Vol. 127. P. 831–841. DOI: 10.1007/s41348-020-00362-6.
39. Effects of Benzoquinones on Radicles of *Orobanche* and *Phelipanche* Species / Fernández-Aparicio M., Masi M., Cimmino A., Evidente A. *Plants*. 2021. Vol. 10 (4). 746 p. DOI: 10.3390/plants10040746.
40. Parker C. Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*. 2009. Vol. 65 (5). P. 453–459. DOI: 10.1002/ps.1713.
41. Burcovschi I., Clapco S., Duca M. The effects of *Orobanche cumana* infection on sunflower seed yield. *Natural sciences in the dialogue of generations*. 2023. P. 30.
42. Biological and Transcriptomic Characterization of pre-haustorial resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* W.) in sunflowers

(*Helianthus annuus*) / Sisou D., Tadmor Y., Plakhine D., Ziadna H., Hübner S., Eizenberg H. *Plants*. 2021. Vol. 10 (9). 1810 p. DOI: 10.3390/plants10091810.

43. Abdalla M.M.F., Saleh H.A.M.A., Khater M.A. Detection of genetic variations in orobanche crenata using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. *Bull. Natl. Res. Cent.* 2020. Vol. 44 (139). DOI: 10.1186/s42269-020-00390-0.

44. The Haustorium, a Specialized Invasive Organ in Parasitic Plants / Yoshida S., Cui S., Ichihashi Y., Shirasu K. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2016. Vol. 67. P. 643–667. DOI: 10.1146/annurev-arplant-043015-111702.

45. First Report of *Karelinia caspia* (Pall.) Less as a new host of *Orobanche cumana* Wallr. in Xinjiang, China / Ma Q., Hu L., Xi H., Yao Z., Wang P., Zhao S., Zhang X. *Plant Dis.* 2023. Vol. 107 (10). 3323 p. DOI: 10.1094/PDIS-05-23-0988-PDN.

46. The evolution of parasitism in plants / Westwood J.H., Yoder J.I., Timko M.P., Depamphilis C.W. *Trends Plant Sci.* 2010. Vol. 15 (4). P. 227–235. DOI: 10.1016/j.tplants.2010.01.004.

47. A femtomolar–range suicide germination stimulant for the parasitic plant *Striga hermonthica* / Uraguchi D., Kuwata K., Hijikata Y., Yamaguchi R., Imaizumi H., Am S., Rakers C., Mori N., Akiyama K., Irle S., McCourt P., Kinoshita T., Ooi T., Tsuchiya Y. *Science*. 2018. Vol. 362. P. 1301–1305. DOI: 10.1126/science.aau5445.

48. Host Resistance to Parasitic Plants — Current Knowledge and Future Perspectives / Albanova I.A., Zagorchev L.I., Teofanova D.R., Odjakova M.K., Kutueva L.I., Ashapkin V.V. *Plants*. 2023. Vol. 12 (7). 1447 p. DOI: 10.3390/plants12071447.

49. Genetic and Genomic Tools in Sunflower Breeding for Broomrape Resistance / Cvejić S., Radanović A., Dedić B., Jocković M., Jocić S., Miladinović D. *Genes*. 2020. Vol. 11 (2). 152 p. DOI: 10.3390/genes11020152.

50. Genetic and Molecular Technologies for Achieving High Productivity and Improved Quality in Sunflower / Chander S., Mena H.P., Kumar A., Kumar N., Singh V.K., Garcia-Oliveira A.L. In: Gosal S.S., Wani S.H. (eds)

Accelerated Plant Breeding. 2022. Vol. 4. P. 419–449. DOI: 10.1007/978-3-030-81107-5_12.

51. Genetic and physiological characterization of sunflower resistance provided by the wild-derived OrDeb₂ gene against highly virulent races of *Orobanche cumana* Wallr / Fernández-Aparicio M., del Moral L., Muños S., Velasco L., Perez-Vich B. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. Vol. 135 (2). P. 501–525. DOI: 10.1007/s00122-021-03979-9.

52. Plakhine D., Joel D.M. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. *Helia*. 2010. Vol. 33. P. 13–18. DOI: 10.2298/HEL1052013P.

53. HeliantHOME, a public and centralized database of phenotypic sunflower data / Bercovich N., Genze N., Todesco M., Gregory L.O., Légaré J.-S., Huang K., Rieseberg L.H. Grimm D.G. *Scientific Data*. 2022. Vol. 9. 735 p. DOI: 10.1038/s41597-022-01842-0.

54. A receptor-like kinase enhances sunflower resistance to *Orobanche Cumana* / Duriez P., Vautrin S., Auriac M.C., Bazerque J., Boniface M.-C., Callot C., Carrère S., Cauet S., Chabaud M., Gentou F., Lopez-Sendon M., Paris C., Pegot-Espagnet P., Rousseaux J.-C., Pérez-Vich B., Velasco L., Bergès H., Piquemal J., Muños S. *Nature Plants*. 2019. Vol. 5. P. 1211–1215. DOI: 10.1038/s41477-019-0556-z.

55. Association mapping for broomrape resistance in sunflower / Calderón-González Á., Pérez-Vich B., Pouilly N., Boniface M.-C., Louarn J., Velasco L., Muños S. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 13. 20 p. DOI: 10.3389/fpls.2022.1056231.

56. Comparative analysis of two *Orobanche cumana* Wallr. accessions with a different virulence / Duca M., Boicu A., Clapco S., Port A. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2020. 42 (11). DOI: 10.1007/s11738-020-03152-7.

57. Goldwasser Y., Rodenburg J. Integrated agronomic management of parasitic weed seed banks. *Parasitic Orobanchaceae*. Berlin, 2013. P. 393–413. DOI: 10.1007/978-3-642-38146-1_22.

58. Seed structure characteristics of *Orobanche cumana* populations / Krupp A., Rücker E., Heller A., Spring O. *Helia*. 2015. Vol. 38. P. 1–14. DOI: 10.1515/helia-2014-0034.
59. Ivashchenko O. Broomrape in sunflower crops and control methods. *Quarantine and plant protection*. 2020. Vol. 2–3 P. 13–16. DOI: 10.36495/2312-0614.2020.2-3.13-16.
60. Aly R., Matzrafi M., Bari V.K. Using biotechnological approaches to develop crop resistance to root parasitic weeds. *Planta*. 2021. Vol. 253 (97). DOI: 10.1007/s00425-021-03616-1.
61. Aly R. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. *In Vitro Cell. Dev. Biol. – Plant*. 2007. Vol. 43. P. 304–317. DOI: 10.1007/s11627-007-9054-5.
62. Dynamics of change in broomrape populations (*Orobanche cumana* Wallr.) in Romania and Russia (Black Sea area) / Škorić D., Joița-Păcureanu M., Gorbachenko F., Gorbachenko O., Maširević S. *Helia*. 2021. Vol. 44 (74). P. 1–14. DOI: 10.1515/helia-2020-0025.
63. Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). *Sunflower*. 2015. P. 129–155. DOI: 10.1016/B978-1-893997-94-3.50011-8.
64. Nabloussi A., Pérez-Vich B., Velasco L. Virulence, genetic diversity, and putative geographical origin of sunflower broomrape populations from Morocco. *Phytopathol. Mediterr*. 2023. Vol. 62. P. 65–72. DOI: 10.36253/phyto-13948.
65. Sunflower Resistance to Broomrape (*Orobanche cumana*) Is Controlled by Specific QTLs for Different Parasitism Stages / Louarn J., Boniface M-C., Pouilly N., Velasco L., Pérez-Vich B., Vincourt P., Muños S. *Frontiers in Plant Science*. 2016. Vol. 7. 590 p. DOI: 10.3389/fpls.2016.00590.
66. Clapco S. Virulence and aggressiveness of some sunflower broomrape populations belonging to different countries. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. 64 (1). P. 266-272.

67. Genetic diversity of *Orobanche cumana* populations from Spain assessed using SSR markers / Pineda-Martos R., Velasco L., Fernández-Escobar J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B. *Weed Research*. 2013. Vol. 53. P. 279–289. DOI: 10.1111/wre.12022.
68. Assessing the Performance of Maize (*Zea mays* L.) as Trap Crops for the Management of Sunflower Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) / Ye X., Zhang M., Zhang M., Ma Y. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (1) 12 p. DOI: 10.3390/agronomy10010100.
69. Li Z.F., Ji S.X., Li Q.X. Preliminary report on the discovery of sunflower broomrape in Heilongjiang Province. *Phytosanitary*. 1982. Vol. 5. P. 28–30.
70. Dong B.C., Sha H.L. Identification of the races of *Orobanche cumana* Wallr. in Jilin Province. *Chin. Oilseeds*. 1996. 18 (1). P. 54–56.
71. Ma D.N., Wan X.Z. Research report on distribution of physiological races of *Orobanche cumana* Wallr. in 2014 in Northern China in 2014. *Ningxia J. Agri. For Sci. Tech*. 2015. Vol. 56 (7). P. 45–47.
72. Lu W., Li L., Li S.K. Virulence determination and field efficacy evaluation of water-soluble trifluralin nanoparticles against *Orobanche cumana*. *Plant Prot*. 2019. Vol. 45 (3). P. 237–240.
73. Bai Q.J., Yun X.P., Gao Z.M. The occurrence and control techniques of sunflower broomrapes in Inner Mongolia. *Inn. Mong. Agric. Sci. Technol*. 2013. Vol. 1. P. 75–76.
74. Shi B, Zhao J. Recent progress on sunflower broomrape research in China. *OCL*. 2020. Vol. 27 (30). 9 p. DOI: 10.1051/ocl/2020023.
75. Review of the species, hazard and management status of *Orobanche* L. in Xinjiang / Cui H., Wang N., Long X., An K., Hou M., Cui W. *Plant Quarantine*. 2020. Vol. 34 P. 20–24. DOI: 10.19662/j.cnki.issn1005-2755.2020.03.004.
76. Identification of risk areas for *Orobanche cumana* and *Phelipanche aegyptiaca* in China, based on the major host plant and CMIP6 climate scenarios /

Zhang L., Cao X., Yao Z., Dong X., Chen M., Xiao L., Zhao S. *Ecol. Evol.* 2022. Vol. 12. 17 p. DOI: 10.1002/ece3.8824.

77. Herbicidal secondary metabolites from *Bacillus velezensis* JTB8-2 against *Orobanche aegyptiaca* / He W., Li Y., Luo W., Zhou J., Zhao S., Xu J. *AMB Express*. 2022. Vol. 12 (52). 11 p. DOI: 10.1186/s13568-022-01395-w.

78. Identification and genetic diversity analysis of broomrape in Xinjiang, China / Zhang X., Du J., Wang P., Wang P., Liu Z., Yao Z., Zhao S., Xi H. *Mol. Biol. Rep.* 2024. Vol. 51 (1). 326 p. DOI: 10.1007/s11033-023-09203-9.

79. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova / Duca M., Clapco S., Nedelcov M., Dencicov L. *OCL*. 2019. Vol. 26 (3). 10 p. DOI: 10.1051/ocl/2018049.

80. Germination response of *Orobanche* seeds subjected to conditioning temperature, water potential and growth regulator treatments / Song W.J., Zhou W.J., Jin Z.L., Cao D.D., Joel D.M., Takeuchi Y., Yoneyama K. *Weed Res.* 2005. Vol. 45. P. 467–476. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2005.00477.x.

81. Ephrath J.E., Eizenberg H. Quantification of the dynamics of *Orobanche cumana* and *Phelipanche aegyptiaca* parasitism in confectionery sunflower. *Weed Resist.* 2010. Vol. 50. P. 140–152. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00768.x.

82. Global invasive potential of 10 parasitic witch weeds and related *Orobanchaceae*. *AMBIO* / Mohamed K.I., Papes M., Williams R., Benz B.W., Reterson A.T. *J. Hum. Environ.* 2006. Vol. 35 (6). P. 281–288. DOI: 10.1579/05-R-051R.1.

83. Masirevic S., Medic-Pap S. Broomrape in Serbia from its occurrence till today. *Helia*. 2009. Vol. 32 (51). P. 91–100. DOI: 10.2298/hel0951091m.

84. Vear F. Changes in sunflower breeding over the last fifty years. *OCL*. 2016. Vol. 23 (2) 8 p. DOI: 10.1051/ocl/2016006.

85. Lyra D., Kalivas D., Economou G. A large-scale analysis of soil and bioclimatic factors affecting the infestation level of tobacco (*Nicotiana*

tabacum L.) by *Phelipanche* species. *Crop Prot.* 2016. Vol. 83. P. 27–36. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.01.008.

86. Трибель С.О., Стригун О.О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Карантин і захист рослин.* 2013. Т. 59. С. 324–326.

87. Шацман Д.О., Дем'янюк О.С. Проблема *Orobanche cistana* Wallr. в посівах соняшника в Україні. *Diss. КЗВО “Вінницька академія безперервної світи”.* 2021. С. 79–80.

88. Khablak S.G., Abdullaeva Y.A., Ryabovol L.O. Sensitivity of sunflower hybrids to new races of Broomrape. *Factors of Experimental Evolution of Organisms.* 2018. Vol. 23. P. 55–57.

89. Хаблак С.Г., Спичак В.М. *Orobanche cistana* Wallr. у посівах *Helianthus Annuus*. *Вісник Сумського національного аграрного університету,* 2023. Вип. 4 (54). С. 62–67. *Серія «Агронімія і біологія».* DOI: 10.32782/agrobio.2023.4.9.

90. Хаблак С.Г., Спичак В.М. Ураження вовчком соняшниковим (*Orobanche cistana* Wallr.) різних гібридів *Helianthus annuus*. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2024. Том 35. С. 48–53. DOI: 10.7124/FEEO.v35.1657.

91. Поширення рослин-паразитів родів *Cuscuta* L. та *Orobanche* L. в Україні / Красиленко Ю.А., Горюнова І.І., Плоховська С.Г., Борова М.М., Пушкарьова Н.О. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2019. Том 25. С. 60–66. DOI: 10.7124/FEEO.v25.1140.

92. Хаблак С.Г., Абдуллаєва Я.А. Расовий склад Вовчка (*Orobanche cistana* Wallr.) в посівах соняшнику в умовах північного степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2013. Т. 3. С. 116–121.

93. The impact of the new races of Broomrape (*Orobanche cistana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania / Pacureanu-Joita M., Procopovci E., Sovo E., Nastase K. *Disease Resistance and Pathology.* 2008. Vol. 1. P. 225–229.

94. Melero-Vara J.M., Dominguez J., Fernandes-Martinez J.M., Update on sunflower broomrape situation in Spain: racial status and sunflower breeding for resistance. *Helia*. 2000. Vol. 23 (33). P. 45–56.

95. Хаблак С.Г., Абдуллаева Я.А., Денисенко А.И. Заразиха (*Orobancha cumana* Wallr.) на полях подсолнечника в условиях восточной части северной степи Украины. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 11 (26). С. 25–27. Серія «Агронімія і біологія».

96. Хаблак С.Г., Абдуллаева Я.А. Расовый склад вовчка (*Orobancha cumana* Wallr.) в посівах соняшнику в умовах північного степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 3. С. 116–121.

97. Large field screening for resistance to broomrape (*Orobancha crenata* Forsk.) in a global lentil diversity panel (GLDP) (*Lens culinaris* Medik.) / En-Nahli Y., Hejjaoui K., Mentag R., Es-Safi N.E., Amri M. *Plants*. 2023. Vol. 12. 2064 p. DOI: 10.3390/plants12102064.

98. Kurylych D.V., Makliak K.M. Peculiarities of the sunflower breeding for resistance to broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.). *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва*. Харків, 2022. Вип. 122. С. 19–29. DOI: 10.30835/2413-7510.2022.271748.

99. Marker-assisted and physiology-based breeding for resistance to root parasitic / Pérez-Vich B., Velasco L., Rich P.J., Ejeta G. *Orobanchaceae. Parasitic Orobanchaceae: Parasitic mechanisms and control strategies*. 2013. P. 369–391. DOI: 10.1007/978-3-642-38146-1_21.

100. Pogorletsky P.K., Geshele E.E. Sunflower immunity to broomrape, and rust. *In Proceedings of the 7th International Sunflower Conference*. Paris, 1976. P. 238–243.

101. Virulence groups of *Orobancha cumana* Wallr. differential hosts and resistance sources and genes in sunflower / Vranceanu A.V., Tudor V.A., Stoenescu F.M., Pirvu N. *Proceedings of the 9th International Sunflower Conference*. Torremolinos, 1980. P. 74–82.

102. Sukno S., Melero-Vara J.M., Fernández-Martínez J.M. Inheritance of

resistance to *Orobanche cernua* Loefl. in six sunflower lines. *Crop Sci.* 1999. Vol. 39. P. 674–678. DOI: 10.2135/cropsci1999.0011183X003900020011x.

103. Development of SCAR markers linked to the gene Or5 conferring resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower / Lu Y.H., Melero-Vara J.M., García-Tejada J.A., Blanchard P. *Theor. Appl. Genet.* 2000. Vol. 100. P. 625–632. DOI: 10.1007/s001220050083.

104. Quantitative trait loci for broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance in sunflower / Pérez-Vich B., Akhtouch B., Knapp S.J., Leon A.J., Velasco L., Fernández-Martínez J.M., Berry S.T. *Theor. Appl. Genet.* 2004. Vol. 109 (1). P. 92–102. DOI: 10.1007/s00122-004-1599-7.

105. Parasite-host plant interaction of *Orobanche cumana* Wallr. (*Orobanche cernua* Loefl.) with *Helianthus annuus* / Pacureanu-Joita M., Veronesi C., Raranciuc S., Stanciu D. *16th International Sunflower Conference.* 2004. P. 171–176.

106. Characterization of post-haustorial resistance to sunflower broomrape / Martín-Sanz A., Pérez-Vich B., Rueda S., Fernández-Martínez J.M., Velasco L. *Crop Sci.* 2020. Vol. 60. P. 1188–1198. DOI: 10.1002/csc2.20002.

107. Hoeft E., Li Z., Tulsieram L. U.S. Patent No. 9,161,501. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. 2015.

108. Genetic study of recessive broomrape resistance in sunflower / Akhtouch B., del Moral L., Leon A., Velasco L., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B. *Euphytica.* 2016. Vol. 209. P. 419–428. DOI: 10.1007/s10681-016-1652-z.

109. BSA-seq mapping reveals major QTL for broomrape resistance in four sunflower lines / Imerovski I., Dedić B., Cvejić S., Miladinović D., Jocić S., Owens G., Tubić N., Rieseberg L. *Mol. Breeding.* 2019. Vol. 39. P. 39–41. DOI: org/10.1007/s11032-019-0948-9.

110. Development and characterization of a new sunflower source of resistance to race G of *Orobanche cumana* Wallr. derived from *Helianthus anomalus* / Fernández-Melero B., Del Moral L., Todesco M. et al. *Theor. Appl. Genet.* 2024. Vol. 137 (56). DOI: 10.1007/s00122-024-04558-4.

111. A novel sunflower broomrape race with unusual virulence potentially caused by a mutation. *Frontiers in Plant Science* / Fernández-Melero B., Martín-Sanz A., Del Moral L., Pérez-Vich B., Velasco L. 2023. Vol. 14. DOI: 10.3389/fpls.2023.1236511.

112. Kaya Y. The situation of broomrape infestation, control methods in the sunflower production area in Turkey. *Third International symposium on Broomrape (Orobancha spp.) in sunflower*. Cordoba, 2014. P. 10.

113. Isoenzymatic study of broomrape (*Orobancha cernua*) populations infesting sunflower (*Helianthus annuus*) / Castejón-Muñoz M., Suso M.J., Romero-Muñoz F., García-Torres L. *Proceedings of the 5th International Symposium on Parasitic Weeds*. 1991. P. 313–319.

114. Study of the variability and evolution of *Orobancha cumana* populations infesting sunflower in different European countries / Gagne G., Roeckel-Drevet P., Grezes-Besset B., Shindrova P., Ivanov P., Grand-Ravel C. et al. *Theor. Appl. Genet.* 1998. Vol. 96. P. 1216–1222. DOI: 10.1007/s001220050859.

115. Pathogenic and molecular diversity in highly virulent populations of the parasitic weed *Orobancha cumana* from Europe / Molinero-Ruiz M.L., García-Carneros A.B., Collado-Romero M., Raranciuc S., Domínguez J., Melero-Vara J.M. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 87–96. DOI: 10.1111/wre.12056.

116. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity / Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. *Front. Plant Sci.* 2016. Vol. 7 (589). DOI: 10.3389/fpls.2016.00589.

117. Pineda-Martos R., Velasco L., Pérez-Vich B. Identification, characterization and discriminatory power of microsatellite markers in the parasitic weed *Orobancha cumana*. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 120–132. DOI: 10.1111/wre.12062.

118. Genetic mapping of the Or₅ gene for resistance to *Orobancha* race E in sunflower / Tang S., Heesacker A., Kishore V.K., Fernandez A., Sadik E.S.,

Cole G., Knapp S.J. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43. P. 1021–1028. DOI: 10.2135/cropsci2003.1021.

119. An SSR-SNP linkage map of the parasitic weed *Orobanche cumana* Wallr. including a gene for plant pigmentation / Calderón-González Á., Pouilly N., Muños S., Grand X., Coque M., Velasco L., Pérez-Vich B. *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. DOI: 10.3389/fpls.2019.00797.

120. Inheritance of the unpigmented plant trait in *Orobanche Cumana* / Rodríguez-Ojeda M.I., Velasco L., Alonso L.C., Fernández-Escobar J., Pérez-Vich B. *Weed Res.* 2011. Vol. 51. P. 151–156. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00830.x.

121. A dominant avirulence gene in *Orobanche cumana* triggers Or₅ resistance in sunflower / Rodríguez-Ojeda M.I., Pineda-Martos R., Alonso L.C., Fernández-Escobar J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B. et al. *Weed Res.* 2013. Vol. 53. P. 322–327. DOI: 10.1111/wre.12034.

122. Study of *Orobanche cumana* genetic diversity / Coque M., André T., Giménez R., Archipiano M., Polovynko L., Tardin M.C. et al. *Proceedings of the 19th International Sunflower Conference.* 2016. 734 p.

123. Genetic diversity analysis of sunflower broomrape populations from republic of Moldova using ISSR markers / Duca M., Joița-Păcureanu M., Port A., Martea R., Boicu A., Rîșnoveanu L., Clapco S. *Romanian agricultural research.* 2020. № 37. P. 89–97. DOI: 10.59665/rar3712.

124. Duca M., Acciu A., Clapco S. Distribuția geografică și caracteristica unor populații de *O. cumana* din Republica Moldova. *Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life Sciences.* 2017. Vol. 2 (332). P. 65–76.

125. Duca M., Boicu A. Morphological diversity of seeds in *O. cumana* accessions from Republic of Moldova. *Helia.* 2017. Vol. 40 (67). P. 161–165. DOI: 10.1515/helia-2017-0005.

126. *Orobanche species* and population discrimination using intersimple sequence repeat (ISSR) / Benharrat H., Veronesi C., Theodet C., Thalouarn P. *Weed Res.* 2002. Vol. 42. P. 470–475. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2002.00305.x.

127. Метод оцінки стійкості селекційних сортозразків соняшнику до вовчка в лабораторних умовах / Шугурова Н.О., Дем'яненко Т.Т., Краснокутська Ю.В., Погорільчук З.І. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2016. № 23. С. 102–108.

128. Курилич Д.В. Донорські властивості нових самозапиленних ліній соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодення та перспективи* : зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції. НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 39–40.

129. Нові лінії соняшнику з підвищеним вмістом ізомерів токоферолів / Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко О.А., Курилич Д.В., Луценко Т.М., Сивенко В.І., Андрієнко В.В. *Генетичні ресурси рослин* : науковий журнал / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2023. № 33. С. 52–58. DOI: 10.36814/pgr.2023.33.05.

130. Курилич Д.В., Макляк К.М. Генетичний аналіз успадкування стійкості соняшнику до вовчка за використання діалельного методу. *Селекція і насінництво*: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2024. Вип. 126. С. 6–20. DOI: 10.30835/2413-7510.2024.318739.

131. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.) до раси F вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.). *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2024. Вип. 4 (58). С. 57–63. DOI: 10.32782/agrobio.2024.4.9.

132. Курилич Д.В., Макляк К.М. Ефективність визначення ураженості соняшнику вовчком в умовах фітотрону / *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (30 вересня 2022 року). НААН України, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства. Одеса, 2022. С. 66–67.

133. Use of blue-green fluorescence and thermal imaging in the early detection of sunflower infection by the root parasitic weed *Orobanche cymana*

Wallr / Ortiz-Bustos C.M., Pérez-Bueno M.L., Barón M., Molinero-Ruiz L. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8 (833). DOI: 10.3389/fpls.2017.00833.

134. Image analysis for the automatic phenotyping of *Orobanche cumana* tubercles on sunflower roots / Le Ru A., Ibarcq G., Boniface M.-C., Baussart A., Muños S., Chabaud M. *Plant Methods.* 2021. Vol. 17. P. 1–14. DOI: 10.1186/s13007-021-00779-6.

135. Зайцев О., Ковальов В. Впровадження високопродуктивних гібридів соняшнику – один із шляхів підвищення його рентабельності. *Пропозиція.* 2003. №12 (104). С. 2–53.

136. Вибір гібрида соняшнику як фактор мінімізації ризиків / Андрієнко О., Андрієнко А., Жужа О., Кузьмич В. *Пропозиція.* 2014. № 4. С. 40–44.

137. Курилич Д.В., Макляк К.М. Прояв цінних господарських ознак у гібридів F₁ соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.). *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* Запоріжжя, 2024. № 37. С. 53–65. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-37-06.

138. Прояв господарських ознак трилінійних гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин / Гутянський Р.А., Макляк К.М., Курилич Д.В., Кутіщева Н.М. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* Запоріжжя, 2024. Вип. 36. С. 59–69. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-36-03.

139. Зінченко А. Агресивна проблема соняшнику. *Сучасні технології агропромислового виробництва : матеріали I Міжнародної студентської науково-практичної інтернет-конференції.* Кропивницький, 2020. С. 68-69.

140. Маслак О.М. Сучасні тенденції розвитку ринку соняшникової олії в Україні. *Техніка та технологія АПК.* 2019. № 5 (8). С. 35–38.

141. Ільків Л.А. Економічні аспекти виробництва соняшнику. *Молодий вчений.* 2019. № 10 (74). С. 661–665. DOI: 10.32839/2304-5809/2019-10-74-139.

142. Моделі формування продуктивності соняшнику та їх ефективність в умовах північно-східного Лісостепу України / Троценко В.І., Кабанець В.М., Яценко В.М., Колосок І.О. *Вісник Сумського НАУ*. Суми, 2020. Вип. 2 (40). С. 72–78. Серія «Агрономія та біологія». DOI: 10.32782/agrobio.2020.2.9.

143. Грабовський М.Б. Вплив густоти стояння рослин на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпро, 2010. № 38. С. 88–91.

144. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Сорока А.І. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин за різних строків сівби. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2022. № 32. С. 99–111. DOI: 10.36710/ІОС-2022-32-10.

145. Борисенко В.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність різностиглих гібридів соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 123. С. 15–21. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.123.3.

146. Ріст та розвиток гібридів соняшника залежно від густоти стояння рослин / Маслійов С.В., Степанов В.В., Калініченко М.В., Ярчук І.І. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 4. С. 104–110. DOI: 10.31210/visnyk2018.04.15.

147. Куций А.Д. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність гібридів соняшника в умовах приватного сільськогосподарського підприємства «Злагода» Кам'янського району Дніпропетровської області. *Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» : 201. Агрономія*. Дніпро, 2023. 68 с.

148. Андрієнко А.Л., Андрієнко О.О. Соняшник : Україна і світ. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 1 (16). С. 7–13.

149. Habimana S., Nduwumuremyi A., J.D. Chinama R. Management of orobanche in field crops. A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2014. Vol. 14 (1). P. 43–62. DOI: 10.4067/S0718-95162014005000004.

150. Vurro M. Are root parasitic broomrapes still a good target for bioherbicide control? *Pest. Manag. Sci.* 2023. Vol. 80. P. 10–18. DOI: 10.1002/ps.7360.

151. Ito S. Recent advances in the regulation of root parasitic weed damage by strigolactone-related chemicals. *Biosci. Biotechno. Biochem.* 2023. Vol. 87. P. 247–255. DOI: 10.1093/bbb/zbac208.

152. Efficacy against broomrape and selectivity of imazamox-containing herbicides in sunflower / Mitkov A., Yanev M., Neshev N., Tonev T., Joița-Păcureanu M., Cojocaru F. *Romanian agricultural research.* 2019. № 36. P. 201–207. DOI: 10.59665/rar3623.

153. Pesticide toxicity: a mechanistic approach / Lushchak V.I., Matviishyn T.M., Husak V.V. et al. *EXCLI J.* 2018. Vol. 17. P. 1101–1136. DOI: 10.17179/excli2018-1710.

154. Baucom R.S. Evolutionary and ecological insights from herbicide resistant weeds: what have we learned about plant adaptation, and what is left to uncover? *New Phytol.* 2019. Vol. 223 P. 68–82. DOI: 10.1111/nph.15723.

155. First case of evolved herbicide resistance in the holoparasite sunflower broomrape, *Orobancha cumana* Wallr / Kaundun S.S., Martin-Sanz A., Rodr'iguez M., Serbanoiu T., Moreno J., Mcindoe E., Le Goupil G. *Front. Plant Sci.* 2024. Vol. 15. DOI: 10.3389/fpls.2024.1420009.

156. Brassinosteroids effectively enhance sunflower resistance against parasitic weed (*Orobancha cumana*) infection / Zhang N., Ali S., Huang Q., Yang C., Ali B., Chen W., Zhang K., Ali S., Ulhassan Z., Zhou W. *Preprints.* 2023. DOI: 10.20944/preprints202311.1446.v1.

157. Maize rotation combined with streptomyces rochei D74 to eliminate *Orobancha cumana* seed bank in the Farmland / Xi J., Ding Z., Xu T., Qu W., Xu Y., Ma Y., Xue Q., Liu Y., Lin Y. *Agronomy.* 2022. Vol. 12. DOI: 10.3390/agronomy12123129.

158. Parker C. A personal history in parasitic weeds and their control. *Plants.* 2021. Vol. 10. DOI: 10.3390/plants10112249.

159. Microbial community roles and chemical mechanisms in the parasitic development of *Orobanche Cumana* / Xi J., Lei B., Liu Y.X., Ding Z., Liu J., Xu T., Hou L., Han S., Qian X., Ma Y. *iMeta*. 2022. Vol. 1 (3). DOI: 10.1002/imt2.31.

160. Biocontrol potential of the antagonistic microorganism *Streptomyces enissocaesilis* against *Orobanche cumana* / Chen J., Xue Q., McErlean C., Zhi J., Ma Y., Jia X., Zhang M., Ye X. *BioControl*. 2016. Vol. 61. P. 781–791. DOI: 10.1007/s10526-016-9738-z.

161. Recent advances in the biocontrol of *Orobanche* (broomrape) *species* / Amsellem Z., Barghouthi S., Cohen B. et al. *BioControl*. 2001. Vol. 46 (2). P. 211–228. DOI: 10.1023/A:1011496114707.

162. Research on germination mechanism of *Orobanche cumana* Wallr. / He F.L., Huang C.Q., Yin K.X. et al. *Crops*. 2012. Vol. 28 (6). P. 105–110.

163. Molecular mechanism of the parasitic interaction between *Orobanche cumana* Wallr. and sunflowers / Zhang Y., Su J., Yun X., Wu W., Wei S., Huang Z., Zhang C., Bai Q., Huang H. *Journal of Plant Interactions*. 2022. Vol. 17 (1). P. 549–561. DOI: 10.1080/17429145.2022.2062061.

164. Sunflower breeding for broomrape resistance / Anton F.G., Joița-Păcureanu M., Rîșnoveanu L., Oprea D. *Natural sciences in the dialogue of generations*. 2023. P. 20.

165. Host sunflower-induced silencing of parasitism-related genes confers resistance to invading *Orobanche cumana* / Jiang Z., Zhao Q., Bai R., Yu R., Diao P., Yan T., Duan H., Ma X., Zhou Z., Fan Y., Wuriyanghan H. *Plant Physiology*. 2021. Vol. 185 (2). P. 424–440. DOI: 10.1093/plphys/kiaa018.

166. Національний атлас України: карти ; гол. ред.: Л. Г. Руденко / НАН України. Київ, 2008. 439 с.

167. Голиков А.П., Казакова Н.А., Шуба М.В.. Харьковская область: региональное развитие: состояние и перспективы : монография : под ред. чл.-кор. НАН Украины, проф. Бакирова В.С. / ХНУ имени В. Н. Каразина. Харків, 2011. 324 с.

168. Історія населених пунктів Харківської області. Бібліографічний покажчик Управління культури і мистецтв Харківської обласної державної адміністрації / Харківська обласна універсальна наукова бібліотека. Харків, 2001. 173 с.

169. Екологічний паспорт Харківської області. Харків, 2020. 27 с.

170. Полупан Н.И. Почвенно-климатические условия зон области. *Научнообоснованная система земледелия Харьковской области*. Харьков : Облполиграфиздат, 1988. С. 7–13.

171. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. / Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Попов С.І., Музафаров Н.М., Бухало В.Я., Криштоп Є.А. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи ; за ред. А.О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

172. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність. Соняшник однорічний. Офіційний сайт Українського інституту експертизи сортів рослин. URL: http://www.sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Method_oil_2023.pdf.

173. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Загальна частина. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.

174. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність. Український інститут експертизи сортів рослин. Ред. Ткачик С.О.; укл. Костенко Н.П., Гринів С.М. та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця, 2016. С. 132–152.

175. Осипова Л.С. Создание самоопыленных линий подсолнечника в Восточной Лесостепи УССР. Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05. Укр. НИИРСиГ им. В.Я. Юрьева. Харьков, 1987. 18 с.

176. ДСТУ 4138 2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.

177. Прохорова М.И. Методы биохимических исследований. Ленинград : Химия, 1982. 272 с.

178. Кириченко В.В., Гуменюк А.Д., Долгова Е.М. Селекция подсолнечника на устойчивость к болезням и усовершенствование метода ранней диагностики в условиях фитотрона. Селекция и семеноводство : республ. межвед. темат. научн. сб. Киев : Урожай, 1987. Вып. 63. С. 44–46.

179. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник : у 2 кн. / Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Попов С.І., Музафаров Н.М., Бухало В.Я., Криштоп Є.А. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків : Майдан, 2016. 342 с.

180. Griffing V. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35 (3). P. 303–321. DOI: 10.1093/genetics/35.3.303.

181. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. Vol. 39 (3). P. 345–348.

182. Roy D. Biometrical genetics: analysis of quantitative variation. *Alpha Science*. 2012.

183. Griffing V. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1956. Vol. 9. (4). P. 463–493. DOI: 10.1071/BI9560463.

184. Hayman B.I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*. 1954. Vol. 39 (6). P. 789–809. DOI: 10.1093/genetics/39.6.789.

185. Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко В.І. Віхи становлення теоретичних досліджень і практичних досягнень з селекції та генетики соняшнику. *Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН: історія та сьогодення (1908-2018 рр.)* ; за ред. В.В. Кириченка / НААН України, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2018. С. 238–260.

186. Макляк К.М., Кириченко В.В., Брагін О.М. Селекція нових ліній-закріплювачів стерильності соняшнику. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2009. Вип. 97. С. 13–19.*

187. Підсумки та перспективи досліджень з селекції соняшнику в Україні / Кириченко В.В., Макляк К.М., Кривошеєва О.В., Супрун О.Г., Вареник Б.Ф., Крутько В.І., Кутіщева Н.М., Ведмедева К.В. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юрєва. Харків, 2011. Вип. 99. С. 3–10.

188. Макляк К.М. Вірулентність популяції вовчка (*Orobancha cymana* Wallr.) на посівах соняшнику в Харківській області. *Підвищення ефективності селекції та рослинництва у сучасних умовах* : зб. тез міжнародної науково-практичної конференції (3-5 липня 2019 р.) / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2019. С. 82–83.

189. Рябчун В.К., Богуславський Р.Л., Кузьмишина Н.В. Історія та сьогодення лабораторії інтродукції та зберігання генетичних ресурсів рослин. *Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН: історія та сьогодення (1908-2018 рр.)* ; за ред. В.В. Кириченка / НААН України, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2018. С. 7–53.

190. The European Search Catalogue for Plant Genetic Resources (EURISCO). URL: <https://www.ecpgr.org/resources/germplasm-databases/eurisco-catalogue>.

191. Створення робочої колекції ліній соняшнику з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак. / Макляк К.М., Сивенко В.І., Леонова Н.М., Кузьмишена Н.В., Шепілов Б.П., Андрієнко В.В., Кираш Т.М., Курилич Д.В., Чумаченко С.А. / *Олійні культури: сьогодення та перспективи* : зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (27 березня 2024 р.) / НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 43–44.

192. Лебеденко Є.О., Кириченко В.В. Стійкість соняшнику до гербіцидів широкого спектру дії – новий напрям селекції культури. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області* : науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, ЦНЗ АПВ Харківської обл. Харків, 2014. Вип. 16. С. 112–120.

193. Chandra. Unlocking the genetic potential by assessing combining ability and heterosis for yield and its component traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / Reddy B.V. Ravi Prakash, Neelima S., Venkataramanamma K., Prabhakar K., Amarnath K., Reddy B. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2024. Vol. 27. No. 7. P. 114–123. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i7971.

194. Makliak K., Korkodola M. Evaluation of seed yield and thousand seed weight of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties grown by different farming techniques in the Northern Steppe of Ukraine. *Agrolife Scientific Journal*. 2023. Vol. 12 (2). P. 107–115. DOI: 10.17930/AGL2023215.

195. Effect of morphological and physiological traits on seed yield and oil content in sunflower / Hladni N., Jocić S., Miclić V., Mijić A., Saftić-Panković, Škorić D. *Helia*. 2010. Vol. 3 (53). P. 101–115.

196. Koutroubas S.D., Damalas C.A. Physiology and yield of confection sunflower under different application schemes of mepiquat chloride. *Agriculture*. 2020. Vol. 10 (1). P. 1–12. DOI: 10.3390/agriculture10010015.

197. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника до вовчка в поколінні F₂. *Сучасні технології в рослинництві: тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (27–28 листопада 2024 р.)* / НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2024. С. 143–145.

198. Inheritance of resistance to race F of broomrape in sunflower lines of different origins / Akhtouch B., Muñoz-Ruz J., Melero-Vara J., Fernández-Martínez J., Dominguez J. *Plant Breeding*. 2002. Vol. 121 (3). P. 266–268. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2002.00701.x.

199. Inheritance of resistance to a highly virulent race F of *Orobanche cumana* Wallr. in a sunflower line derived from interspecific amphiploids / Pérez-Vich B., Akhtouch B., Muñoz-Ruz J., Fernández-Martínez J.M., Jan C.C. *Helia*. 2002. Vol. 25. P. 137–144. DOI: 10.2298/HEL0236137P.

200. Inheritance of resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.)

race F in a sunflower line derived from wild sunflower species / Velasco L., Perez-Vich B., Jan C.C., Fernandez-Martinez J.M. *Plant Breeding*. 2007. Vol. 126. P. 67–71. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2006.01278.x.

201. Marker-assisted and physiology-based breeding for resistance to root parasitic Orobanchaceae / Perez-Vich B., Velasco L., Rich P.J., Ejeta G. *Parasitic Orobanchaceae*. Ed. by Springer: Berlin. Heidelberg, Germany. 2013. P. 369–391. DOI: 10.1007/978-3-642-38146-1_21.

202. Nair B., Ghorade R.B. Griffing and Hayman's diallel analyses of variance for shoot fly resistance traits in sorghum. *Plant Arch*. 2016. Vol. 16 (2). P. 705–714.

203. Simon Ph. W., Strandberg J.O. Diallel analysis of resistance in carrot to *Alternaria* leaf blight. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 1998. Vol. 123 (3). P. 412–415.

204. Diallel analysis of early leaf spot (*Cercospora arachidicola* Hori.) disease resistance in groundnut / Zongo A., Konate A.K., Koïta K., Sawadogo M., Sankara Ph., Ntare B.R., Desmae H. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. P. 1–12. DOI: 10.3390/agronomy9010015.

205. Use of GGE biplot methodology and Griffing's diallel method for genetic analysis of partial resistance to phoma black stem disease in sunflower / Darvishzadeh R., Bernousi I., Poormohammad Kian S., Dechamp-Guillaume G., Sarrafi A. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2009. Vol. 59 (6). P. 485–490. *Section B – «Soil and Plant Science»*. DOI: 10.1080/09064710802282747.

206. Fisher R.A., Immer F.R., Tedin O. The genetical interpretation of statistics of the third degree in the study of quantitative inheritance. *Genetics*. 1932. Vol. 17. P. 107–124. DOI: 10.1093/genetics/17.2.107.

207. Rodríguez-Ojeda M.I., Fernández-Escobar J., Alonso L.C. Sunflower inbred line (KI-374) carrying two recessive genes for resistance against a highly virulent Spanish population of *Orobanche cernua* Loelf. *O. cumana* Wallr. race "F". Proc. 7th Int. Parasitic Weed Symposium (5-8 June 2001). Nantes. France. 2001. P. 208–211.

208. Левицька Х.М., Лях В.О. Особливості успадкування стійкості до збудника септоріозу соняшнику гібридами F₁. *Карантин і захист рослин*. 2022. Вип. 1 (268). С. 8–12. DOI: 10.36495/2312-0614.2022.1.8-12.

209. Стабільність господарсько-корисних ознак та модель гібрида соняшнику олеїнового типу / Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко В.І., Кузьмишена Н.В. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва*. Харків, 2006. Вип. 93. С. 31–41.

210. Макляк К.М., Кириченко В.В., Сивенко В.І. Тривалість періоду «сходи–цвітіння» як компонент жаростійкості гібридів соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області: науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, ЦНЗ АПВ Харківської обл.* Харків, 2016. Вип. 20. С. 166–173.

211. Nenova N. "KRASELA" – The first Bulgarian sunflower hybrid, resistant to broomrape (Race H) and stable yield potential under limited moisture conditions. *Proceedings of 5th International symposium on broomrape in sunflower*. Antalya, 2023. P. 8–16.

212. Кириченко В.В., Макляк К.М., Петренкова В.П. Соняшник. *Спеціальна селекція* : монографія. Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2020. 498 с.

213. Макляк К.М., Вареник Б.Ф., Кутіщева Н.М. Особливості мінливості жирнокислотного складу олії гібридів соняшнику залежно від температури повітря. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області: науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, ЦНЗ АПВ Харківської обл.* Харків, 2014. Вип. 17. С. 129–138.

214. Носаль О.О., Ведмедєва К.В., Школова С.В. Донорські властивості ліній соняшнику за ознакою крупноплідності. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2017. № 24. С. 110–121.

215. Левицька Х.М., Лях В.О. Особливості успадкування стійкості до септоріозу у поколіннях F₁ та F₂ соняшнику. *Науково-технічний бюлетень*

Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя, 2023. № 34. С. 24–32. DOI: 10.36710/ІОС-2023-34-03.

216. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів різних груп стиглості в селекції соняшнику на стійкість до вовчка (*Orobanche crotalaria* Wallr.) / *Актуальні проблеми рослинництва в умовах зміни клімату*: збірник матеріалів Міжнародної наукової інтернет-конференції молодих учених (26–27 жовтня 2022 року). НААН України, ІР імені В.Я. Юр'єва. Харків, 2022. С. 59–61.

217. Курилич Д.В., Макляк К.М., Супрун О.Г. Створення високоолеїнових гібридів соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche crotalaria* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (21 березня 2023 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2023. С. 44–45.

218. Курилич Д.В., Макляк К.М. Рівень прояву цінних господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка / *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 листопада 2023 р.). МОН України, ДБТУ. Харків, 2023. С. 123–125.

219. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів соняшнику з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак. *Наукові основи адаптивного землеробства*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (16-17 травня 2024 року). ДДАЕУ. Дніпро, 2024. С. 287–289.

220. Матус В.М. Морфологічні ознаки соняшнику (*Helianthus annuus* L.). Їхнє значення та використання за експертизи сортів і гібридів на ВОС. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2011. № 2. С. 67–71.

221. Свідоцтво № 2613 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія X 1817 В. Запит № 005321 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.І. Сивенко, В.П. Коломацька, Н.М. Леонова, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

222. Свідоцтво № 2614 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 10 В. Запит № 005323 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

223. Свідоцтво № 2615 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 23 В. Запит № 005325 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш, Н.В. Кузьмишена. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

224. Свідоцтво № 2616 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 30 В. Запит № 005326 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.В. Кириченко, В.В. Андрієнко, Н.В. Кузьмишена, С.А. Чумаченко. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

225. Свідоцтво № 2617 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 39 В. Запит № 005327 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

226. Чехов С.А., Чехова І.В. Оцінка ефективності виробництва соняшнику в Україні. *Економічний простір*. 2018. № 136. С. 119–130. DOI: 10.30838/P.ES.2224.290818.127.215.

227. Подлесна А.О. Виробництво соняшнику в Україні та світі. *Вісник СНТ ННІ Бізнесу і менеджменту ХНТУСГ*. 2018. Вип. 1. С. 26–29.

228. Ціна на соняшник в Україні. URL: <https://tripoli.land/ua/companies/kernel/podsolnechnik>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Документи, що підтверджують практичне значення одержаних результатів



Рисунок А.1 – Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні, лінія X 1817 В

Продовження додатку А



Рисунок А.2 – Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні,
лінія ХЗУ 10 В

Продовження додатку А



Рисунок А.3 – Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні,
лінія ХЗУ 23 В

Продовження додатку А



Рисунок А.4 – Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні,
лінія ХЗУ 30 В

Продовження додатку А



Рисунок А.5 – Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні,
лінія ХЗУ 39 В

Продовження додатку А

ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В.Я. Юр'єва НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ		YURIEV PLANT PRODUCTION INSTITUTE OF THE NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
просп. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060 тел.: +380 (57) 392-11-87 +380 (98) 949-45-24 E-mail: yuriev1908@gmail.com Код ЄДРПОУ 00497176		Heroiv Kharkova Ave., 142, Kharkiv, 61060 phone: +380 (57) 392-11-87 +380 (98) 949-45-24 E-mail: yuriev1908@gmail.com USREOU code 00497176

№ 1/2а-20/142 big 25.03 25р.

Довідка

щодо впровадження результатів науково-дослідної роботи Курилича Дмитра Віталійовича, виконаної в лабораторії селекції та генетики соняшнику Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за темою
«Добір вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику з цінними господарськими ознаками та стійкістю до вовчка»

Видана здобувачу Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва **Куриличу Дмитру Віталійовичу** в тому, що створені за його співавторством прості відновлені гібридні комбінації соняшнику Сх 808 А × Х 1814 В, Сх 808 А × Х 1817 В, Сх 808 А × ХЗУ 10 В, Сх 808 А × ХЗУ 22 В, Сх 808 А × ХЗУ 23 В, Сх 808 А × ІУ 075134, Сх 808 А × ІУ 075135, Сх 808 А × ІУ 075139, а також популяції соняшнику, створені на основі 64-х гібридних комбінацій, отриманих за діалельною схемою схрещувань, відрізняються за комплексом цінних господарських ознак: стійкість до вовчка соняшникового, ранньостиглість (тривалість періоду «сходи-цвітіння» від 51 доби), вміст олеїнової кислоти в олії вище за 82 %, вміст олії в насінні до 56,3 %, і включені в селекційний процес відділу новітніх селекційно-насінницьких технологій та сортовивчення ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Довідка видана для пред'явлення до спеціалізованої вченої ради за місцем захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

В.о. директора Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН
 доктор с.-г. н.

 **Олег ЛЕОНОВ**

Керівник відділу селекційно-насінницьких технологій та сортовивчення
 доктор с.-г. н., професор
 академік НААН

 **Віктор КИРИЧЕНКО**

Рисунок А.6 – Довідка про впровадження результатів наукових досліджень у науково-дослідну роботу відділу новітніх селекційно-насінницьких технологій та сортовивчення ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН

Продовження додатку А



НААН
ІНСТИТУТ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
 ІОК НААН

вул. Інститутська, 1, сел. Сонячне, Запорізький район, Запорізька обл., 70417, Україна
 Тел./факс: (061) 223 99 50, E-mail: iocnaas@gmail.com, ЄДРПОУ 01296051

06.11.2024 р. № 306

На № _____ від _____

ДОВІДКА

щодо впровадження результатів науково-дослідної роботи
 КУРИЛИЧА Дмитра Віталійовича, виконаної в лабораторії селекції та
 генетики соняшнику Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН
 за темою

**«Добір вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику з цінними
 господарськими ознаками та стійкістю до вовчка»**

Видана здобувачу Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН
КУРИЛИЧУ Дмитру Віталійовичу в тому, що створені за його
 співавторством гібридні комбінації соняшнику Сх 808 А × Х 1814 В,
 Сх 808 А × Х 1817 В, Сх 808 А × ХЗУ 10 В, Сх 808 А × ХЗУ 23 В, Сх 808 А ×
 ІУ 075135, Сх 808 А × ІУ 075139 у 2024 році пройшли випробування в
 умовах інфекційного розсаднику (монокультура соняшника) Інституту
 олійних культур НААН, де продемонстрували високий рівень стійкості до
 рослини-паразита вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.). Бал
 стійкості за цими гібридними комбінаціями дорівнював 9, що на рівні
 стандарту стійкості гібрида Ярило (9 балів) і вище ніж стійкість гібрида-
 стандарту врожайності Вирій (5 балів). Виділено гібридну комбінацію Сх 808
 А × Х 1817 В, врожайність якої в умовах інфекційного фону перевищила
 врожайність гібрида Вирій на 0,3 т/га, або на 19,7 %.

Довідка видана для пред'явлення до спеціалізованої вченої ради за
 місцем захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора
 філософії.

Заст. директора з наукової роботи,
 канд. біол. наук, старший наук
 співробітник

Катерина ВЕДМЕДЕВА


Зав. лабораторії селекції
 міжлінійних гібридів соняшнику
 канд. с.-г. наук

Наталія КУТШЧЕВА

4170

Рисунок А.7 – Довідка про впровадження результатів наукових досліджень у
 науково-дослідну роботу Інституту олійних культур

Кінець додатку А

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ - НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ		NATIONAL ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES OF UKRAINE PLANT BREEDING & GENETICS INSTITUTE - NATIONAL CENTER OF SEED AND CULTIVAR INVESTIGATION
Ovidiopol'ska doroga, 3, m. Odesa, 65036. Телефон: (048) 789-54-27. Факс: (048) 789-52-89.	E-mail: sgi-uaan@ukr.net	Ovidiopolska doroga, 3, Odesa, 65036, Ukraine. Telephone: (38-048) 789-54-27. Fax: (38-048) 789-52-89.
№ <u>40/71</u> від <u>12.02.2025</u> На Ваш № _____ від _____	Our ref. _____ from _____ To Your ref. _____ from _____	

Довідка

щодо впровадження результатів науково-дослідної роботи Курилича Дмитра Віталійовича, виконаної в лабораторії селекції та генетики соняшнику Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за темою
«Добір вихідного матеріалу для створення гібридів соняшнику з цінними господарськими ознаками та стійкістю до вовчка»

Видана здобувачу Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва **Куриличу Дмитру Віталійовичу** в тому, що створені за його співавторством гібридні комбінації соняшнику Сх 808 А × Х 1814 В, Сх 808 А × Х 1817 В, Сх 808 А × ХЗУ 10 В, Сх 808 А × ХЗУ 23 В, Сх 808 А × ІУ 075135, Сх 808 А × ІУ 075139 у 2024 році пройшли випробування в умовах ДП «Експериментальна база «Дачне» Одеського району Одеської області Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортівивчення. В гостро посушливих та спекотних умовах вегетаційного періоду соняшнику, найкращими були гібридні комбінації Сх 808 А × Х 1814 В, Сх 808 А × Х 1817 В і Сх 808 А × ІУ 075139. Їх врожайність перевищила врожайність гібрида – стандарту *Вирій* на 0,22; 0,25 і 0,31 т/га, або на 26,4; 42,8 і 37,5 %, відповідно. Вміст олії в насінні вказаних гібридів перевищив вміст олії в насінні гібрида *Вирій* на 1,3; 2,0 і 2,8 %, відповідно.

Довідка видана для пред'явлення до спеціалізованої вченої ради за місцем захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Заступник директор СГІ-НЦНС
 член-кореспондент НААН
 Завідувач відділу селекції та насінництва
 перехреснозапилюваних культур
 канд. с.-г. н., с.н.с.



Віктор ФАЙТ

Віктор ФАЙТ

Борис ВАРЕНИК

Рисунок А.8 – Довідка про впровадження результатів наукових досліджень у науково-дослідну роботу Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортівивчення

Додаток Б

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Kurylych D.V., Makliak K.M. Peculiarities of the sunflower breeding for resistance to broomrape (*Orobanche cymana* Wallr.). *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2022. С. 19–29. DOI: 10.30835/2413-7510.2022.271748.
2. Нові лінії соняшнику з підвищеним вмістом ізомерів токоферолів / Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко О.А., Курилич Д.В., Луценко Т.М., Сивенко В.І., Андрієнко В.В. *Генетичні ресурси рослин : науковий журнал* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2023. № 33. С. 52–58. DOI: 10.36814/pgr.2023.33.05.
3. Прояв господарських ознак трилінійних гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин / Гутянський Р.А., Макляк К.М., Курилич Д.В., Кутіщева Н.М. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2024. Вип. 36. С. 59–69. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-36-03.
4. Курилич Д.В., Макляк К.М. Генетичний аналіз успадкування стійкості соняшнику до вовчка за використання діалельного методу. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2024. Вип. 126. С. 6–20. DOI: 10.30835/2413-7510.2024.318739.
5. Курилич Д.В., Макляк К.М. Прояв цінних господарських ознак у гібридів F₁ соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.). *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2024. № 37. С. 53–65. DOI: 10.36710/ЛОС-2024-37-06.
6. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.) до раси F вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.). *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2024. Вип. 4 (58). С. 57–63. DOI: 10.32782/agrobio.2024.4.9.

Матеріали наукових конференцій

7. Курилич Д.В., Макляк К.М. Ефективність визначення ураженості соняшнику вовчком в умовах фітотрону / *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети*: зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (30 вересня 2022 року). НААН України, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства. Одеса, 2022. С. 66–67.

8. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів різних груп стиглості в селекції соняшнику на стійкість до вовчка (*Orobanche crotanalis* Wallr.) / *Актуальні проблеми рослинництва в умовах зміни клімату*: зб. матеріалів Міжнародної наукової інтернет-конференції молодих учених (26–27 жовтня 2022 року). НААН України, ІР імені В.Я. Юр'єва. Харків, 2022. С. 59–61.

9. Курилич Д.В., Макляк К.М., Супрун О.Г. Створення високоолеїнових гібридів соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche crotanalis* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (21 березня 2023 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2023. С. 44–45.

10. Курилич Д.В., Макляк К.М. Рівень прояву цінних господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка / *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 листопада 2023 року.). МОН України, ДБТУ. Харків, 2023. С. 123–125.

11. Курилич Д.В. Донорські властивості нових самоzapилених ліній соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche crotanalis* Wallr.) / *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (27 березня 2024 року.). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 39–40.

12. Макляк К.М., Сивенко В.І., Леонова Н.М., Кузьмишена Н.В., Шепілов Б.П., Андрієнко В.В., Кираш Т.М., Курилич Д.В., Чумаченко С.А. Створення робочої колекції ліній соняшнику з поліпшеними комбінаціями

цінних господарських ознак / *Олійні культури: сьогоднішня та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (27 березня 2024 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2024. С. 43–44.

13. Курилич Д.В., Макляк К.М. Створення гібридів соняшнику з поліпшеними комбінаціями цінних господарських ознак / *Наукові основи адаптивного землеробства*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (16-17 травня 2024 року). МОН України, ДДАЕУ. Дніпро, 2024. С. 287–289.

14. Курилич Д.В., Макляк К.М. Успадкування стійкості соняшника до вовчка в поколінні F_2 / *Сучасні технології в рослинництві*: тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (27–28 листопада 2024 року) / НААН України, ІР ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2024. С. 143–145.

15. Курилич Д.В., Макляк К.М. Мінливість господарських ознак у гібридів соняшнику, стійких до вовчка (*Orobanche crotanica* Wallr.) / *Олійні культури: сьогоднішня та перспективи*: зб. тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (26 березня 2025 року). НААН України, ІОК. Запоріжжя, 2025. С. 40–42.

Свідоцтва про реєстрацію зразків генофонду рослин в Україні

16. Свідоцтво № 2613 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія Х 1817 В. Запит № 005321 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.І. Сивенко, В.П. Коломацька, Н.М. Леонова, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

17. Свідоцтво № 2614 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 10 В. Запит № 005323 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

18. Свідоцтво № 2615 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 23 В. Запит

№ 005325 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш, Н.В. Кузьмишена. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

19. Свідоцтво № 2616 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 30 В. Запит № 005326 від 18.11.2024 р. / К.М. Макляк, Д.В. Курилич, В.В. Кириченко, В.В. Андрієнко, Н.В. Кузьмишена, С.А. Чумаченко. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

20. Свідоцтво № 2617 від 27.11.2024 р. про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні. Соняшник однорічний – лінія ХЗУ 39 В. Запит № 005327 від 18.11.2024 р. / В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко, Н.М. Леонова, О.А. Сивенко, Д.В. Курилич, С.А. Чумаченко, В.В. Андрієнко, Т.М. Кираш. ІР НААН, НЦГРРУ, 2024 р.

Додаток В

Таблиця В.1 – Дисперсійний аналіз комбінаційної здатності самозапилених ліній соняшнику, тестерна схема схрещувань, 2023–2024 рр.

Джерела дисперсії	Середній квадрат	Сума квадратів	F _{факт.}	p
1	2	3	4	5
Урожайність насіння				
2023 рік				
Гібриди	19,719	0,313	4,263	p<0,01
ЗКЗ ліній	1,661	0,111	4,526	p<0,01
ЗКЗ тестерів	1,622	0,541	22,097	p<0,01
СКЗ табл. 05	3,289	0,073	2,987	p<0,01
Похибка	–	0,024	–	–
2024 рік				
Гібриди	16,840	0,267	4,917	p<0,01
ЗКЗ ліній	1,735	0,116	6,384	p<0,01
ЗКЗ тестерів	1,449	0,483	26,662	p<0,01
СКЗ	2,429	0,054	2,979	p<0,01
Похибка	–	0,018	–	–
Маса 1000 насінин				
2023 рік				
Гібриди	2386,225	37,877	3,816	p<0,01
ЗКЗ ліній	241,704	16,114	4,870	p<0,01
ЗКЗ тестерів	109,436	36,479	11,026	p<0,01
СКЗ	444,268	9,873	2,984	p<0,01
Похибка	–	3,308	–	–
2024 рік				
Гібриди	3292,496	52,262	3,666	p<0,01
ЗКЗ ліній	504,070	33,605	7,071	p<0,01
ЗКЗ тестерів	204,747	68,249	14,361	p<0,01
СКЗ	388,682	8,637	1,817	p<0,01
Похибка	–	4,752	–	–
Вміст олії в насінні				
2023 рік				
Гібриди	1020,724	16,202	4,293	p<0,01
ЗКЗ ліній	205,516	13,701	7,260	p<0,01
ЗКЗ тестерів	167,061	55,687	29,509	p<0,01
СКЗ	137,786	3,062	1,623	p<0,01
Похибка	–	1,887	–	–
Вміст олії в насінні				
2024 рік				
Гібриди	721,015	11,445	5,241	p<0,01
ЗКЗ ліній	183,147	12,210	11,182	p<0,01
ЗКЗ тестерів	103,563	34,521	31,615	p<0,01
СКЗ	73,798	1,640	1,502	p<0,01
Похибка	–	1,092	–	–

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
Ступінь ураження вовчком				
2023 рік				
Гібриди	633,628	10,058	5,429	p<0,01
ЗКЗ ліній	113,260	7,551	12,228	p<0,01
ЗКЗ тестерів	14,414	4,805	7,781	p<0,01
СКЗ	83,535	1,856	3,006	p<0,01
Похибка	–	0,617	–	–
2024 рік				
Гібриди	1130,688	17,947	5,504	p<0,01
ЗКЗ ліній	228,117	15,208	13,993	p<0,01
ЗКЗ тестерів	3,253	1,084	0,998	p<0,05
СКЗ	145,526	3,234	2,976	p<0,01
Похибка	–	1,087	–	–
ТПСПС				
2023 рік				
Гібриди	3190,161	50,637	21,166	p<0,01
ЗКЗ ліній	333,804	22,254	27,905	p<0,01
ЗКЗ тестерів	450,158	150,053	188,158	p<0,01
СКЗ	279,425	6,209	7,786	p<0,01
Похибка	–	0,797	–	–
2024 рік				
Гібриди	5677,313	90,116	79,472	p<0,01
ЗКЗ ліній	612,660	40,844	108,060	p<0,01
ЗКЗ тестерів	974,396	324,799	859,310	p<0,01
СКЗ	305,382	6,786	17,954	p<0,01
Похибка	–	0,378	–	–
Висота рослини				
2023 рік				
Гібриди	11829,515	187,770	6,283	p<0,01
ЗКЗ ліній	2674,716	178,314	17,899	p<0,01
ЗКЗ тестерів	285,230	95,077	9,544	p<0,01
СКЗ	983,226	21,849	2,193	p<0,01
Похибка	–	9,962	–	–
Висота рослини				
2024 рік				
Гібриди	6019,928	95,554	4,177	p<0,01
ЗКЗ ліній	1223,130	81,542	10,694	p<0,01
ЗКЗ тестерів	172,861	57,620	7,557	p<0,01
СКЗ	610,651	13,570	1,780	p<0,01
Похибка	–	7,625	–	–
Діаметр кошика				
2023 рік				
Гібриди	116,452	1,848	1,812	p<0,01
ЗКЗ ліній	14,809	0,987	2,904	p<0,01
ЗКЗ тестерів	3,236	1,079	3,173	p<0,01
СКЗ	20,773	0,462	1,358	p<0,01
Похибка	–	0,340	–	–

Кінець таблиці В.1

1	2	3	4	5
2024 рік				
Гібриди	81,466	1,293	2,419	p<0,01
ЗКЗ ліній	7,596	0,506	2,842	p<0,01
ЗКЗ тестерів	5,467	1,822	10,226	p<0,01
СКЗ	14,093	0,313	1,757	p<0,01
Похибка	–	0,178	–	–
Кількість листків				
2023 рік				
Гібриди	804,445	12,769	9,003	p<0,01
ЗКЗ ліній	109,987	7,332	15,510	p<0,01
ЗКЗ тестерів	96,351	32,117	67,935	p<0,01
СКЗ	61,810	1,374	2,905	p<0,01
Похибка	–	0,473	–	–
2024 рік				
Гібриди	838,612	13,311	8,618	p<0,01
ЗКЗ ліній	143,991	9,599	18,646	p<0,01
ЗКЗ тестерів	86,103	28,701	55,748	p<0,01
СКЗ	49,443	1,099	2,134	p<0,01
Похибка	–	0,515	–	–
Площа листової поверхні				
2023 рік				
Гібриди	16664,843	264,521	2,786	p<0,01
ЗКЗ ліній	1719,365	114,624	3,622	p<0,01
ЗКЗ тестерів	1347,703	449,234	14,196	p<0,01
СКЗ	2487,880	55,286	1,747	p<0,01
Похибка	–	31,644	–	–
2024 рік				
Гібриди	9240,011	146,667	3,883	p<0,01
ЗКЗ ліній	1328,153	88,544	7,032	p<0,01
ЗКЗ тестерів	560,913	186,971	14,849	p<0,01
СКЗ	1190,938	26,465	2,102	p<0,01
Похибка	–	12,591	–	–

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Прояв ознак відмінності рослини нових ліній-батьківських компонентів гібридів, стійких до вовчка, бал [174], 2023–2024 рр.

Лінія	Гіпокотиль		Стебло	Рослина			Кошик		
	антоціанове забарвлення	інтенсивність антоціанового забарвлення	опущення верхівки	за висотою	тип галузження	природне положення найвищого бічного кошика відносно центрального кошика	положення	розмір	за формою з боку сім'янок
X 1817 В	9	5	5	5	-	-	6	5	4
X3У 10 В	9	3	3	5	4	2	7	5	4
X3У 22 В	9	3	3	5	-	-	6	5	4
X3У 23 В	9	7	5	5	-	-	6	5	4
X3У 3 В	9	3	3	3	4	2	8	5	5
X3У 30 В	9	5	5	3	4	2	6	5	4
X3У 37 В	9	7	5	5	-	-	7	5	4
X3У 39 В	9	7	5	5	-	-	7	5	4
X3У 8 В	9	5	5	3	3	2	8	5	4
X 1814 В ст.	9	5	5	5	4	2	6	5	4

Таблиця Г.2 – Прояв ознак відмінності листка нових ліній-батьківських компонентів гібридів, стійких до вовчка, бал [174], 2023–2024 рр.

Лінія	Листок									
	розмір	інтенсивність зеленого забарвлення	пухирчастість	зубці	форма поперечного перерізу	форма верхівки	вушка	крила	кут між найнижчими бічними жилками	положення верхівки листка відносно місця прикріплення пластинки
X 1817 В	5	3	5	5	2	4	5	1	2	5
X3У 10 В	5	5	5	3	2	5	5	1	2	5
X3У 22 В	3	5	3	3	3	4	3	1	1	7
X3У 23 В	5	5	3	5	2	4	3	1	2	5
X3У 3 В	3	5	1	3	3	4	3	1	2	5
X3У 30 В	3	5	3	5	2	4	3	1	2	7
X3У 37 В	5	5	5	5	3	3	5	1	1	5
X3У 39 В	5	5	3	5	3	3	5	1	1	5
X3У 8 В	3	5	3	5	3	4	3	1	2	5
X 1814 В ст.	5	3	5	5	2	3	5	1	2	5

Таблиця Г.3 – Прояв ознак відмінності квіток та листків обгортки нових ліній-батьківських компонентів гібридів, стійких до вовчка, бал [174], 2023–2024 рр.

Лінія	Язичкові квітки					Трубчасті квітки				Листки обгортки			
	щільність розміщення	за формою	положення відносно кошика	за довжиною	забарвлення	забарвлення	антоціанове забарвлення приймочки	інтенсивність антоціанового забарвлення приймочки	продукування пилку	за формою	верхівка за довжиною	інтенсивність зеленого забарвлення зовнішнього боку	положення відносно кошика
X 1817 В	5	2	1	5	3	2	9	3	9	3	5	5	2
X3У 10 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	2	5	5	2
X3У 22 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	3	5	5	2
X3У 23 В	3	2	1	5	3	2	1	–	9	3	7	5	2
X3У 3 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	3	5	5	2
X3У 30 В	5	2	1	5	3	2	9	3	9	3	5	5	2
X3У 37 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	2	7	5	3
X3У 39 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	2	9	5	2
X3У 8 В	5	2	1	5	3	2	1	–	9	1	9	5	3
X 1814 В ст.	5	2	1	7	3	2	1	–	9	2	7	5	3

Таблиця Г.4 – Прояв біологічних ознак відмінності та ознак відмінності сім'янки нових ліній-батьківських компонентів гібридів, стійких до вовчка, бал [174], 2023–2024 рр.

Лінія	Сім'янка								стійкість проти вовчка	стійкість проти несправжньої борошністої роси	час цвітіння
	розмір	форма	за товщиною відносно ширини	основне забарвлення	смужки на краях	смужки між краями	забарвлення смужок	плямистість перикарпію			
X 1817 В	5	2	5	7	1	2	2	1	9	9	7
X3У 10 В	5	2	5	6	1	1	2	1	9	9	7
X3У 22 В	5	2	5	7	2	2	2	1	9	9	5
X3У 23 В	7	2	5	7	1	1	2	1	9	9	7
X3У 3 В	5	2	5	7	2	2	2	1	9	9	3
X3У 30 В	5	2	5	7	1	1	-	1	9	9	3
X3У 37 В	7	2	5	7	1	1	2	1	9	9	1
X3У 39 В	7	2	5	7	2	1	2	1	9	9	1
X3У 8 В	5	2	5	7	2	2	2	1	9	9	5
X 1814 В ст.	5	1	5	7	1	3	2	1	9	9	7