СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

ІЛЬЧЕНКО АЛЬОНА СЕРГІЇВНА

УДК 633.854.78:631.527

ДИСЕРТАЦІЯ
СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____А. С. Ільченко

Науковий керівник: Вареник Борис Федорович

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент

Херсон – 2021

АНОТАЦІЯ

Ільченко А.С. Створення вихідного матеріалу для селекції соняшнику (*Helianthus annuus* L.) на стійкість до ALS–інгібуючих гербіцидів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Інститут зрошуваного землеробства НААН України, Херсон, 2021.

У дисертаційній роботі висвітлено результати досліджень з селекції вихідного матеріалу самозапилених ліній та гібридів соняшнику стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів. Визначено, що сучасний селекційний процес поєднує методи традиційної селекції та добір за молекулярними маркерами (Marker Assisted Selection, MAS), що значно підвищує ефективність та скорочує строки створення нових генотипів. На вирішення цих завдань було спрямоване дослідження.

Експериментальні дослідження виконувались на полях наукової сівозміни СГІ-НЦНС відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику у 2018-2021 рр.

У дисертаційній роботі проаналізовано сучасний стан і результати досліджень вітчизняних та закордонних учених щодо селекції вихідного матеріалу, самозапилених ліній та гібридів соняшнику стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішені актуальної наукової проблеми щодо створення вихідного матеріалу, самозапилених ліній та гібридів соняшнику для умов недостатнього й нестійкого зволоження Південного Степу України на основі використання сучасних методичних підходів та відрізняється від раніше відомих досліджень удосконаленням методів прискорення селекції нових самозапилених ліній, формуванням колекцій ліній стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів як джерела вихідного матеріалу для селекції.

Уперше в Україні при селекції соняшнику впроваджено в селекційну практику використання ДНК-маркерів. Завдяки використанню цього методу забезпечується скорочення терміну гомозиготизації лінії до двох-трьох років та

зменшення циклу створення комерційних гібридів до п’яти-семи років порівняно зі стандартним методом інбридингу.

Вперше в умовах Південного Степу України проведено скринінг близько 90 самозапилених форм та ліній, виділено 11 джерел стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин та 12 групи імідазолінонів для створення нового вихідного матеріалу.

В результаті проведеної роботи дослідили дві генетичні колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів. До колекції самозапилених ліній стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин входять одинадцять зразків: Sures 1, Sures 2, X 201 B, OC 1001 B, OC 1031 B, OC 1091 B, OC 1099 B, OC 1125 B, OC 2017 B, OC 1021 B та VLA 8 Su. Генетичну колекцію самозапилених ліній стійких до гербіцидів групи імідазолінонів складають дванадцять зразків: Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, HA 425, RHA 426, RHA 427, RHA 443, OC 7 B, OC 8 B, OC 9 B, OC 1063 B та OC 2018 B. Дослідження колекцій генотипів соняшнику показали високий рівень стійкості до гербіцидів Гранстар Про 75% в.г. (д.р. трибенурон-метил) та Євро-Лайтнінг (д.р. імазапір імазамокс).

Встановили наявність різноманіття за фенотипом за більшостю морфо-біологічних ознак. Сформовані колекції ліній описали за 42-ма морфо-біологічними показниками. У 2019 році, за результатами морфо-метричних вимірювань, виділені лінії представляють собою невисокі рослини з середньою висотою 117 см, невеликим діаметром кошика – 11 см, середньою площею листкової пластини – 253,6 см^2, середньою тривалістю періоду «сходи-цвітіння» – 65 днів, невеликою масою 1000 насінин – 27,9 г та низькою олійністю – 35,2 %. У 2020 році досліджувані ознаки були дещо нижче, на що вплинули недостатня кількість опадів та високі температури. Висота рослин досліджуваних ліній зменшилась та в середньому становила 77 см, діаметр кошика – 9,4 см, площа листкової пластини – 207, 3 см^2, збільшилась тривалість періоду «сходи-цвітіння» – 71 день, маса 1000 насінин – 29,6 г та практично не змінилася олійність насіння – 34,9 %. Досліджені самозапилені лінії соняшнику дозволяють повністю перейти на

селекцію власних батьківських компонентів гібридів соняшнику стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів.

Встановлено закономірності успадковування ознаки стійкості до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів. Визначення закономірностей успадковування стійкості ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» показали, що гібридні комбінації F_1 (Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х ОС 1318 В, ОС 2017 В х ОС 1099 В) володіють повною стійкістю до гербіциду. За характером розщеплення популяцій F_2 встановили, що стійкість до трибенурон-метилу самозапилених ліній, які були використані у дослідженнях, контролювалась одним домінантним геном, про що свідчать розщеплення популяції F_2 (3 стійких 1 нестійкий).

Дослідження ознаки стійкісті до гербіцидів групи імідазолінонів показали повну стійкість гібридних комбінацій першого покоління: ОС 1029 В х ОС 8 В, ОС 1002 Б х НА 425 та НА 443 х Од 1035 Б. У другому поколінні отримали 14 популяцій у яких спостерігали розщеплення 1:2:1, що вказує на напівдомінантний характер успадкування ознаки. Рослини проміжного характеру проявляли пожовтіння органів рослин.

Спільно з відділом загальної та молекулярної генетики СГІ-НЦНС створили вихідний матеріал стійкий до гербіцидів групи сульфонілсечовин. В результаті досліджень виділили 46-х генотипів комбінації Sures 2 х ОС 1029 В (ОСУ 1511 В, ОС 1512 В, ОС 1513 В, ОС 1514 В, ОС 1515 В, ОС 1516 В, ОС 1517 В, ОС 1518 В, ОС 1519 В, ОС 1520 В, ОС 1521 В, ОС 1522 В, ОС 1523 В, ОС 1524 В, ОС 1525 В, ОС 1526 В, ОС 1527 В, ОС 1529 В, ОС 1530 В, ОС 1531 В, ОС 1532 В, ОС 1533 В, ОС 1534 В, ОС 1535 В, ОС 1536 В, ОС 1537 В, ОС 1538 В, ОС 1539 В, ОС 1540 В,ОС 1541 В,ОС 1542 В,ОС 1543 В,ОС 1544 В,ОС 1545 В,ОС 1546 В, ОС 1547 В, ОС 1548 В, ОС 1549 В, ОС 1550 В, ОС 1551 В, ОС 1552 В, ОС 1553 В, ОС 1554 В, ОС 1555 В) та 2-х генотипів комбінації Sures 2 х ОС 1019 В (ОС 1557 В, ОС 1558 В). Починаючи з першого покоління усі виділені зразки проходили скринінг за ДНК-маркерами гена *AHAS1* для виявлення гомозиготних рослин, які оцінювали в умовах штучного клімату та в польових умовах.

Проведено оцінку стійкості створених генотипів до збудника несправжньої борошнистої роси (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni). Провели оцінку десяти генотипів першого покоління та двадцяти дев'яти генотипів другого покоління щодо стійкості до НБР. Встановили високий рівень стійкості до НБР у першому поколінні, який коливався від 83 % до 100 %. У другому поколінні шість зразків виявилися нестійкими, сім показали стійкість на рівні 6-38 %, вісім – 60-86 % та ще вісім на рівні 90-100 %. Дослідження показали, що генотипи отримані від комбінації схрещування Sures 2 x ОС 1029 В мають вищий рівень стійкості до НБР ніж генотипи комбінації Sures 2 x ОС 1019 В.

Результати досліджень показали можливість поєднання в одному генотипі два види стійкості (стійкість до гербіциду групи сульфонілсечовин та до НБР), що обумовлено генетично. Стійкість генотипів соняшнику щодо гербіцидів групи сульфонілсечовин необхідно контролювати як за допомогою ДНК-маркерами так і в умовах поля та штучного клімату. Стійкість до НБР краще контролювати в лабораторних умовах, оскільки для стабільно прояву хвороби в польових умовах, потрібні відповідні сприятливі погодні умови.

Створено новий вихідний матеріал – константні, стабільно продуктивні лінії (серед яких лінії-відновники фертильності пилку), які включені в селекційну програму для отримання гібридів лінолевого та олеїнового типів.

Досліджено мінливість рівня прояву морфо-біологічних ознак (тривалість періоду сходи-цвітіння, висота рослин, діаметр кошика, урожайність, вміст олії в насінні) у гібридів першого покоління вітчизняної та зарубіжної селекції під впливом гербіциду Гранстар Про 75 % в.г. Після обробки гібридів соняшнику гербіцидом спостерігали певні зміни досліджуваних ознак. Встановлено суттєве скорочення періоду сходи-цвітіння на 3, 4 та 5 днів у гібридів Феномен, Бастіон та Альфа відповідно. Спостерігали істотне зменшення від 13 до 21 см та істотне збільшення від 10 до 20 см висоти рослин у гібридах ST-12004, Альфа та П64LE25, Бастіон відповідно. Діаметр кошика зменшився суттєво на 1,4 см у гібриду Субару та збільшився на 1,7 у гібриду Бар'єр. Істотно зменшилась урожайність гібридів Альфа, Трістан, Равелін, Байт на 0,58, 0,61, 0,64, 0,42 т/га, та збільшилось у гібридів

Саксон, П64LE25, Альдазор на 0,85, 0,77, 0,56 т/га відповідно. Вміст олії в насінні у 2019 році істотно не зменшувався в той час як в умовах 2020 року суттєво знизився у більшості гібридів від 1,8 % у Бізона до 4,2 % у Альфа на що вплинули несприятливі погодні умови року.

Важливим результатом досліджень було створення трилінійних середньоранніх гібридів лінолевого типу стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин: Бар'єр (занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні), Бастард та Байт (проходять Державне сортовипробування).

За результатами екологічного сортовипробування у 2019-2020 роках встановлено високий рівень урожайності гібридів, що в середньому становив у гібриду Бар'єра 3,5 т/га, гібриду Бастард 2,98 т/га та у гібриду Байт 2,84 т/га. Створені гібриди відносно стійкі до вилягання та осипання при перестої, характеризуються рівномірним цвітінням та дозріванням насіння. Мають помірну стійкість до основних хвороб та нових раз вовчка.

За результатами випробувань гібриду соняшнику Бар'єр розрахували економічну ефективність його вирощування у Степу та Лісостепу. Встановлено, що вирощування гібриду має високий рівень рентабельності. У зоні Лісостепу чистий прибуток склав – 114,34 % у 2018 році та 141,42 % у 2019 році. У зоні Степу чистий прибуток склав – 114,29 % у 2018 році та 109,48 % у 2019 році. Впровадження у виробництво нового гібриду Бар'єр дозволить отримувати високі економічні показники за його вирощування.

Ключові слова: *соняшник, селекція, вихідний матеріал, стійкість, гербіциди, Гранстар Про 75% в.г., Євро-Лайтнінг, успадковування, стерильні аналоги, відновлювачі фертильності пилку, ДНК-маркери.*

ABSTRACT

Ilchenko A.S. Creating of Starting Material for Breeding of Sunflowers (*Helianthus annuus* L.) Resistant to ALS-inhibiting Herbicides. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Candidate Degree in Agricultural Sciences (Doctor of Philosophy), specialty 06.01.05 “Breeding and Seed Production” (Agricultural Sciences). – Plant Breeding & Genetics Institute – National Center of Seeds and Cultivar Investigation, Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, Kherson, 2021.

It is necessary for breeding inbred lines and hybrids of sunflower resistant to ALS-inhibiting herbicides with appropriate quality indicators, to have a source material with a certain set of quality indicators and on the basis of establishing patterns of inheritance of herbicide resistance. The modern selection process combines traditional selection methods and selection by molecular markers (Marker Assisted Selection, MAS), which significantly increases efficiency and reduces the time to create new genotypes. Research was aimed at solving these problems.

Experimental studies were performed in the fields of scientific crop rotation of the Plant Breeding & Genetics Institute department of selection and seed production of hybrid sunflower in 2018-2021.

The dissertation was analyzed the current state and results of research by domestic and foreign scientists on the selection of source material, sunflower inbred lines and hybrids resistant to ALS-inhibiting herbicides.

The scientific originality of the obtained results lies in solving the current scientific problem of creating the source material, inbred lines and sunflower hybrids for insufficient and unstable moisture of the Southern Steppe of Ukraine based on modern methods and differs from previously known research by developing and improving methods of accelerating selection of new inbred, formation of collections of lines resistant to ALS-inhibiting herbicides as a source of source material for selection.

Marker assisted selection (MAS) using genetic marking based on DNA markers was used and recommended for sunflower breeding for the first time in Ukraine. This

method reduces make the homozygous of the line to two to three years and reduces the cycle of commercial hybrids to five to seven years compared to the standard method of inbreeding.

About 90 inbred forms and lines were screened, 11 sources of resistance to herbicides of the sulfonylurea group and 12 groups of imidazolinones were identified to create a new source material for the first time in the Southern Steppe of Ukraine

As a result, two genetic collections of inbred sunflower lines of resistant to herbicides groups of sulfonylureas and imidazolinones were investigated. The collection of inbred lines resistant to the herbicide of the sulfonylurea group includes 11 samples: Sures 1, Sures 2, X 201 V, OS 1001 V, OS 1031 V, OS 1091 V, OS 1099 V, OS 1125 V, OS 2017 B, OS 1021 V and VLA 8 Su. The genetic collection of inbred lines resistant to herbicides of the imidazolinone group consists of 12 samples: Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, HA 425, RHA 426, RHA 427, RHA 443, OS 7 V, OS 8 V, OS 9 V, OS 1063 V and OS 2018 V. Studies of sunflower genotype collections have shown a high level of resistance to herbicide Granstar Pro 75% v.g. and Euro-Lightning.

The presence of diversity in phenotype for most morphological biological traits was established. The collections were described by 42 morpho-biological indicators. In 2019, according to the results of morpho-metric measurements, the selected lines were low plants with an average length of 117 cm, small head diameter - 11 cm, average leaf area – 253,6 cm2, average duration of the period "flowering shoots" - 65 days, low weight of 1000 seeds – 27,9 g and low oil content – 35,2%. In 2020, the measurement results were slightly lower, which was due to insufficient rainfall and high temperatures. The height of plants of the studied lines decreased and averaged 77 cm, head diameter – 9,4 cm, leaf blade area – 207,3 cm^2, increased duration of the period of "flowering shoots" - 71 days, weight of 1000 seeds – 29,6 g and the oil content of seeds did not change – 34,9%. The studied inbred sunflower lines allow to completely switch to the selection of own parent components of sunflower hybrids resistant to ALS-inhibiting herbicides.

Regularities of inheritance of a sign of resistance to herbicides of groups of sulfonylureas and imidazolinones are established. Determining the patterns of inheritance of resistance traits "resistance to sulfonylurea herbicides" showed that hybrid

combinations F_1 (Sures 1 x Od 1002 V, Sures 1 x OS 1318 V, OS 2017 V x OS 1099 V) have complete resistance to the herbicide. By the nature of the cleavage of F_2 populations, it was found that the resistance to tribenuron-methyl of the self-pollinated lines used in the studies was controlled by a single dominant gene, as evidenced by the cleavage of the F_2 population (3 stable 1 unstable).

Studies of the resistance to herbicides of the imidazolinone group showed complete resistance of hybrid combinations of the first generation: OS 1029 V x OS 8 V, OS 1002 V x HA 425 and HA 443 x Od 1035 V. In the second generation received 14 populations in which splitting was observed 1: 2 : 1, indicating the semi-dominant nature of the inheritance of the trait. Intermediate plants showed yellowing of plant organs.

The newest methods of accelerated creation of source material and inbred lines with the use of DNA markers have been studied. Together with the Department of General and Molecular Genetics of Genetics and Breeding Institute of NAAS, we created a source material resistant to herbicides of the sulfonylurea group. As a result of research there were allocated, about 46 genotypes of the combination Sures 2 x OS 1029 V (OSU 1511 V, OS 1512 V, OS 1513 V, OS 1514 V, OS 1515 V, OS 1516 V, OS 1517 V, OS 1518 V, OS 1519 V, OS 1520 V, OS 1521 V, OS 1522 V, OS 1523 V, OS 1524 V, OS 1525 V, OS 1526 V, OS 1527 V, OS 1529 V, OS 1530 V, OS 1531 V, OS 1532 V , OS 1533 V, OC 1534 V, OS 1535 V, OS 1536 V, OS 1537 V, OS 1538 V, OS 1539 V, OS 1540 V, OS 1541 V, OS 1542 V, OS 1543 V, OS 1544 V, OS 1545 V, OS 1546 V, OS 1547 V, OS 1548 V, OS 1549 V, OS 1550 V, OS 1551 V, OS 1552 V, OS 1553 V, OS 1554 V, OS 1555 V) and 2 genotypes of the combination Sures 2 x OS 1019 V (OS 1557 V, OS 1558 V). From the first generation, all isolated samples were screened for AHAS1 gene markers to detect homozygous plants by the Department of General and Molecular Genetics of Genetics and Breeding Institute of NAAS, and then tested in an artificial climate chamber and in the field.

The resistance of the created genotypes to the pathogen of powdery mildew (Plasmopara halstedii (Farl.) Berl. Et. De Toni) was evaluated. As a result of research, 10 genotypes of the first generation and 29 genotypes of the second generation were analyzed for the level of resistance to mildew. A high level of resistance to powdery mildew was

established in the first generation, which ranged from 83 % to 100 %. In the second generation, six samples were unstable, seven showed resistance at the level of 6-38 %, eight - 60-86 % and eight more at the level of 90-100%. Studies have shown that the genotypes of the combination Sures 2 x OS 1029 V have a higher level of resistance to powdery mildew than the genotypes of the combination Sures 2 x OS 1019 V.

A new source material has been created - constant, stably productive lines (including pollen fertility restoration lines), which are included in the selection program for obtaining hybrids of linoleic and oleic types.

It was investigated the variability of the level of morpho-biological traits (duration of flowering period, plant height, head diameter, yield, oil content in seeds) in hybrids of the first generation of domestic and foreign selection under the influence of herbicides Granstar Pro 75% v.g. After treatment of sunflower hybrids, certain changes in the studied traits were observed. There was a significant reduction in the flowering-flowering period by 3, 4 and 5 days in the hybrids Phenomen, Bastion and Alpha, respectively. There was a significant decrease from 13 to 21 cm and a significant increase from 10 to 20 cm in plant height in hybrids ST-12004, Alpha and P64LE25, Bastion, respectively. The diameter of the head decreased significantly by 1.4 cm in the hybrid Subaru and increased by 1,7 – in the Barrier. Yields of hybrids Alpha, Tristan, Ravelin, Byte decreased significantly by 0,58, 0,61, 0,64, 0,42 t/ha, and increased in hybrids Saxon, P64LE25, Aldazor by 0,85, 0,77, 0,56 t/ha, respectively. The oil content did not change significantly in 2019, and in 2020 it decreased significantly in most hybrids from 1.8 % in Bison to 4,2 % in Alpha, which was affected by difficult conditions of the year.

According to the results of the research, the best herbicides resistant to herbicides are three-line medium-early hybrids of linoleum type: Barrier (entered in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine), Bastard and Byte (undergoing State Variety Testing).

According to the results of competitive variety testing in 2019-2020, a high level of hybrid yield was established, which was 3,5 tons in Barrier, 2.98 tons in Bastard and 2,84 tons in Byte. Created hybrids are relatively resistant to lodging and shedding, are

characterized by uniform flowering and maturation. They have moderate resistance to major diseases and new wolf diseases.

Based on the results of the qualification examination, the analysis of calculations of economic efficiency of the hybrid Barrier entered in the register in the Steppe and Forest-Steppe zones was carried out. Growing and selling hybrid seeds showed a high level of profitability. In the Forest-Steppe zone, the net profit was 114,34 % in 2018 and 141,42 % in 2019. In the Steppe zone, net profit was 114,29 % in 2018 and 109,48 % in 2019. The use of the new Barrier hybrid allows to obtain high economic indicators when it is introduced into production.

Key words: sunflower, selection, source material, resistance, herbicides, Granstar Pro 75 % v.g., Euro-Lightning, inheritance, sterile analogues, pollen fertility restorers, DNA markers

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Солоденко А.Є., **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф. Ефективність мікросателітного маркера *pAHAS 16-17* при інтрогресії гена *AHAS1* стійкості до гербіцидів в селекційний матеріал соняшнику. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* Харків, 2018. Вип. 2. С. 94-98 (*10 % авторства: отримання та аналіз результатів польових досліджень).*

2. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф. Вплив трибенурон-метилу на урожайність та морфо-біологічні ознаки гібридів соняшнику. *Зрошуване землеробство:* міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 74. С. 117-121 (*60 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

3. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування ознакової колекції ліній соняшнику *Helianthus annuus* L. стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Аграрні інновації.* 2020. Вип. 4. С. 108-114 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

Стаття у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Європейського Союзу (ЄС)

4. Georgiev G., Karapira S., Ilchenko A. Enigma CLP – the first Bulgarian Clearfield Plus sunflower hybrid. *Field Crop Studies.* XIV (1). 2021. P. 9-22. (*30 % авторства: отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів).*

Авторське свідоцтво

5. А. с. № 200408. Гібрид соняшнику **Бар'єр** / Б.Ф. Вареник, Карапіра С.І., Крутько В.І., Ганжело М.Г., Ільченко А.С. / Селекційно-генетичний інститут – НЦНС. Заявка № 17039107; занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2020 р. *(5 % авторства:* оцінка та опис

зразків вихідного і селекційного матеріалу, аналіз результатів випробувань та підготовка документації.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Ільченко А. С.** Створення інбредних ліній соняшника, стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів. *Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences:* international research and practice conference (Lublin, Republic of Poland December 27-28, 2017). Lublin, 2017. P. 100-102.

7. Вареник Б. Ф., **Ільченко А. С.** Селекція соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів у СГІ-НЦНС. *«Актуальні проблеми агропромислового виробництва України*: *теорія, практика, інновації»:* матеріали VII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 6 листопада 2018 р.). Оброшине, 2018. С. 12-13 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

8. Вареник Б. Ф., **Ільченко А. С.** Селекція соняшника на толерантність до ALS-інгібуючих гербіцидів. *Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва*: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції. (з нагоди 100-річчя Одеського державного аграрного університету 20-21 вересня 2018 року). Одеса, 2018. С. 64-65 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

9. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Створення вихідного селекційного матеріалу стійкого до сульфонілсечовин та імідазолінонової груп гербіцидів в СГІ-НЦНС (м. Одеса, Україна). *The Third International scientific congress of scientists of Europe*‖. Proceedings of the III International Scientific Forum of Scientists "East–West" (January 11, 2019). Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2019. P. 1003-1007 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

10. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Отримання нового вихідного матеріалу соняшника (*Helianthus annuus* L.) стійкого до трибенурон-метилу. *Perspectives of science and education:* 11th International youth conference (2nd August 2019). New York, 2019. P. 226-230 (5*0 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

11. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Джерела та донори стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів для селекції соняшнику. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур від молекули до сорту:* матеріали III інтернет – конференції молодих учених (28 серпня 2019 р., м. Київ). Вінниця НІЛАН-ЛТД 2019. С. 23 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

12. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Солоденко А.Є. Селекція соняшнику на стійкість до страхових гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали IX міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів. (23 квітня 2021 р., с. Центральне). 2021. С. 52 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

13. Гуляєва І.І., **Ільченко А.С.** Створення вихідного матеріалу соняшнику *Helianthus annuus* L. Стійкого до гербіцидів та несправжньої борошнистої роси (*Plasmopara halstedii*). *Стратегія інтеграції аграрної освіти, науки, виробництва: глобальні виклики продовольчої безпеки та змін клімату:* тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (27-28 травня 2021 р., м. Миколаїв). 2021. С. 112 (*80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

14. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до трибенурон-метилу. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення:* матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених рослинників. (1-2 липня 2021 р., м. Харків). 2021.

С. 165-171 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

15. Вареник Б.Ф., **Ільченко А.С.,** Перепелиця І.С. Гербіциди на соняшнику. *The Ukrainian Farmer.* 2017. №5 (89). С. 118-119 (*30 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

16. Вареник БФ., **Ільченко А.С**. Межі для «чистого поля». *The Ukrainian Farmer*. 2017. №6 (90). С. 102-103 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

17. **Ільченко А.** Захист від бур'янів. Агрономія сьогодні. 2020. № 1 (16). С. 94-96 (*100 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

18. Вареник Б., **Ільченко А.** Надійний захист для соняшнику за несприятливих умов. *Агрономія сьогодні.* 2021. № 04 (443). С. 29-30 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП 18

РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКА НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ (огляд наукової літератури) 26

1.1. Історичні відомості про соняшник як сільськогосподарську культуру та початок її наукової селекції 26

1.2. Морфо-біологічні особливості дикого та культурного соняшнику 31

1.3. Найбільш розповсюджені бур'яни в посівах соняшника та їх контроль 35

1.4. Селекція соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів 40

1.5. Використання технології marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів 47

Висновки до розділу 1 52

РОЗІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 55

2.1. Природно-кліматичні особливості місця проведення досліджень 55

2.2. Погодні умови років проведення досліджень 56

2.3. Матеріали і методики польових та лабораторних досліджень 59

Висновки до розділу 2 65

РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ КОЛЕКЦІЙ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ СТІЙКОЇ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ, ЯК ДЖЕРЕЛА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ 67

3.1. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин 68

3.2. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику

стійких до гербіцидів групи імідазолінонів 76
Висновки до розділу 3 87
РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ 88
4.1. Визначення закономірностей прояву стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин методом гібридологічного аналізу F1, F2 89
4.2. Визначення закономірностей прояву стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів методом гібридологічного аналізу F1, F2 92
4.3. Створення нового вихідного матеріалу із використанням донорів стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів і ДНК-маркерів 98
Висновки до розділу 4 107
РОЗДІЛ 5 ХАРАКТЕР МІНЛИВОСТІ ОСНОВНИХ МОРФО-БІОЛОГІЧНИХ ТА ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ 109
5.1. Влив гербіциду групи сульфонілсечовин на морфо-біологічні ознаки, урожайність та вміст олії в насінні гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) 109
5.2. Характеристика нових та експериментальних гібридів соняшнику стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин 118
5.3. Економічна ефективність вирощування гібриду соняшника Бар’єр у зонах Степу та Лісостепу 123
Висновки до розділу 5 130
ВИСНОВКИ 131
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 136
ДОДАТКИ 154

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ALS	ацетолактатсинтаза
SU	гербіциди групи сульфонілсечовин
IMI	гербіциди групи імідазолінонів
R	стійкі генотипи до гербіцидів
S	нестійкі генотипи до гербіцидів
А	стерильний аналог лінії
Б	лінія-закріплювач стерильності
В	лінія-відновник фертильності пилку
F_1; F_2; F_3	гібриди першого, другого та третього поколінь
НААН	Національна академія аграрних наук
СГІ-НЦНС	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення
ІР	Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр’єва НААН
MAS	(marker assisted selection) добір із застосуванням молекулярних маркерів
д.р.	діюча речовина
НБР	несправжня борошниста роса
ПНД	план наукових дій
ЦЧС	цитоплазматична чоловіча стерильність
ТВП	тривалість періоду вегетації

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Надмірна забур'яненість посівів соняшнику призводить до значних втрат врожаю насіння. Успішне вирощування соняшнику в Україні потребує ефективних засобів контролю забур'яненості його посівів. На теперішній час, найефективнішим методом контролю широкого спектру бур'янів є застосування гербіцидів групи імідазолінонів (IMI) та сулфонілсечовин (SU), що належать до ALS–інгібуючих гербіцидів. Ефективність цих гербіцидів підтверджена при застосуванні на багатьох сільськогосподарських культурах.

Для успішного використання такого типу гербіцидів у посівах соняшнику необхідно було створити форми, стійкі до цих гербіцидів, та впровадити інноваційні технології вирощування культури. Перші дослідження по стійкості соняшнику до страхових гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів були проведені у США, де серед диких популяцій соняшнику були виявлені стійкі генотипи та створені перші самозапилені лінії й гібриди.

Погодні умови Південного Степу України характеризуються жорсткими посухами (атмосферна, ґрунтова, гідрологічна) у період вегетації із високими температурами та низькою вологістю повітря, недостатньою кількість опадів. У цих умовах постала необхідність створення самозапилених ліній та гібридів, стійких до страхових гербіцидів у післясходовий період та адаптованих до стресових умов вирощування.

Актуальним та особливо важливим є удосконалення теоретичних і практичних підходів щодо створення вихідного матеріалу соняшнику для селекції нових самозапилених ліній та гібридів, стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів. Сучасний селекційний процес поєднує методи традиційної селекції та добір за молекулярними маркерами (Marker Assisted Selection, MAS), що значно підвищує ефективність та скорочує строки створення нових генотипів.

Актуальність наукової проблеми полягає в підвищені стійкості гібридів соняшнику до ALS–інгібуючих гербіцидів, біотичних і абіотичних

чинників селекційним шляхом та обумовлена недостатнім рівнем теоретичного обґрунтування й розробки нових методичних підходів гетерозисної селекції соняшнику на стійкість до гербіцидів, що склало пріоритетність та нагальність напряму досліджень за темою дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано у відділі селекції та насінництва гібридного соняшнику Селекційно-генетичного інституту – НЦНС впродовж 2017-2021 років згідно із завданнями наукових галузевих програм, зокрема ПНД 15 НААН «Олійні культури» підпрограми 1 у 2016-2018 рр.: «Створити самозапилені лінії і гібриди соняшнику з різноманітним жирнокислотним складом олії» (№ державної реєстрації 0116U000686); у 2019-2020 рр.: «Дослідити ознаки, що впливають на продуктивність й рівень олійності генотипів соняшнику та передати до державного сортовипробування гібриди, стійкі до найбільш шкідливих хвороб, вовчка та страхових гербіцидів» (№ державної реєстрації 0119U001428) та у 2021 р.: «Розроблення теоретичних основ селекції гібридів соняшнику, комплексно стійких до хвороб і вовчка, адаптованих до умов недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України» (№ державної реєстрації 0121U107898).

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень – створення, добір нового та оцінка вже існуючого вихідного матеріалу для селекції соняшнику, стійкого до ALS-інгібуючих гербіцидів, найбільш шкідливих хвороб, з широким адаптивним потенціалом до умов Південного Степу України з подальшим його залученням до селекційних програм по створенню гібридів з рентабельним насінництвом та з підвищеною конкурентною здатністю у сучасних ринкових умовах.

Для досягнення поставленої мети вирішити наступні завдання:

- створити самозапилені сім’ї I_3-I_4 й провести їхню оцінку та добір за комплексом господарсько-цінних ознак та стійкістю до ALS-інгібуючих гербіцидів у тому числі із використанням ДНК-маркерів;
- провести оцінку створених селекційних ліній на стійкість до несправжньої борошнистої роси;

- виділити кращі зразки ліній для закладання наступних циклів кумулятивної селекції;
- дослідити генетичну колекцію самозапилених ліній соняшнику стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів та включити їх в селекційну програму по створенню нового вихідного матеріалу;
- отримати гібриди від схрещувань донорів стійкості та ліній селекції СГІ-НЦНС; вивчити характер успадкування ознак стійкості до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів;
- виявити особливості прояву основних морфо-біологічних ознак гібридів залежно від обробки посівів ALS-інгібуючих гербіцидів;
- рекомендувати кращі гібриди і лінії для передачі на державне сортовипробування;
- дати оцінку економічної ефективності вирощування гібридів стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів.

Об'єкт дослідження: формування у самозапилених ліній та гібридів соняшнику стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів, а також широкого адаптивного потенціалу, високих показників урожайності та вмісту олії в насінні.

Предмет дослідження: селекційно-генетичні, морфо-біологічні та біохімічні чинники, які обумовлюють формування у селекційного матеріалу соняшника стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів, високої адаптивності, урожайності та олійності насіння в умовах недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України; рекомбіногенез господарсько цінних ознак і властивостей; методи оцінювання і добору генотипів соняшнику з відповідними характеристиками.

У роботі використані наступні ***методи досліджень:***

1. *загальнонаукові:* аналіз і синтез, узагальнення і систематизація для формування робочої гіпотези;

2. *польові*: проведення гібридизації та випробування ліній і гібридів, інбридингу, індивідуального добору, оцінки ліній та експериментальних гібридів;

3. *візуальні:* проведення фенологічних спостережень;

4. *вимірювально-вагові:* визначення біометричних показників і врожайності рослин;

5. *лабораторні:* біохімічні показники насіння; імунологічна оцінка стійкості до НБР;

6. *вегетаційні*: оцінки стійкості до гербіцидів генотипів в камерах штучного клімату фітотрона;

7. *математично-статистичні*: обробки експериментальних даних та визначення достовірності результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів. *Уперше* в Україні для створення нових генотипів соняшнику стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів була залучена маркерна технологія MAS (marker assisted selection), яка базується на виявлені гену *AHAS1* за мікросателітним маркером pAHAS1 16-17 з подальшим застосуванням його у селекційних програмах.

Удосконалено методичні підходи для створення генотипів соняшнику, які поєднують стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів, стійкість до несправжньої борошнистої роси (НБР) та адаптивність до умов недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України.

Відпрацьовані методичні підходи щодо оцінки впливу ALS-інгібуючих гербіцидів на ряд морфо-біологічних та морфо-метричних ознак гібридів соняшнику.

Впроваджено в селекційний процес технологію створення вихідного матеріалу та самозапилених ліній стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів із використанням ДНК-маркерів для контролю інтрогресії гена *AHAS1*.

Наведено результати добору селекційного матеріалу соняшнику щодо стійкості до ALS–інгібуючих гербіцидів. Завдяки використанню інформації щодо ідентифікації генів стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів за ДНК-маркерами забезпечується скорочення терміну гомозиготизації лінії до двох-трьох років та зменшення циклу створення комерційних гібридів до п’яти-семи років порівняно зі стандартним методом інбридингу.

Набуло подальшого розвитку експериментальні положення щодо закономірностей успадковування ознаки стійкості селекційного матеріалу соняшника до гербіцидів групи сульфонілсечовин за моногенним домінантним типом та до гербіцидів групи імідазолінонів за типом неповного домінування. Визначено, що розщеплення популяції F_2 за маркерними алелями відповідає законам Г. Менделя при відмінностях батьків за одним геном.

Практичне значення отриманих результатів.

Досліджено та сформовано дві генетичні колекції генотипів соняшнику, стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів.

Виділено джерела та донори, які несуть гени стійкості до гербіцидів *Sur* та *Imr* та показана можливість ідентифікації та маркерного добору гібридних рослин F_1 та F_2 отриманих від схрещувань з носіями гену *AHAS1*.

Результати досліджень по скринінгу колекційних зразків соняшнику стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів показали доцільність залучення їх до селекційних програмах по створенню нового вихідного матеріалу. Виділені зразки можна використовувати в якості донорів стійкості для розширення генетичного різноманіття, а також як батьківські компоненти для створення нових гібридів, стійких до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів.

Впроваджено в селекційний процес маркерну технологію, що дозволяє пришвидшити процес одержання комерційних гібридів та скоротити термін циклічного поліпшення вихідного матеріалу у два – три рази.

Рекомендується використання досліджених та створених самозапилених ліній в якості батьківських компонентів для селекції нових гібридів соняшнику адаптованих до умов Південного Степу України з генетично обумовленою стійкістю до НБР та ALS-інгібуючих гербіцидів.

Створені експериментальні гібриди рекомендується використовувати у виробничих посівах за технологіями ExpressSun та Sumo із післясходовою обробкою соняшнику гербіцидами групи сульфонілсечовин для ефективного контролю забур’яненості посівів соняшнику.

Важливим результатом досліджень є виникнення майнових прав інтелектуальної власності на поширення сортів рослин в Україні щодо середньораннього гібриду лінолевого типу Бар'єр (А.с. №200408 від 27.02.2020 р.). Середньоранні гібриди Бастард (заявка № 19039042 від 28.11.2019 р.) та Байт (заявка № 20039095 від 01.12.2020 р.) проходять державну кваліфікаційну експертизу в експертних закладах державної системи охорони прав на сорти рослин.

Особистий внесок здобувача. Дисертацію на здобуття ступеня доктора філософії виконано самостійно. Дисертанткою було самостійно проведено інформаційний пошук, проаналізовано та узагальнено наукові дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених за темою дисертаційної роботи, обґрунтовано концепцію роботи, розроблено робочі гіпотези, визначено напрям досліджень, особисто сплановано закладання та проведення польових, вегетаційних та лабораторних досліджень, програму схрещувань і сортовипробувань отриманого матеріалу, виконано супутні спостереження, заміри та обліки, проаналізовано та узагальнено результати досліджень, складено наукові звіти, опубліковані статті за темою дисертації, сформовано висновки і рекомендації для селекційної практики. Публікації виконано як самостійно, так і в співавторстві. Частка участі дисертантки у підготовлених і опублікованих наукових працях, надрукованих у співавторстві, складає 10-50 % і включає виконання експериментальних досліджень та інтерпретацію їхніх результатів. Авторство у створенні вже зареєстрованого та переданих до державного сортовипробування гібридів соняшнику – 5 %. Внесок здобувача полягає в оцінках та опису зразків вихідного і селекційного матеріалу, аналізі результатів випробувань та підготовці документації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень з дисертаційної роботі було заслухано та обговорено на засіданнях вченої ради Селекційно-генетичного інституту. Основні наукові результати дисертаційної роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological

sciences» (Lublin, 2017); міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин» (Харків, 2018 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва» (Одеса, 2018 р.); всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: теорія, практика, інновація» (Оброшине, 2018 р.). Результати дисертаційних досліджень заслухано та обговорено на звіті засідання координаційно-методичної ради державної програми наукових досліджень НААН «Олійні культури» (Харків, 2019 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Perspectives of science and education» (New York, 2019); міжнародній науково-практичній конференції «Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, 2021 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Стратегія інтеграції аграрної освіти, науки, виробництва: глобальні виклики продовольчої безпеки та змін клімату» (м. Миколаїв, 2021 р.); науково-практичній конференції «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення» (м. Харків, 2021 р.).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 166 сторінках машинописного тексту (основний текст дисертаційної роботи становить 115 сторінок). Дисертаційна робота ілюстрована 22 таблицями, 35 рисунками. Вона містить вступ, п’ять розділів основної частини, практичні рекомендації, список використаної літератури із 199 джерел, із них 72 латиницею та 8 додатків.

Автор висловлює щиру подяку за допомогу у виконанні наукових досліджень: науковому керівнику, кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику, доценту, завідувачу відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику Б. Ф. Варенику; кандидату біологічних наук, старшому науковому співробітнику, провідному науковому співробітнику відділу загальної та молекулярної генетики СГІ-НЦНС А. Є. Солоденко за проведення ДНК-маркерування, допомогу у аналізі та узагальненні даних маркерного добору;

науковому співробітнику відділу загальної та молекулярної генетики Н. П. Ламарі за допомогу у виконанні статистичних розрахунків; кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику, провідному науковому співробітнику науково-організаційного відділу З. В. Щербині за допомогу в оформлені та підготовці пакету документів.

РОЗДІЛ 1
ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ
(огляд літератури)

1.1. Історичні відомості про соняшник як сільськогосподарську культуру та початок її наукової селекції

Соняшник – цінна сільськогосподарська культура. Його вирощують, як олійну культуру, близько 150 років.

Латинська назва рослини *Helianthus* (сонячна квітка) утворена з грецьких слів *helius* (сонце) та *anthemon* (квітка). Класифікував його шведський вчений К. Ліней (1707 – 1778 рр.) [1, 2, 3].

Відомо, що індіанці Північної Америки вже в III тисячолітті до н. е культивували соняшник на території теперішніх штатів Арізона та Нью-Мексико (США). Насіння стародавнього соняшника було дрібним, не більше 5 мм завдовжки. Індіанці використовували його в їжу. У багатьох індіанських культурах соняшник був символом божества Сонця, особливо у ацтеків і отомі в Мексиці та інків у Перу. За твердженнями деяких археологів, соняшник був введений в культуру раніше, ніж пшениця [4, 5].

У 1492 році Х. Колумб відправився на пошуки нових морських шляхів до Індії. Досягнувши берегів Південної Америки, він був приголомшений різноманітністю рослин на материку. Повертаючись, Х. Колумб відібрав зразки різних видів рослин в тому числі і насіння соняшнику. У 1510 році його було висіяно у Мадридському ботанічному саду [6].

Уперше соняшник у європейській культурі згадувався в працях C. Matthioly та бельгійського ботаніка R. Dodonaeo в 1568 р. Ботанік N. Monard називав соняшник «травою сонця», а A. Titsus в каталозі Кенігсберского ботанічного саду помістив його під назвою «перуанська квітка сонця». На відміну від більшості інших сільськогосподарських культур, відомості про соняшник значно обмежені.

Так, до нашого часу не існує єдиної думки, чи культивувався він на своїй батьківщині та яку відігравав роль у задоволені життєвих потреб корінного населення [7, 8, 9, 10].

На сьогоднішній час відсутні історичні дані з історії трансформації культури соняшнику в об'єкт господарського використання. Єдиної думки щодо конкретного центру його походження також не існує. Засновник сучасної наукової селекції М. Вавилов, який займався класифікацією світових центрів походження культурних рослин і їхньою характеристикою, дійшов висновку, що регіоном походження соняшнику є Північна Америка, зазначивши що у межах Північної Америки індіанці, до прибуття туди Колумба ввели в культуру земляну грушу та соняшник [11, 12]. К. Лінней вважав батьківщиною соняшника Перу та Мексику. М. Декес, який вивчав питання походження деяких харчових та декоративних рослин, зазначив, що батьківщина *H. annuus* L. є Перу, а *H. tuberosus* L. – Бразилія. П. Жуковський походження усіх північноамериканських видів соняшника відносить до XII-північноамериканському центру, який охоплює територію США, південь Канади та північ Мексики. А. Анащенко в процесі своєї роботи виділив та висвітлив п'ять центрів походження соняшника у Північній Америці – це східна частина Техасу, півострів Флорида, південна частина гір Аппалачі, Озакське плато штат Айова та центральнокаліфорнійський [13, 14, 15, 16]

Соняшник був завезений на початку XVI століття іспанськими колонізаторами в Європу. Поступово він поширився торгівельними шляхами в Італію, Єгипет, Афганістан, Індію, Китай та Росію. В Україну він потрапив у XVIII столітті [17, 18].

Гіллясті форми соняшнику сформувалися в результаті схрещувань індіанцями дикого виду з культурним. Такий окультурений соняшник тривалий час сприймався європейцями як декоративна рослина і тільки через 100 років з'явилися перші повідомлення про корисне значення соняшника. Проте знадобилось ще стільки ж років, перш ніж у Європі стало відомо про можливість отримання олії з насіння культури [4, 10].

Першими про виробництво олії з соняшнику в Європі замислились англійці, і вже у 1716 році вони запатентували свою технологію. В Росії масштабне виробництво соняшникової олії розпочалося в 1717 році (насіння якого було завезено з Голландії) [19, 20]. Лише в 1829 році кріпак із села Олексіївка Воронезької губернії Д. Бокарев винайшов спосіб отримання соняшникової олії за допомогою найпростішого ручного пресу. Та вже у 1841 році олію відправляли на експорт. У 80-ті роки купці Н. Євреїнов та С. Бібіков почали застосовувати при віджиманні олії парові машини, олія яких була добре відфільтрована та високоякісна [21].

В Україні соняшник для отримання олії розпочали культивувати в другій половині XIX століття, а вже у 1917 році його посівні площі сягали близько 200 тис. га. Проте врожайність не перевищувала 9 – 10 ц/га. Певно через те, що вирощувалися морфологічно невирівняні популяції культури, чимала кількість рослин була малопродуктивна. До того ж посіви уражувалися вовчком, іржею, личинками соняшникової молі. Олійність насіння тоді не перевищувала 30 %. Проте перші сорти стали вихідним матеріалом для селекційної роботи з культурою у подальші роки [22, 23].

Наукова селекція соняшника була розпочата у 1912 році на колишній Харківській дослідній станції (нині Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, НААН) та одночасно в Краснодарі, на дослідній станції «Круглик» (нині Державна наукова установа Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. В.С. Пустовойта) і в Саратові на Саратовській сільськогосподарській дослідній станції (нині Науково-дослідний інститут сільського господарства Південного Сходу) на базі місцевих народних сортів. В Україні, крім Харкова, селекцією соняшника почала займатися Одеська сільськогосподарська дослідна станція (нині Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення) [2, 10, 22].

На базі місцевих сортів Маріупольської губернії, Донської області та Краснодарського краю селекцією соняшнику по-науковому зайнявся В. Пустовойтом. Була виявлено, що зниження урожайності насіння місцевих

популяцій до 5,7 ц/га стало наслідком ураження культури на всій території виробництва вовчком, соняшниковою вогнівкою та вертициліозним в'яненням. Розв'язанням цієї проблеми, а також підвищенням олійності насіння поширених тоді сортів зайнялися одними з перших у світі селекціонери В. Пустовойтом та Л. Ждановим. Успіхи у цьому напрямку і зробили їх відомими у багатьох країнах [24, 25].

Починаючи з 1917 року в селекції соняшнику при виведенні нових сортів використовували метод індивідуального добору, який прийшов на зміну масовому добору та є тепер основним в роботі майже всіх селекційних установ. Він проводився багаторазовими індивідуальними доборами з оцінкою наступних поколінь [26].

При створенні нових сортів добір займає центральне місце незалежно від методів створення вихідного матеріалу. Тому перед селекціонерами часто виникає питання про доцільність застосування того чи іншого методу добору в селекції на певну ознаку. Ефективність різних методів добору значною мірою залежить від ступеня успадковування ознак. [7, 27, 28].

У природі широко розповсюджений гетерозис, який використовується у виробництві для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Теоретичне обґрунтування гетерозису вперше дав Ч. Дарвін. Він сформулював положення про те, що для всіх істот дуже корисним є схрещування з особинами, які не споріднені між собою. Отож підвищені продуктивність та життєздатність гібридів є результатом дії різноякісних статевих клітин батьківських форм. Також Ч. Дарвін пропонував схрещувати рослини, що певній час вирощувались на віддалі одна від одної [29, 30, 31].

З розширенням масштабів гібридизації соняшнику при створенні сортів та гібридів селекціонери виявили особливу цікавість до чоловічої стерильності. У соняшнику було виявлено два види чоловічої стерильності: ядерна, або генна (ГЧС) та цитоплазматична (ЦЧС). А. Купцов виявив рослини з чоловічою стерильністю у зразків соняшнику з Індії та довів, що ця ознака обумовлена одним рецесивним геном. Гібридне насіння на стерильній основі було отримано В. Вольфом та

А. Гундаєвим на початкових етапах гетерозисної селекції соняшнику. Перші виробничі гібриди цієї культури були отримані в Румунії та Франції із застосуванням генної чоловічої стерильності [20, 32, 33].

Однак більш перспективною виявилася селекція із застосуванням цитоплазматичної чоловічої стерильності. Вперше ЦЧС у соняшника виявив Г. Штуббе, а вже після цього В. Вольф та А. Гундаєв виділили джерела ЦЧС із сортів культурного соняшнику. П. Леклерк дістав форму ЦЧС з міжвидового гібриду *H. petiolaris* х *H. annuus* зі стабільнім проявом та йому також вдалося знайти домінантний ген відновника фертильності. Згідно генно-цитоплазматичній системі за П. Леклерком, стерильні системи мають генотип Smsc-1 msc-1, закріплювач стерильності Fmsc-1 msc-1. Користуючись тим же джерелом ЦЧС, відновники фертильності були виявлені й рядом інших вчених. Так М. Кимнам назвав знайдений ним ген Rf_1, а В. Вринчану та Ф. Стоєнеску – Rf_2 [34, 35, 36].

Селекційно-генетичний інститут є оригінатором трьох джерел чоловічої стерильності. Перший виділений із міжвидового гібриду *H. tuberosus* L. х *H. annuus* L. четвертого покоління, другий – із міжвидового гібриду третього покоління, отриманого від запилення сорту-популяції ВНИИМК 6540 суміші пилку *H. rididus Dest.*, *H. lenticularis Dougt*. та *H. debilis Nutt*. Третє джерело чоловічої стерильності було отримане на базі цитоплазми *H. annuus* L. від прищеплення *H. tuberosus* L. [37, 38].

Селекційно робота з соняшником у Селекційно-генетичному інституті розпочалася після створення відділу олійних культур його завідуючим М. Шиманським у 1945 році. Але йому не вдалося створити жодного сорту соняшнику. Наступним пошуковцем був старший науковий співробітник Б. Погорлецький, який працював у цьому відділі близько 40 років. Він широко використовував у селекції в якості вихідного матеріалу сорти Армавірської дослідної станції ВНДІОК – Армавірський 3497, Спутник, Старт, Армавірський 14, найбільш пристосовані до вирощування в посушливих умовах Північного Причорномор’я. Використовуючи метод періодичного добору Б. Погорлецький був першим хто створив сорт-популяцію, яку назвав Одеський 63 [25, 39].

Першим в Україні, хто створив цінні для виробництва гібриди соняшнику був В. Бурлов. У 1977 році, з використанням генної стерильності, він одержав перший гібрид під назвою Расвєт, який мав ряд переваг.

1.2. Морфо-біологічні особливості дикого та культурного соняшнику

Головною проблемою селекції соняшнику завжди було і залишається створення високоврожайних та стійких до комплексу головних хвороб і шкідників сортів та гібридів. Цей напрямок потребує залучення генотипово різноманітного вихідного матеріалу, що потребує суттєвого зростання міжвидової та філогенетично віддаленої гібридизації [40].

Дикі види соняшнику є донорами багатьох господарсько цінних ознак і властивостей, а передусім комплексної стійкості до основних хвороб. Ці ж види можна також використовувати для поліпшення якості олії та підвищеного вмісту білка. Цитоплазматична чоловіча стерильність була отримана в результаті філогенетично віддаленої гібридизації з дикоростучими формами соняшнику [41, 42].

Соняшник як олійна культура, розповсюджена на 5 континентах Земної кулі. Його систематика неоднозначна. Відноситься він до сімейства *Asteraceae* L., поліморфна родина *Helianthus*. У різних класифікаціях до цієї родини відносили від 50 до 264 однорічних та багаторічних видів [43].

G. Bentham та J. Hooker в свій час описали 50 видів, S. Wathson описав 108 видів, D. Cockerell – 180, а російський монограф Ф. Сациперов – 264 види. По класифікації К. Хейзера, рід включає 68 багаторічних та однорічних видів. Нині видовий склад більш менш з’ясований. Рід *Helianhus* має розділений ареал, більша частина його (близько 50 видів) поширена в Північній Америці (Канада, США, Мексика), інша із 17 видів у Південній Америці, Андах, Південна Колумбія та Болівія. У Ф. Сациперова виявився великий видовий склад, оскільки значна частина його – це штучна суміш роду *Helianhus* з родом *Viguiera* та ін. Вони

споріднені, їхній ареал пролягає від південного заходу США через всю Мексику та Центральну Америку до субтропіків Південної Америки [15, 44, 45].

Ф. Венцлавович за характером галуження, розміром сім'янок та ознакою осипання виділила три групи соняшнику в якості підвидів: дикорослий (*ssp. Silvestris*), декоративний (*ssp. Ornamentalis*) та культурний (*ssp. cultus*). Вона розглянула вид *H.annuus* L. як складний поліморфний вид та виділила з нього два види: *H. cultus Wenzl*. – соняшник культурний декоративний та *H. ruderalis Wenzl*. – соняшник дикорослий. *H. cultus Wenzl*. своєю чергою ділиться на два підвиди: *H. onv. ornamentalis Wenzl*. – соняшник культурний декоративний та *H. conv. sativum Wenzl*. – соняшник культурний посівний.

Усі південноамериканські види (2n=34), крім *H. viridis*, мають густе опушення у верхній частині стебла та черешків листків. Плівки загального ложа суцвіття цільні, зазубрені чи іноді мають три слабко виражені зубці. Такі види *H. lehmannii Hieron., H. grandiceps Brake, H. nigrescens Heis., H. hypargyraeus Brake, H. argenteus* ростуть в Еквадорі на висоті 1200-3000 м. Вид *H. Itaburensis Hieron* поширені в Колумбії та центральному Еквадорі на висоті 2200-3300 м. Види *H. mathewsii Hochr., H. viridior Brake, H. discolor Brake, H. senex Brake, H. lanathus Heis., H. jelskii Hieron, H. steubelii Hieron, H. subniveus Brake, H. microphyllus H. B. K., H. acuminatus Brake* – усі зростають в Перу на висотах 2500 – 3800 м. Найвищий вид *H. argenteus* досягає 4 м висоти [40, 46, 47, 48].

Велика кількість колишніх південноамериканських видів виключена із роду *Helianthus* та перенесена в роди *Viguiera, Florensia, Tithonia, Verbesina, Grindedia* та ін.. Справжніх південноамериканських *Helianhus* залишилося 17 видів.

Багаторічні, рідше однорічні рослини, грубі, прямі або розкидисті. Листки різноманітні, супротивні, потім почергові, у деяких видів усі листки почергові. Язичкові квітки жовті, нерідко стерильні. Зареєстровано декілька десятків видів в Канаді, США та Мексиці, ростуть переважно на прибережних рівнинах, в соснових лісах, преріях, іноді на болотах, на мілинах річок та ін. Однорічні рослини складають приблизно 15 %.

З однорічних диких видів найбільш відомими є черешковий *(H. petiolaris Nutt.*), лізоподібний (*H. lenticularis Dougl.),* слабкий (*H. debilis Nutt.)* та гостролистий (*H. argophyllus T. et G.).* Переважно це гіллясті високі рослини від 1 м до 3 м, кошики можуть бути дрібними та мати до 200 квіток на одній рослині у лізоподібного та діаметром до 3 см у гостролистого. Квітки трубчасті яскраво-червоного кольору, насіння дрібне, сплюснуте, іноді панцерне. Зростає на рівнинах, пагорбах, долинах Техаса, Аризони, Орегона, Саскачевана, Міннесоти, по підніжжях гір, прибережних дюнах Атлантичного узбережжя.

До багаторічних відносяться такі види: жорсткий (*H. Rigidus Cass.),* максиміана (*H. maximiliani Schrad*), гігантський (*H. giganteus L.*), гірський (*H. montanus E.*), довелла (*H. dowellianus M. Curt.*), розтопиренний (*H. divaricatus L.*), топінамбур (*H. tuberosus L.*), залізний (*H. strumosus L.*) та смолистий (*H. resinosus Small.*). Стебло заввишки від 0,7 м до 3,5 м, листки почергові. Деякі види мають численні кореневища до 70 см та пагони. Кошики діаметром від 1 см до 2 см, жовтого кольору, трубчасті квітки червоно-пурпурні. Листки почергові, латентні чи округлі, широкі чи вузькі, густо опушені. Мешкають на кам’янистих та піщаних ґрунтах чи заболочених вологих районах, в сухих лісах та староорних землях різних штатів США [49, 50, 51, 52, 53, 54].

Соняшник вид трав’янистих рослин з роду *Helianthus* родини *Asteraceae*. Розрізняють два види соняшнику – культурний і дикоростучий. У культурного соняшнику виділяють два підвиди – посівний (*subsp. sativus*) і декоративний (*subsp. ornamentalis*). Культурний соняшник посівний (польовий) – однорічна рослина. Корінь у нього стрижневий, проникає у ґрунт на глибину 2 – 4 м і розгалужується в сторони на 100 – 120 см. Стебло прямостояче, грубе, виповнене всередині губчастою серцевиною, вкрите жорсткими волосинками, має висоту 0,7 – 2,5 м (у силосних форм – 3 – 4 м і більше), є карликові форми з висотою стебла 50 – 70 см. Листя черешкове, велике, густо опушене. Пластинки звичайно овально-серцеподібні із зазубреними пилчастими краями. Нижні листки супротивні, 1 – 2 пари після сім`ядоль, решта – почергові. На одній рослині

розвивається у скоростиглих сортів і гібридів 15 – 25, у пізньостиглих 30 – 35 і більше листків [10, 55, 56, 57].

Суцвіття соняшника – багатоквітковий кошик у вигляді опуклого чи плескатого диска з обгорткою із декількох рядів змінених верхівкових листочків. Діаметр кошика від 10 до 20 см у олійних сортів і до 40 см та більше у лузальних сортів. Крайні квітки – язичкові, великі, розміщені попарно в один ряд по колу кошика.

На квітколожі кошика розміщені колами трубчасті двостатеві квітки з плівчастими прицвітниками, які закінчуються (при достиганні) жорсткими зубцями. Кожна квітка має маточку з одногніздовою нижньою зав'яззю. Віночок п'ятизубчастий від світло-жовтого до темно-оранжевого кольору. Тичинок п'ять. Їх нитки вільні, а пиляки зрослися і утворюють кільце. Приймочка маточки дволопатева. За сприятливих умов в одному кошику закладається 1500 – 3000 квіток. Кількість їх різко зменшується при запізненні з проріджeнням загущених посівів до утворення 3 – 5 пар справжніх листочків у середньоранніх і 5 – 7 - у середньопізніх сортів. Саме в цей період у соняшнику закладається основа майбутнього врожаю [2, 55, 56].

Трубчасті квітки розкриваються в певній послідовності – від периферії до центра кошика. Цвітіння одного кошика триває 8 – 10 днів.

Соняшник – рослина виключно перехреснозапильна. Пиляки його дозрівають раніше, ніж приймочки, що сприяє перехресному запиленню. В польових умовах частина квіток залишається незаплідненою, що призводить до пустозерності та зниження врожаю насіння.

Плід соняшнику – сім'янка з дерев'янистою плодовою оболонкою (оплоднем), яка не зростається з насіниною. Насінина (ядро) вкрита тонкою прозорою оболонкою. Оболонка плоду (лузга) вкрита зверху епідермісом, забарвлення якого буває білого, чорного, сірого, чорно-фіолетового, коричневого кольору та ін. [56, 58].

Період вегетації сортів і гібридів соняшнику (від сівби до достигання насіння), які вирощуються в Україні, триває від 80 до 130 днів.

У перший період розвитку (до утворення 2 – 3 пар листків) соняшник росте порівняно повільно. В цей час головний корінь, що утворюється із зародкового корінця, інтенсивно росте углиб, випереджаючи ріст стебла в 2,7 – 2,9 рази. Потім приріст стебла збільшується, досягаючи максимуму (3 – 5 см за добу) в період від утворення кошика до цвітіння. У фазі цвітіння ріст у висоту сповільнюється і в кінці цвітіння припиняється [59, 60].

Насіння соняшнику проростає при температурі 3 – 5°C. Оптимальна температура проростання 20°C. При цій температурі сходи з`являються на 7 – 8-й день. У фазі цвітіння і в наступний період найсприятливіша температура 25 – 27°C. Підвищення температури до 30°C і більше негативно позначається на рослині, а при 40°C припиняється фотосинтез. Весняні приморозки до мінус 5 – 6°C не завдають істотної шкоди рослинам, проте затримують і послаблюють їх ріст, а осінні до мінус 3°C спричинюють загибель рослин.

Соняшник – посухостійка рослина. Коефіцієнт водоспоживання його становить 450 – 570 мм, може підвищуватись до 700. За період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 га. Вологозабезпеченість соняшника у фазі цвітіння і наливання насіння забезпечує повноцінне формування врожаю [12, 34, 69].

1.3. Найбільш розповсюджені бур’яни в посівах соняшнику та їхній контроль

Важливою передумовою одержання високих і сталих врожаїв соняшнику є чисті від бур’янів поля. Широкорядні посіви соняшнику дуже легко засмічуються бур’янами, які пригнічують культурні рослини і знижують їхню продуктивність. Через сповільнений ріст культури на початкових фазах розвитку бур’яни погіршують умови росту і розвитку рослин соняшнику, завдають їм великої шкоди. Вони конкурують із культурними рослинами за елементи живлення [62, 63].

Бур’яни в процесі еволюції набули біологічні властивості, які дозволяють протистояти несприятливим умовам навколишнього середовища та розвиватися

поряд з культурними рослинами. Вони мають високу пластичність, довготривале збереження життєздатності вегетативних та насіннєвих проростків у ґрунті [64, 65].

В Україні найбільш розповсюдженими бур'янами є: осот жовтий (*Sonchus arvensis L.*), мишій сизий та зелений (*Setaria glausa L., Setaria pumila*), осот щетинистий (*Cirsium setosum*), *молочай лозний* (*Euphorbia virgata L.*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli L.*), лобода біла (*Chenopodium album*), щириця біла (*Amaranthus albus L.*), амброзія полинолиста (Ambrosia artemisiifolia), ромашка непахуча (*Tripleurospermum inodorum L.*), пирій повзучий (*Agropyrum repens*) та ін. [66, 67, 68].

Усі бур'яни за тривалості життєвого циклу розділяються на підтипи: однорічні, дворічні та багаторічні. Більшість бур'янів мають високу репродуктивну здатність. В орному шарі ґрунту на одному гектарі міститься в середньому 700-800 млн насінин різних бур'янів. Незвичайна плодовитість бур'янів сприяє їх швидкому розмноженню. Важливими особливостями насіння бур'янів є здатність довго зберігати життєздатність та збільшений період проростання [69, 70].

Посіви соняшнику засмічуються переважно злаковими і двосім'ядольними бур'янами. При цьому, для всіх регіонів країни характерна змішана засміченість посівів різними видами бур'янів. Для посівів культури характерне також повторне забур'янення у другій половині літа. Поширення лободи білої, видів щириці, пасльону чорного, курячого проса, мишію сизого та інших видів знижує продуктивність культури й ускладнює процес її збирання, а також збільшує втрати врожаю [71, 72, 73].

Найбільш проблемними бур'янами, які засмічують посіви соняшнику в умовах Степу, є: осот жовтий (*Sonchus arvensis L.*), мишій сизий та зелений (*Setaria glausa L., Setaria pumila L.*), осот щетинистий (*Cirsium setosum L.*), молочай лозний (*Euphorbia virgata L.*), берізка польова (*Convolvulus arvensis L.*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli L.*), лобода біла (*Chenopodium album L.*), щириця біла (*Amaranthus albus L.*), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), ромашка непахуча (*Tripleurospermum inodorum L.*), пирій повзучий (*Agropyrum repens L.*) та інші [74, 75, 76].

На сьогоднішній день, для контролю бур'янів, аграрії віддають перевагу застосуванню гербіцидів різних хімічних груп та класів. Агротехнічні прийоми (досходове і післясходове боронування, міжрядні обробітки) не завжди забезпечують повне знищення бур'янів. Особливо це відчутно останнім часом, коли зростає засміченість посівів та виявляється видова перебудова агроценозу бур'янів при оптимізації найбільш шкодочинних [8, 91, 92].

Гербіцидний контроль в сучасних умовах є важливим та надійним заходом захисту соняшнику від бур'янів. За способом проникнення в рослину гербіциди поділяються на: ґрунтові, які проникають у рослини через кореневу систему наприклад Харнес, Дуал Голд, Трофі 90, Гезагард, Гайтан та ін., а також післясходові, які проникають через надземні органи (листки, стебла, черешки, наприклад Селект 120, Топланц 240, Оберіг Гранд, Фюзілад Форте 150 ЕС та ін. [77, 78, 93].

Одними з найбільш поширених діючих речовин, що використовуються з метою максимального знищення бур'янів у посівах соняшнику, є ацетохлор, S-металахлор, пропізахлор, прометрин, аклоніфен та ін.

Селективні ґрунтові гербіциди на основі діючої речовини ацетохлор застосовують для контролю найбільш поширених однорічних злакових і деяких дводольних бур'янів. Механізм дії ацетохлору спрямований на інгібування процесів синтезу білка і порушення процесів поділу клітин, що призводить до пригнічення та загибелі рослин бур'янів. Препарат розкладається впродовж одного вегетаційного періоду, тому не має обмежень у сівозміні. Але часто при застосуванні ацетохлору спостерігається фітотоксичність на рослинах соняшнику [79, 80, 81].

Діюча речовина S-металахлор блокує процеси поділу клітин, що призводить до блокування початкових стадій мітозу, в результаті чого в чутливих бур'янів призупиняється ріст на ранніх фазах розвитку. Діюча речовина, проникаючи у злакові бур'яни через колеоптиль, викликає скручування і відмирання проростків. Бур'яни гинуть у момент проростання під час контакту з «гербіцидним екраном» на ґрунті. Препарати на основі цієї діючої речовини завдяки довготривалій захисній

дії стримують появ «другої хвилі» бур’янів у посівах культури. У цих гербіцидів відсутня фітотоксичність, що дає змогу застосовувати їх без обмежень у сівозміні [82, 83].

Гербіциди на основі прометрину поглинаються проростками і коренями бур’янів, а також надземними вегетативними органами бур’янів, які проросли, рухаючись ксилемою. Діюча речовина блокує процес фотосинтезу в чутливих бур’янів, а також утворює сполуки, які руйнують мембрани клітин у рослин, внаслідок чого й відбувається загибель бур’янів. На норму витрати препарату впливає забур’яненість і вміст гумусу в ґрунті [84, 94].

Ґрунтовий гербіцид на основі діючої речовини аклоніфен використовується для боротьби зі злаковими і однорічними широколистими бур’янами при вирощуванні озимої пшениці, кукурудзи, картоплі, соняшнику, моркви в передсходовий період. Діюча речовина поглинається колеоптилем, гіпокотилем та сім’ядолями, але не кореневою системою і переміщуються до меристемних тканин рослин бур’янів. Аклоніфен призводить до накопичення в рослині фітону, який інгібує синтез хлорофілу та інших фотосинтетично активних пігментів. Дія проявляється у знебарвленні пророщених та молодих рослин бур’янів. Ріст їх припиняється і через 2-3 тижні вони гинуть [85].

Не менш важливим є післясходове внесення гербіцидів. Страхові гербіциди можна розділити залежно від особливостей дії на рослину – контактні та системні. Контактні гербіциди – препарати, які здатні уражати рослини в місцях змочування робочою сумішшю. Такі препарати практично не здатні рухатися провідною системою рослин, через це вони не проникають у кореневу систему багаторічних бур'янів, які спроможні відростати знову. Системні гербіциди здатні рухатися судинно-провідною системою, впливаючи на всю рослину і викликаючи загибель як надземних, так і підземних її органів. Під час переміщення по судинах рослин гербіциди взаємодіють із клітинним вмістом, що призводить до часткової їхньої активації шляхом поглинання клітинами, руйнування ферментами, утворення комплексних сполук. По флоемі гербіциди рухаються в кореневу систему, генеративні органи, нагромаджуються в зонах активного росту, викликаючи

глибокі порушення фізіологічних процесів, що призводить до загибелі чутливих рослин. Системні препарати доцільно використовувати в боротьбі з багаторічними видами бур'янів, коренева система яких проникає глибоко в ґрунт [86, 87, 88].

На сьогоднішній час існує ряд інноваційних технологій вирощування соняшника: Clearfield, Clearfield plus, Express Sun, SUMO. Вони представляють собою поєднання гербіцидів, до складу яких входять діючі речовини класу імідазолінонів (д. р. імазапір імазамокс) або сульфонілсечовин (д. р. трибенурон-метил) відповідно, та високоврожайних гібридів соняшнику, які мають генетичну стійкість до них. Ці технології дають можливість контролювати великий спектр бур’янів в післясходовий період соняшнику [17, 89].

Діючі речовини потрапляють через ксилему і флоему, де вони діють як інгібітори ензиму ацетогідроксидсинтетазу (AHAS) або ацетолактатсинтетазу (ALS). Ацетогідроксидсинтетаза є каталізатором перших ступенів біосинтезу ланцюжка амінокислот: валін, лейцин та ізолейцин. Інгібування ацетогідроксидсинтезу імідазолінонами сприяє зниженню синтезу цих амінокислот, що в свою чергу призводить до загибелі чутливих бур’янів. Тобто препарат має вплив на точку росту, призупиняє його, в цьому випадку рослини гинуть. Період зупинки точки росту у стійкого соняшнику незначний і рослини відновлюють свій ріст. Гербіциди з класу імідазолінонів на початкових етапах проявляють фітотоксичність у вигляді пожовтіння листків, та через два тижні вона зникає [90].

Сьогодні багато господарств переходять на вирощування сільськогосподарських культур за технологіями мінімального чи нульового обробітків ґрунту. Застосування багатьох традиційних ґрунтових гербіцидів за цих умов вирощування не завжди забезпечує досягнення бажаного результату.

1.4. Селекція соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів

Основною метою селекції рослин є створення нових сортів і гібридів для задоволення потреби людей і домашніх тварин за рахунок підвищення зборів

урожаю. Із-за швидкого росту населення, втрати орних земель, глобальних змін клімату та ускладненнями з водопостачанням, у майбутньому постане питання із задоволенням потреб населення в їжі. Селекція рослин на толерантність до гербіцидів охоплює обидва ці аспекти. Розвиток рослин з толерантністю до гербіцидів стало можливим завдяки новим поглядам на механізм та цільове призначення дії гербіцидів на молекулярному рівня і розробкою нових методів біотехнології [95].

Існує два основних механізми стійкості до гербіцидів у соняшнику: толерантність, що викликана мутаціями в цільових сайтах (*target-site tolerance*) та толерантність, викликана мутаціями в нецільових сайтах (*non-target site tolerance*). Цільова толерантність включає в себе знижену чуттєвість цільових специфічних ферментів чи білків, таким чином він є моногенним. Нецільова толерантність включає в себе кілька механізмів, таких як зниження поглинання та транслокації гербіциду, а також збільшення швидкості детоксикації, активізації чи поглинання гербіциду [96, 97, 98, 99].

У Північній Америці дикі види соняшнику фактично є бур’яном у посівах кукурудзи та сої. Контролювати соняшник в посівах кукурудзи та сої почали за допомогою гербіцидів груп сульфонілсечовин (SU) та імідазолінононів (IMI). Гербіциди групи SU та IMI є специфічними та сильнодіючими інгібіторами ацетогідроксикислотної синтази (AHAS), також відома як ацетолактатсинтаза (ALS). AHAS-інгібуючі гербіциди порушують синтез амінокислот з розгалуженим ланцюгом, що призводить до загибелі генотипів нестійких до гербіцидів [100, 101].

Ацетолактазсинтаза (ALS) чи (AHAS) являє собою перший фермент в біосинтезі трьох життєво важливих амінокислот у рослин: валіна, лейцина та ізолейцина**.** ALS-інгібуючі гербіциди викликають точкову мутацію в генах, кодуючи AHAS, які знижують чутливість фермента. До переваг ALS-інгібуючих гербіцидів відносять низькі норми внесення, широкий спектр дії на бур'яни та відносна їхня нетоксичність для тварин. Їх широко почали використовувати з часу появи на початку 1980-х років. Перший бур’ян, стійкий до цих груп гербіцидів, був знайдений в салаті латук *Lactuca serriola* L. у 1987 році після п’яти поколінь, які

оброблялися хлорсульфуроном. Як правило, стійкі біотипи виникають у популяціях, які регулярно обробляються гербіцидами [90, 102].

На сьогодні існує кілька груп гербіцидів, які інгібують фермент AHAS: сульфонілсечовини (SU), імідазолінони (IMI), триазолопірамідіни (TP), пірімідініл-оксі-бензоати (PTB) та сульфоніламіно-карбоніл-тріазолінони (SCT). Головною перевагою при використанні ALS-інгібуючих гербіцидів є їхня відносна нетоксичність для ссавців, низькі норми внесення, широкий спектр контролю бур'янів. Гербіциди груп сульфонілсичовин та імідозолінонів успішно використовують для контролю бур'янів в посівах соняшнику [103, 104].

На основі молекулярних досліджень було ідентифіковано та охарактеризовано три гени, які каталізують фермент AHAS у соняшнику: *AHAS1*, *AHAS2* та *AHAS3*, які відповідають групам щеплення 2 (*AHAS3*), 6 (*AHAS2*) та 9 (*AHAS1*). *AHAS1* – єдиний ген у цій сім'ї, в якому знаходяться усі відомі мутації стійкості до гербіциду. На даний час ідентифіковано три точкові мутації гена *AHAS1*: *Ahasl1-1*, *Ahasl1-2* та *Ahasl1-3*. *Ahasl1-1* (також відомий як *Imr* чи Ar_{pur}) має мутацію C-E в кодоні 205 та дає помірну стійкість до IMI-гербіцидів. *Ahasl1-2* (відомий як Ar_{kan}) з мутацією C-T в кодоні 197 з високим рівнем стійкості до SU-гербіцидів. *Ahasl1-3* мутація G-A в кодоні 122, яка забезпечує високий рівень стійкості до IMI-гербіцидів [105, 106, 107, 108, 109, 110].

Дикий вид соняшнику *Helianthus annuus* L., стійкий до гербіцидів групи імідазолінононів, вперше був виявлений в штаті Канзас, США в 1996 році на соєвому полі, який обробляли гербіцидом протягом семи років поспіль. Після цього відкриття, дослідницька група USDA-ARS швидко передала стійкість соняшнику до гербіцидів групи імідазолінононів в культурний вид, після чого були введені публічні лінії Imisun 1 та Imisun 2, що є результатом взаємодії механізмів стійкості цільових та нецільових сайтів. [90, 111, 112, 113, 114, 115].

Перші стійкі до імідазолінонів лінії соняшнику HA 425, RHA 426 і RHA 427 створили J. Miller та K. Al-Khatib у 2002 році. У Канзасі з соєвих полів, які оброблялися імазатапіром, збирали пилок протягом кількох років і запилювали ним лінії HA 89, RHA 409 та RHA 376. Виділені лінії схрещували кілька разів і отже

були стабілізовані з використанням гербіциду з імазамоксом. Опісля ці лінії були передані селекційним компаніям для створення нових гібридів. Оскільки стійкість до IMI-гербіцидів успадковується у рецесивному стані, то для досягнення стабільності ознаки, генотипи підлягають зворотнім схрещуванням не менш ніж сім разів [116, 117, 118, 119].

Успадкування стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів контролюється двома мутаціями гена *AHAS1*. Один з них є домінантний алель *Imr1* (*Ahasl1-1*), а інший *Imr2* виступає модифікатором чи посилювачем бажаного фактора, при наявності головного гена. Отже стійкість соняшнику до імідозалінонів може бути досягнута при гомозиготності обох генів (*Imr1Imr1*, *Imr2Imr2*) в самозапилених лініях чи гібридах. З іншої сторони, була виявлена стійкість до гербіцидів, яка контролюються одним геном з частковим домінуванням. Важливо, що ген стійкості до IMI визначається зниженням відсотка олійності в насіння соняшнику через дикого співродича [120, 121, 122].

Вирощування культур стійких до IMI-гербіцидів започаткувалося у США. Система по контролю бур'янів з використанням IMI-гербіцидів у комплексі зі стійкими культурними рослинами була запатентована BASF на ім'я Clearfield. Вперше цю технологію використали на кукурудзі в 1991 році компанії Garst Seed Co. та Pioneer.

J. Miller та K. Al-Khatib у 2002 році створили перші стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів лінії соняшнику та передали їх селекційним компаніям для створення нових гібридів. Проте вже у 2005 році фірмами Limagrain і Syngenta були представлені перші гібриди соняшника в системі Clearfield також відома як ImiSun, які займали 140 тис. га у США. Паралельно в Угорщині також зареєстрували перший гібрид соняшника стійкий до гербіцидів групи сульфонілсечовин PR63E82 [123, 124].

У 2008 році з'явилося нове джерело стійкості до імідазолінонів – Clearfield Plus (CL Plus) чи *Ahasl1-3*, розроблений за допомогою індукованого мутагенезу елітної інбредної лінії ВТК47. Експериментально було доведено, що ген CL Plus має більш високий ступінь стійкості ніж *Imr1* та *Imr2*. Перший гібрид

Paraiso 1000 CL Plus від Nidera був введений у обіг 2010 року в Аргентині, з гібридами інших компаній – у 2012 та 2013 роках.

В той час як система Clearfield була заснована на двох алелях *Ahasl1-1*, то система CL Plus заснована на алелях *Ahasl1-3* окремо чи у комбінації з *Ahasl1-1*. AHAS-стійкі алелі *Ahasl1-1* та *Ahasl1-3* показали значні відмінності в результатах використання імазапіра в гомозиготному чи гетерозиготному станах. Було виявлено, що генотипи, які несуть алель *Ahasl1-3* (за системою CL Plus) забезпечують значно вищий рівень стійкості ніж *Ahasl1-1* (за системою Clearfield). Крім цього, досить високий рівень толерантності CL Plus забезпечує стабільність за несприятливих умов середовища відносно Clearfield. Також було показано, що надземна біомаса та ріст коріння, після застосування гербіциду за системою CL Plus, більша ніж у Clearfield. Це засвідчує домінування *Ahasl1-3* над *Ahasl1-1* [113, 114, 125].

Дві мутації не можуть співіснувати в гомозиготному стані в одній рослині соняшнику. Польові дослідження показали, що коли ген *Ahasl1-3* (CL Plus) знаходиться в гомозиготному стані чи в гетерозиготній комбінації *Ahasl1-1/ Ahasl1-3*, спостерігається вищий рівень стійкості до імідозалінонів, ніж у гібридів *Ahasl1-1/Ahasl1-1* (ImiSun). Це було підтверджено результатами польових досліджень у комбінаціях CLPlus (*Ahasl1-1/Ahasl1-3*) та CL Plus (*Ahasl1-3/Ahasl1-3*) [110, 126, 127].

Виробнича технологія Clearfield (ImiSun) уперше була впроваджена в Туреччині у 2003 році компанією BASF, далі – в Аргентині, США та інших країнах. Ця технологія поєднує гербіцид Євро-Лайтнінг (д. р. імазапір 15 г/л + імазамокс 33 г/л) та стійкий до цього гербіциду високоврожайний гібрид соняшнику. При потраплянні на бур’яни імазапір та імазамокс швидко поглинаються рослинами через листки та коріння. Ці препарати потраплять в тканини рослин через ксилему та флоему, де вони діють в якості інгібіторів ензиму ацетолактатсинтази (ALS). Цей ензим присутній лише у рослин та бактерій, у тварин відсутній. Після використання гербіциду не рекомендується проводи механічні обробки міжрядь, оскільки це може порушити гербіцидний екран.

Євро-Лайтнінг слід використовувати в період активного росту бур'янів: дводольні не повинні досягати фази 6-х справжніх листків, а злакові – 4-х листків. У даних фазах розвитку бур'янів соняшник зазвичай знаходиться в стадіях 2-6 справжніх листків. Небажано використовувати гербіцид до настання фази 2-х листків. У спектр дії препарату входять такі бур'яни: *Ambrosia, Convolvulus arvensis, Polygonum convolvulus, Sinapis arvensis, Xanthium strumarium, Fumaria officinalis, Stellaria media, Abutilon theophrasti, Chenopodium album, Euphorbia, Avena fatua, Sonchus arvensis, Cirsium arvense, Capsella bursa-pastoris, Solanum nigrum, Galeopsis tetrahit, Galium aparine, Echinochloa crus-galli, Panicum, Agropyron repens L., Raphanus raphanistrum, Matricaria, Setaria, Amaranthus, Thlaspi arvense.* Також Євро-Лайтнінг стримує розвиток у посівах соняшника рослини-паразита вовчка (Orobanche). Оскільки вовчок починає розвиватися на соняшнику доволі пізно, гербіцид слід застосовувати у фазу 8-10 листків на культурі. Бур'яни гинуть протягом 7-14 днів [128, 129].

Ознака стійкості у технології CL Plus характеризується більшою толерантністю до гербіцидів групи імідазолінонів та дозволяє значно підвищити ефективність контролю бур'янів за рахунок удосконалення рецептури гербіциду. Технологія Clearfield (ImiSun) в Європі включають Pulsar40, який містить Tween20 в якості поверхнево-активної речовини, оскільки Tween20 є надійною складовою для системного гербіциду, такого як імазамокс, та найкраще підходить для надійного балансу між контролем за бур'янами і стійкістю посівів соняшнику до цього гербіциду. З підвищеною толерантністю до Clearfield Plus проводилися дослідження в Європі, США та Аргентині задля вдосконалення поверхнево-активної речовини Tween 20 і поліпшення контролю бур'янів.

Найбільш вдала комбінація речовин у гербіциді для підвищення ефективності контролю бур'янів була розроблена фірмою DASH, що дозволило знизити коефіцієнт використання імазамоксу з 50 до 40 г / га, при збережені такої ж ефективності контролю.

Удосконалена рецептура гербіциду зі зменшенням норми для системи CL Plus дає можливість не менш ефективно контролювати бур'яни у посівах соняшнику [113, 125, 130].

В залежності від норми застосування гербіциду, на рослинах з'являється хлороз, але зазвичай через тиждень він зникає. Імазамокс призводить до певних змін в анатомії рослин соняшнику, деформація листків, зменшення числа пазух та потовщення листкової пластини [131, 132].

Одночасно з селекцією соняшнику на стійкість до гербіцидів групи імідазолінонів гербіцидів, було розпочато роботу над створенням гібридів, стійких до гербіцидів з діючою речовиною трибенурон-метил із групи сульфонілсечовин. Було залучено два джерела стійкості. Перше – з дикого виду соняшнику, який мав стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин, зібраний був в тому ж місці, де і IMI-стійких (Канзас), друге було виявлено фірмою DuPont за допомогою проекту зі штучного мутагенезу, який здійснювався на початку 1990-х років.

Були введені до використання лінії Sures 1 та Sures 2. Sures 1, що отримали від схрещувань HA424/3/HA406//HA89/SU *Res. wild H. annuus,* а Sures 1 є лінією відновником фертильності на основі схрещувань RHA377/3/RHA392//RHA376 /SU *Res. wild H. annuus.* Покоління F1, отримане від наведених схрещувань, повністю стійкі до трибенурон-метилу, що свідчать про домінантний тип успадкування цієї ознаки. [133].

Стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин забезпечується точковою мутацією гена *AHAS1* з заміною C-T у кодоні 205. *AHAS1* визначений основним геном стійкості до гербіцидів, що походить з двох диких популяцій ANN-PUR та ANN-KAN. Дослідниками була зазначена різниця в пошкодженнях ліній соняшнику Sures (*Ahasl2/Ahasl1-2*), що є результатом наявності генів-модифікаторів. Інших даних про успадкування ознаки стійкості соняшнику до гербіцидів групи сульфонілсечовин з проведенням гібридологічного аналізу в літературі поки що немає [109, 118, 134].

Pioneer/DuPont та Інститут польових і овочевих культур в місті Нови-Сад (Сербія), були першими, хто випустив на ринок гібриди стійкі до гербіцидів групи

сульфонілсечовин. Для створення 100% стійких гібридів, батьківські компоненти, які входять до складу гібриду, мають володіти геном стійкості. В іншому випадку виникає високий відсоток сприйнятливих до гербіциду рослин [135, 136].

Гербіциди груп IMI та SU контролюють у посівах соняшнику великий спектр бур'янів, в тому числі і деякі особливо злісні. Крім цього, обидва класи гербіцидів контролюють і вовчка (Orobanche cumana) незалежно від його расового складу, на який не впливають інші гербіциди. Дослідна станція Всеросійського науково-дослідного інституту олійних культур ім. В. С. Пустовойта (ВНІІОК) провела ряд дослідів та довела, що при обробці рослин соняшника гербіцидами на стадії 3-х пар справжніх листків значно знижується життєздатність бульб вірулентних популяцій вовчка [137, 138, 139, 140].

Такого ж типу толерантність соняшнику, як із застосуванням Sures було отримано шляхом мутагенезу по лінії HA89, що розробили та впровадили на ринок під назвою ExpressSun фірми DuPont. Як і технологія Clearfield, ExpressSun складається з двох елементів: гербіциду Експрес 75% в. г. та гібриду, стійкого до цього гербіциду з активною речовиною трибенурон-метил. Це гербіцид системної дії, який застосовується по вегетації рослин. Його можна вносити як одноразово так і у два етапи. Одноразове внесення – у фазу від 2 до 8 пар справжніх листків у дозі 25 – 30 г/га. При внесенні у два етапи спочатку у фазу 2 – 4 пар справжніх листків в дозі 10 г/га, а друге внесення рекомендується у фазу 6 – 8 пар справжніх листків у дозі 15 г/га. Гербіцид діє дуже швидко. При внесені протягом кількох годин речовина проникає у рослини бур'янів та блокує їхній ріст і розвиток. Дію препарату можна спостерігати на 5 – 8 день, але повністю гинуть бур'яни протягом 2 тижнів [141, 142].

1.5. Використання технології marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів

Фундаментальною основою селекції рослин, як відомо, є добір конкретних носіїв бажаних ознак. На цьому етапі обов'язкова оцінка популяцій по одній чи

кількох ознаках в польових та тепличних умовах. А мета – зібрати бажані комбінації генів у новостворених сортах та гібридах.

На початкових етапах добір потрібних рослин починається за добре успадкованими ознаками. Але для ознак, які ненадійно успадковуються, добір відкладається до часу, коли рослини у наступних поколіннях досягнуть гомозиготного стану (F_5 чи F_6). Пошук кращих із них передбачає візуальну оцінку за певними ознаками, зокрема стійкість до стресових факторів. Важливі також лабораторні аналізи на якість чи інші характеристики. Коли лінія досягає гомозиготного стану (F5 чи пізніше), її повторно випробовують у польових умовах. Увесь цей процес займає чималий час (5-10 років для елітних ліній) та значних затрат.

Розмір та склад популяцій рослин – є важливий фактор у селекційній програмі. Чим більша кількість генів, тим більший розмір популяції, необхідний для ідентифікації конкретних комбінацій генів. Зазвичай вирощують сотні чи навіть тисячі популяцій, а також тисячі та мільйони окремих рослин. Враховуючи ступінь складності доборів, а також кількість та розмір популяцій, дає змогу легко оцінити корисність нових методів, які можуть допомогти селекціонерам у доборах рослин. Масштаб селекційний програм підкреслює важливість впровадження нових технологій, таких як MAS [143, 144, 145].

Вирішення задач як популяційної, так і гетерозисної селекції соняшнику тісно пов’язане з раціональним використанням генетичного різноманіття культури і базується на знанні донорських властивостей його представників за цінними господарськими ознаками. У зв’язку з цим особлива увага приділяється мобілізації генетичних ресурсів та формуванню базових, ознакових, генетичних, спеціальних колекцій з цінними ознаками [146].

Протягом останніх 30 років молекулярна біологія значно розширила знання про генетичну архітектуру організмів та процесів, результатом яких є контроль за фенотипом. Отже, з’явилися нові і доволі ефективні можливості цілеспрямованих змін спадковості організмів. У селекціонерів постійно з’являється новий матеріал з цінними господарськими ознаками, отриманими із віддалених систематичних груп,

а також організми з комбінаціями успадкованих ознак, які відсутні у природі. Виникнення вихідного матеріалу такого типу – це заслуга генетичної інженерії, яка постала на базі молекулярної генетики.

Методи генної інженерії дозволяють отримати рекомбінантні ДНК із фрагментів генів різних організмів, клонувати штучно створені молекули. Їх включають за допомогою векторів у клітину, чим створюють умови для експресії в клітинах цих ведених чужорідних генів. А виконання будь-якої генно інженерної програми передбачає виділення фрагментів ДНК, що несуть необхідний ген, створення умов для стабільного успадкування та ефективної експресії перенесеного гена в чужорідне генетичне оточення [147, 148, 149, 150].

Застосування молекулярно-генетичного поліморфізму певних ДНК-локусів є ефективним методом в генетиці та селекції сільськогосподарських культур. Аналіз поліморфізму дозволяє оцінити генетичне різноманіття, класифікувати вихідний селекційний матеріал, маркувати гени господарсько цінних ознак [151, 152].

Marker assisted selection (MAS) – це непрямий процес добору, за якого цікава для нас ознака відбирається на основі маркера (морфологічного, біохімічного або варіації ДНК/РНК), яка пов'язана, наприклад, з продуктивністю, стійкістю до хвороб, абіотичних факторів та якістю [153].

Для визначення певної ознаки селекціонери почали використовувати ДНК-маркери. Щоб ідентифікувати певний ген, дослідники використовують молекулярні чи генетичні маркери. Вони представляють собою послідовність нуклеотидів, що складають сегмент ДНК та знаходяться біля потрібного гена. Оскільки маркери та гени знаходяться на одній хромосомі, близько один від одного, вони мають тенденцію залишатися разом з кожним новим поколінням. Цей зв’язок дає змогу виявити наявність бажаного гена у рослині [154, 155].

Генетичне відображення основних генів та локусів кількісних ознак для багатьох важливих сільськогосподарських ознак посилює інтеграцію біотехнологій зі звичайним селекційним процесом. Використання інформації, отриманої з картографічного місцезнаходження ознак, що мають агрономічне значення, та пов'язаних молекулярних маркерів, може бути досягнуто за допомогою технології

MAS ознак у перебігу селекційного процесу. Але програми цієї процедури показали, що успіх MAS залежить від кількох факторів – генетичної бази ознаки, ступені асоціації між молекулярним маркером і цільовим геном, кількістю особин, які можна проаналізувати та виявити генетичне походження, при якому цільовий ген має бути перенесений. MAS для успадкованих ознак набуває дедалі більшого значення в селекційних програмах, що дозволяє прискорити процес розмноження. Ознаки, які пов'язані зі стійкістю до збудників хвороб та якістю деяких рослинних продуктів, зумовлюють кілька важливих прикладів можливого застосування MAS. Для більш складних ознак, таких як урожайність та абіотична стресостійкість, ряд обмежень визначив ефективність використання MAS у селекції рослин [156, 157, 158].

Добір за допомогою MAS передбачає використання генетичних маркерів, які кодують специфічні характеристики рослини. Наприклад, маркер, генетично пов'язаний з локусом стійкості до захворювання, може бути використаний для прогнозування наявності стійкого або сприйнятливого алеля. Надійність прогнозу буде залежать від близькості генетичного зв’язки. Маркери, які спільно відокремлюються від цільової ознаки, абсолютно надійні як діагностичні [159, 160, 161].

Для ефективності маркери повинні виявити поліморфізм між досліджуваними рослинами. А характер поліморфізму змінюватиметься в залежності від застосування маркерної системи. Спочатку маркери, засновані на білкових відмінностях, широко використовувалися. Вони ґрунтувалися на зміні розміру білка, виявленого за допомогою електрофорезу фракціонування розмірів або пов'язаних з ним методів [162].

Маркери мають бути простими та дешевими у використанні. Перша широко використовувана маркерна система базувалася на RFLP. Вони були дорогими і технічно вимогливими, однак широкого застосовувались до багатьох видів, зокрема для поліплоїдних видів або тих, що мають великий розмір генному, наприклад як пшениця або цибуля. Потім перейшли до мікросателітних маркерів

та AFLP – 490, які базувалися на ПЦР системі, які дешевші та простіші у використанні ніж RFLP [163, 164].

Наявність схеми повторення ACC у соняшнику у нуклеотидній послідовності білка AHASL дозволило розвинути маркер SSR. Праймери p-AHAS18 та p-AHAS19 були розроблені Дж. Колкманом та іншими у 2004 році, для використання різниці розмірів, отриманих у різних алелях. Цей маркер раніше застосовували для розрізнення рослин, що несуть алель *Ahasl1-1* від алелю *Ahasl1-3* та гетерозиготну комбінацію обох. Через свою домінуючу природу цей маркер здатний ідентифікувати алелі, що її переносять гетерозиготні гібриди. Ніякої різниці у розмірі фрагментів не спостерігалося для ліній з алелями *ahasl1* та *Ahasl1-3*, оскільки обидві вони містять однакову кількість (ACC) повторів у послідовності нуклеотидів. У цьому випадку потрібно було вдатися до іншого типу маркера або фенотипового аналізу, щоб ідентифікувати ці алелі. Послідовність, яка отримана з ліній, що несуть *Ahasl1-3* (CL Plus) – це один нуклеотидний поліморфізм у порівнянні з послідовністю, що несе алель *ahasl1* (дикий тип). Цей поліморфізм відповідає за амінокислотні зміни з A на T у положенні 122, що забезпечує високий рівень толерантності до IMI в лініях CL Plus. Цей поліморфізм можна було виявити за допомогою ферменту BmgB I, і він був використаний для розробки маркера CAPS [165, 166, 168].

Поліморфізми, виявлені для різних алелей у локусі *Ahasl1*, дозволяють розробляти різні типи маркерів, які є ефективними та дієвими для різних селекційних програм, спрямованих на розробку гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів. Розроблені маркери, які відрізняються простотою впровадження та своєю технологічністю, можна адаптувати до різних селекційних програм.

Маркерний відбір на стійкість до гербіцидів інгібіторів AHAS може значно спростити процес розмноження на певних етапах, необхідних для отримання стійких інбредних ліній соняшнику. Маркери SSR дозволяють відрізнити рослини Sures від Imisun, а також від нестійких диких видів та стійких з носієм *Ahasl 1-3*. Маркер CAPS ефективний для створення інбредних ліній соняшнику, що несуть алель *Ahasl 1-3* навіть без застосування фенотипового тесту шляхом обприскування

рослин гербіцидом. Крім того, кодомінантна природа цього маркера робить можливим виявлення гомозиготних рослин на останніх етапах процесу конверсії (BC2F2 або BC3F2), що дозволяє зберегти одне покоління нащадків для виявлення гомозигот. Розроблені маркери SNP також можуть бути використані для створення ліній та характеристики стійкого гена, який був виділений із популяцій, що розрізняються за двома або більше стійкими ознаками. Головною перевагою останньої системи є те, що її можна легко модифікувати, щоб підвищити технологічність до високопродуктивної платформи. Через домінуючу природу маркерів SNP їх також можна застосовувати для перевірки генетичної чистоти насіння будь-якої конкретної стійкої лінії, щоб переконатися, що вона несе потрібну ознаку (Sures, Imisun або CL Plus) на будь-якому рівні тестувань (наприклад, 99%) [167, 168, 169].

Ahasl1 - мультиалелевий локус соняшнику, який може мати різні алелі стійкості до гербіцидів інгібіторів AHAS. Кожен з алелей у цьому локусі контролює стійкість до одного або кількох гербіцидів. На сьогодні соняшник має три ознаки толерантності до гербіцидів, відомі як Sures, Imisun та CL Plus. Вони визначають експресією алелей *Ahasl1-1*, *Ahasl1*-2 та *Ahasl1-3* відповідно. Однак інтрогресію алелів *Ahasl1* у високопродуктивну зародкову плазму соняшнику слід доповнити використанням молекулярних маркерів, щоб однозначно ідентифікувати різні алелі, що беруть участь у забезпечені стійкості. У цих випадках добір за допомогою маркера дозволяє відбирати рослини без їхньої обробки гербіцидами. Послідовність гена *AHAS1*, що несе різні алелі сприйнятливості або стійкості, показали однонуклеотидні поліморфізми та варіації довжини. Ці відмінності використовувались для розробки трьох типів маркерів ПЛР (SSR, CAPS та SNP), які дозволяють точно ідентифікувати кожен алель у локусі *Ahasl1* [167, 170].

Висновки до розділу 1

1. За результатами проведеного інформаційного пошуку, аналізу наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених визначено актуальність селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів.

2. Висвітлено довготривалий процес окультурення соняшнику, починаючи від диких його видів, які беруть свій початок на американському континенті, до високопродуктивних гібридів, які використовуються у масовому виробництві та безперервно вдосконалюються у своїй технології вирощування.

3. Дикі види соняшнику є важливими джерелами цінних агрономічних ознак. Вони більш пристосовані до несприятливих умов довкілля ніж культурні та швидше набувають цінних агрономічних властивостей і здатні поєднувати їх на генетичному рівні. Тому, це дає можливість активно залучати дикі види, з потрібними нам ознаками, у селекційні програми для створення нових, більш адаптованих до умов навколишнього середовища генотипів.

4. Огляд світової та вітчизняної літератури свідчать про негативний вплив засміченості посівів соняшнику бур’яном на ріст та розвиток культури. Забур’яненість посівів є одним з найбільш дестабілізуючих факторів, що значно знижують врожайність соняшнику. Доведено, що бур’яни мають кращу здатність засвоювати поживні речовини з ґрунту та добре конкурують з культурними рослинами, тим самим знижуючи їх продуктивність. Також встановлено, що вони сприяють поширенню хвороб і шкідників, погіршують якість продукції, збільшують енергетичні витрати на виробництво сільськогосподарської продукції. Таким чином, для зниження негативного впливу бур’янів на соняшник, потрібно активно використовують хімічні та технологічні методи контролю його у посівах, що дає можливість використовують весь потенціал культури.

5. На сьогодення існує ряд інноваційних технологій вирощування соняшника: Clearfield, Clearfield plus, Express Sun, SUMO. Вони представляють собою поєднання гербіцидів, до складу яких входять діючі речовини класу імідазолінонів (д. р. імазапір імазамокс) або сульфонілсечовин (д. р. трибенурон-

метил) відповідно, та високоврожайних гібридів соняшника, які мають генетичну стійкість до них. Дослідженнями показано позитивні результати впровадження цих технологій у масове виробництво соняшнику, тим що контролюють великий спектр бур'янів у післясходовий період. Встановлена оптимально норма використання гербіцидів у посівах соняшнику, яка не шкодить гібридам та ефективно знищує бур'яни. Таким чином це дало можливість створювати високопродуктивні гібриди соняшнику з мінімальними затратами на догляд за посівами.

6. Вивчена природа успадковування стійкості соняшника до ALS-інгібуючих гербіцидів. Ідентифіковано три гени (*AHAS1, AHAS2, AHAS3*), які відповідають за синтез ферменту ацетолактатсинтази та один ген (*AHAS1*), який контролює стійкість соняшнику до страхових гербіцидів. Визначено три мутації гена *AHAS* (*Ahasl 1-1, Ahasl 1-2, Ahasl 1-3*), дві (*Ahasl 1-1* та *Ahasl 1-3*) з яких відповідають за стійкість до гербіцидів групи імідазолінонів та одна (*Ahasl 1-2*) відповідає за стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин.

7. Проаналізувавши літературні джерела встановили, що використання маркерної технології (marker assisted selection, MAS) в створенні нового вихідного матеріалу соняшнику є важливою передумовою швидкого отримання якісного матеріалу. Ідентифікація гену стійкості у соняшнику до страхових гербіцидів дає можливість добирати гомозиготні генотипи починаючи з F_1, тим самим паралельно вибраковувати неперспективний матеріал, що полегшує селекційний процес. Таким чином маркерна технологія селекції дозволяє значно скоротити час при створені нового вихідного матеріалу для селекції соняшнику.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

1. Вареник Б.Ф., **Ільченко А.С.,** Перепелиця І.С. Гербіциди на соняшнику. *The Ukrainian Farmer*. 2017. №5 (89). С. 118-119 [91];

2. Вареник БФ., **Ільченко А.С**. Межі для «чистого поля». *The Ukrainian Farmer*. 2017. №6 (90). С. 102-103 [92];

3. **Ільченко А.** Захист від бур’янів. Агрономія сьогодні. 2020. № 1 (16). С. 94-96 [93];

4. Вареник Б., **Ільченко А.** Надійний захист для соняшнику за несприятливих умов. *Агрономія сьогодні.* 2021. № 04 (443). С. 29-30 [94];

РОЗДІЛ 2
УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-кліматичні особливості місця проведення досліджень.

За темою дисертаційної роботи експериментальні дослідження проводили на полях наукової сівозміни СГІ - НЦНС відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику у 2018-2021 рр.

Зона Південного Степу України характеризується посушливим літом. За багаторічними даними Одеської агрометеостанції, середньорічна температура повітря тут складає + 9,6°С при максимальній температурі + 30°С. Сума температур вище 10°С досягає 3200-3400 градусів. Кількість опадів за рік складає близько 350-390 мм. Відносна вологість повітря за рік складає 62%, гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,7-0,8.

Весна настає надзвичайно рано – у другій половині квітня та характеризується сухим режимом погоди, вітрами. Прогрівання ґрунту до + 10°С у орному шарі настає в другій декаді квітня.

Літо характеризується високими температурами. Багаторічна середньодобова температура червня дорівнює + 19,6°С, липня + 22,5°С та серпня + 21,0°С. При цьому температура поверхні ґрунту може досягати 50°С. Опади в літній період спостерігаються не часто, переважно у вигляді злив. Через високі температури повітря, опади менше 6 мм майже не використовуються рослинами.

Осінні місяці тепліші за весняні та характеризуються поступовим зниженням температури до + 16,6°С.

Зима характеризується частою зміною температур і незначним сніговим покривом. Середня температура зимових місяців має -2,5°С, мінімальна температура знижується до -30°С.

Рельєф місцевості помірний, малорозсіченній. Основна частина території господарства розташована на водорозділі басейнів Хаджибейського і Сухого лиманів. Навкруги – майже ідеальна рівнина. На захід від водорозділу місцевість

слабко розсічена верхів'ями Дальницької і Баштанної балок, які характеризуються великим перепадами, зазвичай не більше 10 м і виключно пологими схилами. Крутизна схилу, як правило, не перевищує 3°. Спокійний рельєф запобігає розвитку ерозії ґрунту, і тому ерозійні землі займають у господарстві дуже невеликий відсоток. Ґрунти господарства – це в основному, чорноземи південні, важкосуглинкові, середньопотужні, на льосовидних відкладеннях.

На пологих та середньопологих схилах переважають чорнозем південний, слабозмитий, глинкуватий. У верхів'ях балок ґрунти лугово – чорноземні. Вони головним чином знаходяться в ярах і непридатні для використання. У чорноземі південному, у власне гумусовому горизонті, гумусу 3,5 – 4,5%. В перехідному горизонті вже 1,9 – 2,8%.

Потужність гумусового горизонту чорноземів становить в господарстві 31 см, а потужність всього гумусового шара біля 60 см. За даними хімічних аналізів реакція ґрунтів нейтральна і лужна, pH 6,4 – 7,8. Спостерігається незначна нестача рухомого фосфору. Отже, ґрунти господарства мають добрі фізичні й фізико-хімічні властивості, що дає можливість вирощувати сільськогосподарські культури. Для підвищення родючості ґрунтів і урожайності рекомендовано поліпшувати структуру ґрунтів, забезпечувати їх поживними елементами, накопичувати і зберігати вологу.

2.2. Погодні умови років досліджень

Клімат місця проведення досліджень помірно-континентальний з яскраво вираженим посушливим періодом. З одного боку, він характеризується високими літніми температурами, що наближує його до континентального, з іншого – м'якою зимою завдяки близькості моря.

Протягом трьох років ми не спостерігали великої різниці у температурі за роками, але була вона вище середньої багаторічної, що негативно позначилося на соняшнику (рис. 2.2.1).

Квітень 2018 року відзначився найвищою температурою з усіх трьох років досліджень і становила вона 13,1°С, що на 4,1°С перевищує середню багаторічну. У 2019-у спостерігали найнижчу температуру повітря – 9,8°С, у 2020-у – 10,4°С. Усі показники були вищими середньої багаторічної, яка дорівнювала 9°С. Травень також характеризувався, для цього періоду, завищеними температурами повітря за виключенням 2020 року, який показав температуру повітря нижче від середньої багаторічної (15,1°С) – 14,1°С. У 2018 та 2019 роках температура повітря була відповідно 18,6°С та 16,6°С. Травень 2018 року був доволі жаркий, що негативно позначилося на сходах соняшнику. Червень також показав високі температури повітря відносно середньої багаторічної (19,4°С). У 2018-у температура повітря на 2,6°С вище середньої багаторічної, у 2019-у вища на 5,4°С і була вона найвищою за три роки. У 2020 році температура незначно підвищилась, різниця становила 1,6°С. Червень та липень – період цвітіння соняшнику і високі температури цього періоду негативно вливали на пилкоутворюючу здатність рослин, що й знижувало відсоток зав’язування насіння. За високих температур пилок стає нежиттєздатним. Температури липня по роках практично не відрізнялися. У 2018, 2019 і 2020 роках була вона на рівні 23,7, 23,3 та 24,1°С відповідно, що перевищувало середню багаторічну температуру повітря (21,4°С). Серпень 2018 року характеризувався найвищою температурою повітря за весь період досліджень – 25,4°С, що на 4,2°С вище середньої багаторічної (21,2°С). У 2019 та 2020 роках температура повітря була практично однаковою – 23,6°С та 23,7°С відповідно. Вересень – період достигання насіння соняшнику та збирання врожаю, що є характерним для Півдня України. 2018 рік показав найнижчу температуру повітря за три роки, яка становила 18,5°С. У 2019 році спостерігали деяке підвищення її – 19,2°С. У 2020-у температура для даного періоду була найвищою та становила 20,4°С, що було для вересня доволі жарким місяцем. Середня багаторічна температура сягала 17,1°С, що нижче температур періоду досліджень.

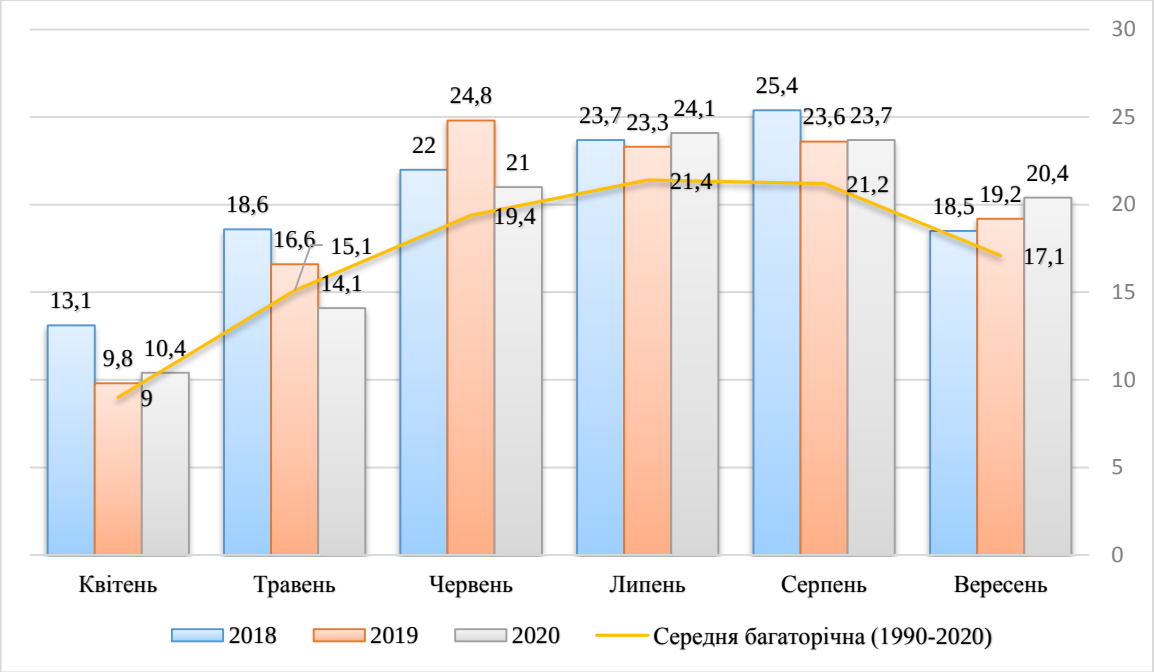

Рисунок 2.2.1 – Середньомісячна температура за вегетацію, °С (2018 – 2020 рр.)

Кількість опадів за вегетаційний період 2018 – 2020 рр. був нехарактерний для південної степової зони (рис. 2.2.2). Протягом трьох досліджуваних років спостерігали досить жарке літо зі значною нестачею вологи, що негативно позначилося на урожайності соняшнику.

Квітень 2018, 2019 та 2020 років характеризувався незадовільними умовами зволоження. У 2018 році опадів не було зовсім, а у 2019-у – на рівні 17 мм протягом місяця, у 2020-у випало лише 1 мм при нормі 35 мм. Квітень – це період сівби соняшнику на Півдні України та нестача вологи призводить до пізніх сходів та слабкого розвитку рослин. Менше норми (47 мм) відзначився травень, що показав 0,3 мм у 2018 і 2019 роках та 13 мм у 2020 році. Норма опадів червня становили 66 мм. Згідно з даними Роздільнянської агрометеорологічної станції, у 2018 році опади були відсутні, у 2019 їхня сума опадів сягала 10 мм, та у 2020 році не перевищувала 20 мм, що у два рази менше норми. Липень мав найменшу суму опадів за весь вегетаційний період. У 2018 році сума опадів не перевищувала 0,8 мм, у 2019-у – 1,5 мм, у 2020-у опади були відсутні при нормі 66 мм. Серпень відзначився найбільше: якщо 2018 рік характеризувався відсутністю опадів, то 2019-й показав найвище значення за роки досліджень – 56 мм, що на 27 % вище

норми (41 мм). У 2020 році сума опадів за місяць становила 1,3 мм. Не відзначився вересень, сума опадів якого була на рівні 5, 2,5 та 7,2 мм у 2018, 2019 та 2020 роках відповідно.

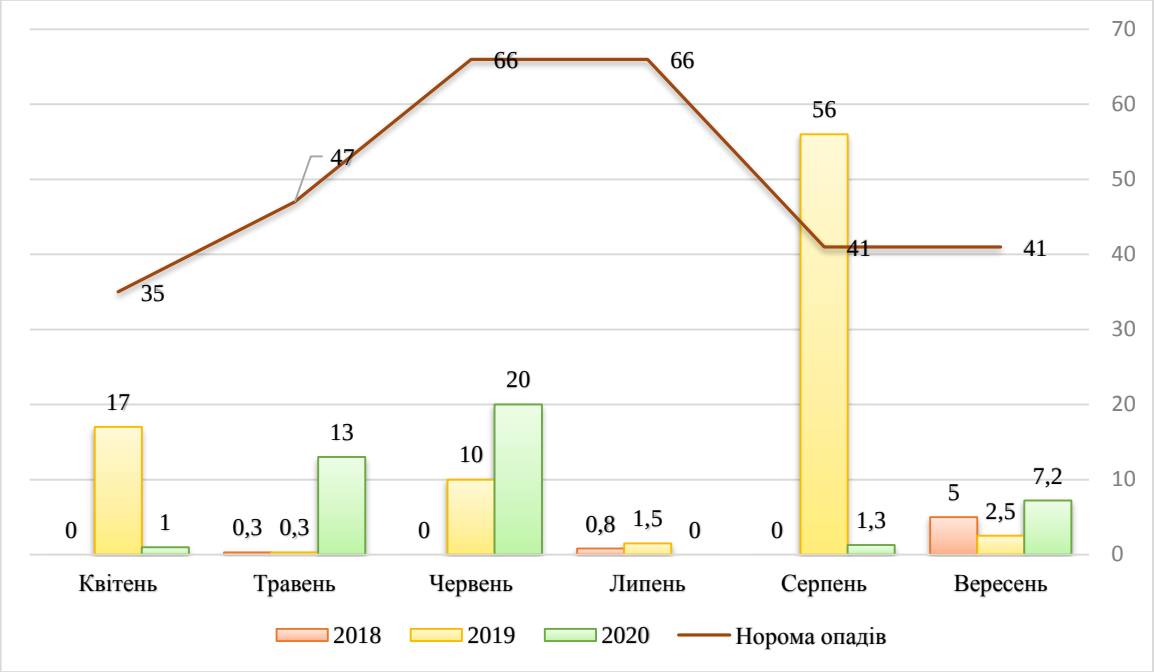

Рисунок 2.2.2 – Сума опадів за вегетацію, °С (2018 - 2020 рр.)

2.3. Матеріали і методики польових та лабораторних досліджень

Дослідження проведені у відділі селекції та насінництва гібридного соняшнику СГІ-НЦНС протягом 2017 – 2021 років. При цьому застосовували різноманітні методи. Загальнонаукові: аналіз і синтез, узагальнення і систематизація для формування робочої гіпотези. Спеціальні і польові для здійснення гібридизації та випробування ліній і гібридів, інбридинг, індивідуальний добір, оцінка ліній та експериментальних гібридів; візуальний – проведення фенологічних спостережень; вимірювально-ваговий – для визначення біометричних показників і врожайності рослин; лабораторний – біохімічні показники насіння; вегетаційний – для оцінки стійкості генотипів в камерах штучного клімату фітотрона; математично-статистичний для обробки експериментальних даних та визначення достовірності результатів дослідження, показників комбінаційної здатності.

Для ізоляції кошиків рослин у селекційних розсадниках використовували парні ізолятори, які виготовлені з агроволокна, що не дозволяють проникати комахам та чужорідному пилку, до кошиків, водночас забезпечують належну вентиляцію та освітлення. Застосовували їх перед початком цвітіння як при парних схрещуваннях, так и при самозапиленні. Перед надяганням ізоляторів видаляли зовнішні листки обгортки кошиків та листки, що знаходяться біля їхньої основи. Видалення пиляків здійснили за допомогою пінцету.

Дослід 1. Для формування колекції самозапилених ліній, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин, досліджували самозапилені лінії соняшнику у 2019 – 2020 роках. Селекційний матеріал розділили на дві групи: генотипи стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин та стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (табл. 2.3.1.).

Таблиця 2.3.1

Самозапилені лінії соняшнику, які використані в дослідженнях

Генотипи стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин	Генотипи стійкі до гербіцидів групи імідазолінононів
Sures 1	Imisun 1
Sures 2	Imisun 2
X 201 B	Imisun 3
OC 1001 B	HA 425
OC 1031 B	RHA 426
OC 1091 B	RHA 427
OC 1099 B	RHA 443
OC 1125 B	OC 7 B
OC 2017 B	OC 8 B
OC 1021 B	OC 9 B
VLA 8 Su	OC 1063 B
	OC 2018 B

Сівбу проводили з використанням селекційної сівалки HEGE 95. Площа облікової ділянки 10 м^2, зразки висівались без повторень, густота стояння рослин 50 – 55 тис. на 1 га. Колекційні розсадники розмежовувалися захисними смугами від основних посівів для виключення можливості потрапляння гербіциду на нестійкі рослини соняшнику.

Дослідження та опис генотипового різноманіття колекційних зразків відбували за методикою ідентифікації морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus* L.) Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН [171]. До колекції входять закріплювачі стерильності та відновники фертильності пилку, що стійкі до гербіцидів груп сульфонілсечевин та імідазолінонів.

Обприскували ділянки у ранковий час відповідними препаратами: Гранстар Про 75% в.г. у дозі 25 г/га та Євро-Лайтнінг у дозі 1,0 л/га із застосуванням обприскувача Spay MASTER – 2000 у фазу трьох пар справжніх листків. Так зберігали і підтримували генетичну чистоту зразків. Оцінку стійкості самозапилених ліній соняшнику до відповідних гербіцидів провели шляхом підрахунку кількості стійких та нестійких рослин на 14-й день після обробки. Нестійкі рослини характеризувались наступними морфологічними проявами: припинення росту, некроз тканин, ураження точки росту.

Було проведено спостереження за наступними морфо-біологічними ознаками: антоціанове забарвлення, пухирчастість листків, зубчастість листків, форма поперечного перерізу листків, форма верхівки листка, наявність вушок на листковій пластині, наявність крил на листковій пластині, кут між найнижчими бічними жилками, місце прикріплення листка, опушеність верхівки стебла, щільність язичкових квіток, форма язичкових квіток, положення язичкових квіток, колір язичкових квіток, колір трубчастих квіток, форма листків обгорток, довжина верхівки листків обгорток, інтенсивність зеленого забарвлення зовнішнього боку, галуження стебла, положення найвищого бічного кошика відносно центрального кошика, форма сім'янки, забарвлення лушпиння, наявність смужок на краях, наявність смужок між краями. За морфо-метричними ознаками визначали: висоту рослин, діаметр кошика, площу листкової пластинки, тривалість періоду від сходів до цвітіння, довжину та ширину сім'янки, масу 1000 насінин та вміст олії в насінні.

Площу листкової пластини розраховували за формулою:

$S = 0{,}1063 - 15{,}6618*L + 17{,}472*H + 0{,}574*L^2 + 0.0617*H^2$ (3.1; 3.2),

Де S – площа листкової пластини, см^2;

L – довжина листка, см;

Н – ширина листка, см

Дослід 2. Визначення закономірностей прояву ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» у гібридів F_1 та популяцій F_2 соняшнику в зоні недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України.

Сівбу гібридів F_1 та рослин F_2 проводили селекційною чотирьохрядковою сівалкою HEGE 95. Площа двохрядкової облікової ділянки складала 10 м^2, зразки висівались без повторень, густота стояння рослин 50 – 55 тис. на 1 га.

У якості батьківських компонентів у схрещуваннях використали стійкі (R) та нестійкі (S) до гербіцидів групи сульфонілсечовин (ALS-інгібуючі гербіциди) лінії соняшнику. Провели наступні комбінації схрещувань: ОС 2017 В х ОС 1099 В (R x R), SURES-1 х Од 1002 Б (R x S); SURES-1 х Од 1318 В (R x S) та Од 1318 В х ОС 1295 В (S×S); де R і S – стійкі і нестійкі до гербіцидів лінії відповідно. Лінії SURES-1 та Од 1002 Б є закріплювачами стерильності пилку, а решта (ОС 2017 В, ОС 1099 В, ОС 1318 В, ОС 1295 В) – відновники фертильності пилку відповідно. Усі стійкі до трибенурон-метилу лінії були завчасно оброблені гербіцидом для уточнення їхньої стійкості.

Для виявлення характеру успадковування ознаки стійкості до гербіцидів застосовували штучну кастрацію. Для цього, під час цвітіння у генотипів ОС 2017 В, SURES-1 та ОС 1318 В у ранковий час (до відкриття тичинки), видаляли пильники з метою досягнення стерильності. Наприкінці фази цвітіння, отримані стерильні генотипи запилювали лініями ОС 1099 В, Од 1002 Б та ОС 1295 В.

Дослід 3. Визначення закономірностей прояву ознаки «стійкість до гербіцидів групи імідазолінонів» у гібридів F_1 та популяцій F_2 соняшнику в зоні недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України.

Сівбу гібридів F_1 та рослин F_2 проводили селекційною чотирьохрядковою сівалкою HEGE 95. Площа двохрядкової облікової ділянки складала 10 м^2, зразки висівались без повторень, густота стояння рослин 50 – 55 тис. на 1 га.

У якості батьківських компонентів у схрещуваннях використали стійкі (R) та нестійкі (S) до гербіцидів групи імідазолінонів (ALS-інгібуючі гербіциди) лінії соняшнику. Провели наступні комбінації схрещувань: ОС 1029 В х ОС 8 В (S x R);

ОС 1002 Б х НА 425 (S x R); НА 443 х Од 1035 Б (R x S); де R і S – стійкі і нестійкі до гербіцидів лінії відповідно. Лінії ОС 1002 Б, Од 1035 Б, НА 425, НА 443 є закріплювачами стерильності пилку та ОС 1029 В – відновник фертильності пилку. Усі стійкі лінії були завчасно оброблені гербіцидом для підтвердження їхньої стійкості.

Для виявлення характеру успадковування ознаки стійкості до гербіцидів застосовували штучну кастрацію. Для цього, під час цвітіння у генотипів ОС 1029 В, ОС 1002 Б та у ранковий час (до відкриття тичинки), видаляли пильники з метою досягнення стерильності. Наприкінці фази цвітіння, отримані стерильні генотипи запилювали лініями ОС 8 В, НА 425 та Од 1035 Б.

Дослід 4. Створення нового вихідного матеріалу соняшнику стійкого до трибенурон-метилу. Дослідження проводили протягом 2017 - 2021 років. У якості лінії-донора для селекції соняшнику на стійкість до гербіцидів групи SU використали лінію Sures 2 та нестійкі лінії-реципієнти ОС 1029 В і ОС 1019 В. У 2015 році здійснили примусове схрещування індивідуальних рослин самозапилених ліній. Завчасно відібрані пари для схрещування ізолювали ще до початку цвітіння ізолювали індивідуальними парними ізоляторами. Видалення пиляків, у лінії-донора Sures 2, здійснили за допомогою пінцету.

Насіння гібридів F_1 та генотипів наступних поколінь (F_2 та F_3) висівали в польових умовах на дворядкових ділянках площею 10 м^2 по 40 насінин на ділянку у другій декаді квітня 2017, 2018 та 2019 рр. відповідно.

Перед початком відбору зразків для молекулярно-генетичних досліджень для визначення наявності гену, який відповідає за стійкість до гербіцидів групи SU, на кожному етапі рослини соняшнику обробляли гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. в дозі 25 г/га з подальшим оцінюванням генотипів.

Дослід 5. Оцінювали вплив гербіциду на урожайність та морфо-біологічні ознаки гібридів соняшнику. Було використано 18 гібридів стійких до трибенурон-метилу: Бастард, Бізон, Буг, Трістан, Бастіон, Бар’єр та Байт селекції СГІ-НЦНС; Равелін та Феномен – селекції ІР НААН; Альдазор селекції НВП «Агро-Ритм»; П64LE99 та П64LE25 – DuPont Pioneer; Саксон та Альфа – Elite Select; ST-12004 -

Strube; НС 2652 – NS SEME; Субару – Syngenta; КСФ 902 – Caussade semences, а також простий гібрид Віват – нестійкий до трибенурон-метилу в якості контролю. В якості стандарту використовували гібрид П64LE25.

Обприскування рослин відбувалося у фазі трьох справжніх листків у ранковий час. Обробка проводилася гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. у дозі 25 г/га. Вносили за допомогою обприскувача Spay MASTER – 2000, що дозволило рівномірно нанести гербіцид на листкову пластину і точку росту рослин соняшнику. Повторність досліду – триразова, площа ділянок 10 м^2, розміщення ділянок рендомізовано. Дослід закладався у двох варіантах, в обох варіантах провели міжрядний обробіток і посіви у досліді не були забур'янені.

1 варіант (контроль) – без обробки гербіцидом;

2 варіант – оброблені гербіцидом Гранстар Про 75% в.г.

Оцінку стійкості гібридів до гербіциду проводили на 14-й день після обробки рослин. Підраховували кількість стійких рослин і тих, що загинули (нестійкі) після обробки. Нестійкі рослини мали такий фенотиповий прояв, як припинення росту, некроз тканин та ураження точки росту. Рослин з проміжним характером ураження у наших дослідах не спостерігали, що проявляється в хлорозі та незначною некротичністю тканин рослин.

У зимовий період оцінку генотипів на стійкість до трибенурон-метилу проводили в камері штучного клімату. Рослини вирощували у 5-літрових ємностях по 15 рослин в кожній. Використовували освітлювальні лампи ДРЛ 1000, які забезпечували освітленість по 12 годин на добу. Обприскування гербіцидом проводили за допомогою пневматичного оприскувача у фазу 4-5 справжніх листка у ранковий час. При цьому дрібнодисперсна хмара робочої рідини рівномірно покривала поверхню рослини. Застосовували гербіцид Гранстар Про 75% в.г. у дозі 25 г/га. Оцінку стійкості рослин соняшника до гербіциду групи SU проводили через 14 днів після обробки.

Вміст олії в насінні соняшнику визначили експрес методом із застосуванням приладу ЯМР (ядерно магнітний резонатор) Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England [172].

Для проведення оцінки генотипів соняшнику на стійкість до несправжньої борошнистої роси (НБР) в лабораторних умовах відбирали насіння в кількості 30 штук, розмістили вздовж смужки, завширшки 10 – 15 см, з відстанню між насінинами 1 см, а від верхнього краю паперу – 2 – 3 см. Насіння накривали зверху змоченою у дистильованій воді смужкою фільтрувального паперу завширшки 3 – 4 см та закручують в рулон. Рулони розміщали в термостат для пророщування на 2 – 3 доби з температурним режимом 22 – 24°С, до формування проростків завдовжки 5 – 9 см. Наступний етап – розкручування рулонів і звільнення сім'ядольних листків від лушпиння. Кожний зразок, окремо один від одного, заливали водним розчином, який містив у собі спори збудника НБР. Інокулюм, як і належить повністю покрив проростки. Тривалість інокуляції – 3 години. Після цього проростки знову розкладали на фільтрувальний папір, та так, щоб сім'ядольні листочки були розміщені вище краю смужки, їх фіксували ще однією смужкою фільтрувального паперу. Після чого отримані рулони поміщали в установку, обладнану освітлювальними лампами.

Освітленість 5 – 10 тис. лк, температура повітря 20 – 23°С, вологість повітря 90 – 95 %, довжина світлового дня – 12 – 16 год. По 3 – 4 днях вегетації зразків за обраних умов утворювалась волога камера для масового прояву спороношення на сім'ядольних листках. Для цього ємність з рулонами ставили у поліетиленовий пакет, щільно закривши його і залишали на 15 – 24 години при розсіяному світлі. Після цього ємності з рулонами діставали з вологої камери і підраховували кількість здорових і уражених проростків по наявності на них спороношення. В якості диференціатора використовували лінію сприятливу до збудника НБР.

Статистичну обробку даних здійснили з використанням інструментів програми «Excel». Зокрема, оцінку суттєвості впливу фактора «генотип» на варіювання величин восьми морфологічних ознак провадили в однофакторному дисперсійному комплексі з застосуванням параметричного критерію Фішера (F). Для визначення меж граничних випадкових відхилень отриманих результатів використали метод найменшої істотної різниці (НІР). Визначення коефіцієнта успадковування за критерієм χ^2 [173, 174].

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу України є сприятливими для вирощування соняшнику.

2. Погодні умови за роки досліджень (2018-2021 рр.) були типовими для Південного Степу України. Вони показали значну мінливість (підвищена температуру повітря, низька вологість та недостатня кількість вологи) у період вегетації відносно середньої багаторічної. Це пояснює недобір врожаю та низьку олійність насіння соняшнику.

3. У дослідженнях був використано різноманітний селекційний матеріал Селекційно-генетичного інституту - НЦНС, Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'їва НААН та матеріал, який був отриманий з банку генетичних ресурсів National Germplasm Resources Laboratory, North Dakota, США. Також були використані гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції.

4. Усі проведені польові та лабораторні дослідження виконувалися згідно загальним методикам, що дало можливість якісно провести усі заплановані досліди та отримати достовірні результати.

5. Усі статистичні розрахунки проводили згідно методикам Б. Доспєхова та П. Рокицького.

РОЗДІЛ 3
ФОРМУВАННЯ КОЛЕКЦІЙ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ СТІЙКИХ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ЯК ДЖЕРЕЛА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

Успішне вирішення задач популяційної та гетерозисної селекції соняшнику тісно пов'язане з раціональним використанням генетичного різноманіття культури і базується на знанні донорських властивостей його представників за цінними господарськими ознаками. У зв'язку з цим особлива увага приділяється мобілізації генетичних ресурсів та формуванню базових, ознакових, генетичних, спеціальних колекцій з цінними ознаками. При формуванні колекцій особлива увага приділяється створенню їх за основними цінними господарськими ознаками [175, 176].

Існує кілька важливих колекцій соняшнику у світі, які забезпечують селекціонерів генофондом. Найбільша у світі колекція культурного соняшнику підтримується у Федеральному науковому центрі Всеросійського інституту генетичних ресурсів рослин імені М. І. Вавилова. Друга за обсягом та значенням колекція культурного соняшнику знаходиться в USDA National Plant Germplasm, Plant Introduction Station, Еймс, штат Айова, США. Але відносно диких видів роду *Helianthus*, колекція в штаті Айова є найбільшою у світі. Також значні колекції соняшника підтримуються в Інституті польових та овочевих культур м. Нові Сад, Сербія; Монпелье, Франція; Пергаміно, Аргентина; Кордоба, Іспанія та Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр’єва НААН, Україна [10].

Нові стійкі генотипи виникають не тільки під впливом зовнішніх чинників навколишнього середовища, але й за допомогою антропогенних факторів. Вони поповнюють вже наявні світові запаси колекційного різноманіття генетичного потенціалу. З їх використанням і створюються все нові лінії та гібриди, які поєднують у собі комплекс адаптивних можливостей [19].

3.1. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин

Для формування ознакової колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до групи сульфонілсечовин протягом двох років здійснювали опис генотипів по 42 ознакам за методикою ідентифікації морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus annuus* L.) Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Дослідили 11 зразків соняшнику *Helianthus annuus* L.: Sures 1, Sures 2 (отримані з National Germplasm Resources Laboratory, North Dakota, United States); Х 201 В (отриманий з Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, м. Харків), ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1031 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В, ОС 2017 В, VLA 8 Su. Всі генотипи були стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин.

Щороку всі генотипи колекційного розсадника обробляли гербіцидом з діючою речовиною трибенурон-метил (табл. 3.1.1). Таким чином зберігали і підтримували генетичну чистоту зразків.

Таблиця 3.1.1

Стійкість самозапилених ліній соняшнику до гербіциду Гранстар Про 75% в.г. (2019-2021 рр.)

Лінія	Рік	Стійкі, шт	Нестійкі, шт	Стійкі рослини всього, %
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Sures 1	2019 2020 2021	48 33 88	1 0 0	98 100 100
Sures 2	2019 2020 2021	66 74 120	1 0 0	98 100 100
Х 201 В	2019 2020 2021	23 18 59	0 0 0	100 100 100

Продовження таблиці 3.1.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
ОС 1001 В	2019 2020 2021	86 87 61	1 0 0	99 100 100
ОС 1031 В	2019 2020 2021	10 35 109	0 0 0	100 100 100
ОС 1091 В	2019 2020 2021	92 43 39	0 0 0	100 100 100
ОС 1099 В	2019 2020 2021	89 70 92	6 0 0	94 100 100
ОС 1125 В	2019 2020 2021	86 10 88	0 0 0	100 100 100
ОС 2017 В	2019 2020 2021	83 99 97	0 0 0	100 100 100
ОС 1021 В	2019 2020 2021	82 97 74	0 0 0	100 100 100
VLA 8 Su	2019 2020 2021	43 72 53	3 0 0	94 100 100

Результати обробки генотипів соняшнику гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. підвередили високий рівень їхньої стійкості до гербіциду. Якщо в 2019 році у зразках Sures 1, Sures 2, ОС 1001 В, ОС 1099 В та VLA 8 Su спостерігали стійкість на рівні 98, 98, 99, 94% та 94% відповідно, то в 2020 році у 100% останніх встановили стійкість до гербіциду групи сульфонілсечовин. У 2021 році усі самозапилені лінії також показали повну стійкість (100%) до дії гербіциду. Даний факт може свідчити, як про вплив абіотичних чинників на прояв стійкості, так і

про можливість використання ліній колекції для подальших схрещувань з метою створення нових батьківських компонентів та гібридів соняшнику.

На перших етапах онтогенезу визначали наявність антоціанового забарвлення та його інтенсивність. Забарвлення зникало по мірі росту рослини. В досліджуваних зразках антоціанове забарвлення було відсутнє в 5 генотипах: Sures 1, Sures 2, ОС 1021 В, ОС 1125 В та VLA 8 Su. Слабку інтенсивність цього забарвлення спостерігали лише у двох генотипів ОС 1001 В та ОС 1099 В. Помірна інтенсивність була наявна в лініях ОС 2017 В, ОС 1091 В та ОС 1031 В. Сильна інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотиля спостерігали лише в Х 201 В.

А **Б** **В**

Рисунок 3.1.1 – Сходи рослин соняшнику: А – відсутнє антоціанове забарвлення (Sures 2); Б – слабка інтенсивність антоціанового забарвлення (ОС 1001 В); В – сильна інтенсивність антоціанового забарвлення (Х 201 В)

Зразки розрізнялись за особливостями будови листкової пластинки. Більшість генотипів мали помірну інтенсивність зеленого забарвлення листкової пластини, крім ОС 1099 В та ОС 2017 В зі слабкою інтенсивністю та Sures 1, Sures 2, ОС 1125 В з сильним зеленим забарвленням пластинки. Пухирчастість поверхні листка відсутня у ліній Х 201 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В, слабка у ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 2017 В, VLA 8 Su та помірна у ліній Sures 1, Sures 2, ОС 1031 В. Розмір зубців коливався від дуже дрібних до дуже великих. Більшу частину колекції (VLA 8 Su, ОС 1021 В, ОС 1091 В та ОС 2017 В,

ОС 1001 В) склали лінії з дрібними зубцями крім Sures 1, у якого останні дуже великі. Форма поперечного перерізу – плеската, крім Sures 2, ОС 1099 В, ОС 1125 В та ОС 2017 В у яких вона слабко увігнута. Форму верхівки спостерігали декількох типів: вузькотрикутну (ОС 1125 В, ОС 1021 В), широкотрикутну (Sures 1, ОС 1091 В, ОС 1099 В) та проміжну форму між ними (Sures 2, Х 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 2017 В, VLA 8 Su). Лише в лінії Sures 1 форма верхівки листкової пластини була округлою У 28 % (Х 201 В, ОС 1091 В, VLA 8 Su) зразків виявили відсутність вушок на листковій пластинці, що поєднувалось з відсутністю крил. Малі вушка та слабко виражені крила мали ліній ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В. Решта зразків характеризувались великими вушками, у більшої частини з яких (Sures 1, Sures2, ОС 1031 В, ОС 2017 В) спостерігали відсутність крил, крім Sures 1, у якого останні були слабко виражені. Прямий або близький до прямого кут між найнижчими бічними жилками був притаманний більшості генотипів колекції (Sures 1, Х-201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1091 В, VLA 8 Su), а гострий – лише у ліній Sures 2, ОС 1021 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В та ОС 2017 В. Не менш важливим є положення верхівки листка відносно місця прикріплення пластини, що значно відрізняє рослини соняшнику між собою. У всіх колекційних зразках верхівка листка знаходилася нижче місця прикріплення пластини, крім лінії ОС 1099 В, у якого вона знаходиться на рівні місця прикріплення.

Усі джерела мають різну інтенсивність опушення верхівки. Слабка опушеність була у Sures 1, VLA 8 Su, ОС 1021 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В; помірну опушеність у Sures 2 та сильну опушеність спостерігали у Х 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В та ОС 2017 В.

Щільне розміщення язичкових квіток було у більшості генотипів, а помірне – лише у Sures 1, ОС 1031 В, ОС 1125 В. Спостерігали у більшості ліній веретеноподібну форму за винятком двох – Sures 1 та ОС 2017 В з широкояйцеподібною та вузькояйцеподібною формами язичкових квіток відповідно. Також вони відрізняються за положенням відносно кошика. У Х 201 В язичкові квітки зігнуті по довжині, ОС 1001 В, ОС 1021 В та ОС 1099 В мали дуже

зігнуті у напрямку кошика квітки. Переважна більшість досліджуваних зразків мала плескате положення. Квітки ліній Sures 2, VLA 8 Su та ОС 1021 В були довгі за довжиною, інші мали середню довжину. Язичкові квітки в усіх зразках забарвлені у оранжево-жовтий колір.

Трубчасті квітки забарвлені в оранжевий колір, крім Sures 2 та ОС 1125 В, у яких вони мали жовтий колір. У всіх лініях трубчасті квітки характеризувалися антоціановим забарвленням різної інтенсивності. У Sures 1, VLA 8 Su, Х 201 В, ОС 1021 В та ОС 1125 В трубчасті квітки мали слабку інтенсивність антоціанового забарвлення, інші – помірну.

А **В**

Рисунок 3.1.2 – Кошики ліній соняшнику в період цвітіння: А – сильна інтенсивність антоціанового забарвлення трубчастих квіток (VLA 8 Su); Б – слабка інтенсивність антоціанового забарвлення трубчастих квіток (ОС 2017 В)

Всі лінії розрізнялись за формою листків обгортків, положенням та довжиною верхівки. У більшості генотипів спостерігали чітко видовжену форму з різною довжиною верхівки. Найдовша верхівка у зразка Х 201 В, довгу мали ОС 1021 В і ОС 1125 В та середню у Sures 1 та ОС 1099 В. ОС 1031 В характеризувався чітко округлими листки обгортками з короткою довжиною верхівки. У Sures 2 та ОС 2017 В вони округлої форми з короткою та довгою верхівкою відповідно. Нечітко видовжені листки спостерігали у VLA 8 Su, яка мала

середню довжину верхівки та ОС 1001 В і ОС 1091 В з довгими верхівками. Листки обгортки мали різне положення відносно кошика, зокрема сильно охоплювали кошик у лініях Х 201, ОС 1001 В, ОС 1031 В та ОС 2017 В. Злегка охоплювали – у ОС 1021 В та ОС 1091 В. У решти зразків (Sures 1, Sures 2, ОС 1099 В, ОС 1125 В, VLA 8 Su) листки обгортки не охоплювали кошик. Також індивідуальність проявлялася в інтенсивності зеленого забарвлення зовнішнього боку кошика. Практично усі колекційні зразки мали слабку інтенсивність зеленого забарвлення крім Sures 1, Х 201, ОС 1091 В та ОС 1125 В, у яких вона характеризувалась помірною інтенсивністю.

А **Б** **В**

Рисунок 3.1.3 – Кошики ліній соняшнику у період фізіологічної стиглості: А – листки обгортки сильно охоплюють кошик (ОС 1031 В); Б – листки обгортки злегка охоплюють кошик (ОС 1091 В); В – листки обгортки не охоплюють кошик (ОС 1125 В)

Переважна більшість мала вертикальне положення кошика. Напівобернений донизу з прямим стеблом кошик у зразка ОС 2017 В. Лінії Sures 1, Х 201 В та ОС 1001 В також відрізнялися положенням кошика, який мав вигляд напівоберненого донизу з зігнутим стеблом. Сам кошик за формою з боку сім’янок характеризувався сильною випуклістю у VLA 8 Su, злегка випуклий у ОС 1021 В та ОС 2017 В. Більша частина зразків за формою кошика – плеската.

Практично всі генотипи – це багатокошикові рослини, крім однокошикових Sures 1 та VLA 8 Su. У багатокошикових формах центральний кошик має різне положення відносно найвищого бічного. Положення центрального кошика нижче, на одному рівні та вище відносно найвищого бічного кошика було виявлено у чотирьох генотипів (Х 201 В, ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1091 В), одного (ОС 1099 В) та решти шести генотипів відповідно.

Спостерігали також відмінності за формою та кольором сім'янки. Так, у більшості зразків сім'янка була видовжена, а у решти (Sures 1, VLA 8 Su, ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 2017 В) – вузькояйцеподібна. Забарвлення лушпиння у меншої частини генотипів (Х 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В) було помірно-коричневе, а у більшості – чорного кольору. Частина колекційних генотипів відрізнялась від решти наявністю смужок на краях та між краями. Зокрема, сірі смужки на краях і між краями окремо та разом притаманні зразкам VLA 8 Su і ОС 1021 В та Sures 1, Sures 2, ОС 1091 В та ОС 1099 В останніх відповідно.

А **Б**

Рисунок 3.1.4 – Насіння самозапилених ліній соняшнику: А – помірно-коричневе забарвлення (ОС 1125 В); Б – чорне забарвлення (ОС 2017 В)

Таблиця 3.1.2

Варіювання величин морфо-біологічних ознак колекційних зразків соняшнику стійких до Гранстар Про 75% в.г.

Генотип	Рік	Висота рослини, см	Діаметр кошика, см	Площа листкової пластини, см^2	Період «сходи-цвітіння», дні	Довжина сім'янки, мм	Ширина сім'янки, мм	Маса 1000 насінин, г	Олійність, %
Sures 1	2019	116,7±0,88	12,2±0,44	626,6±12,23	65,0±0,58	10,3±0,33	6,3±0,33	29,0±0,58	39,8±0,09
	2020	66,0±4,36	11,5±1,15	513,4±5,54	74,3±0,33	10,7±0,33	6,7±0,33	25,7±0,33	41,1±0,37
Sures 2	2019	148,3±3,53	11,0±1,26	160,7±5,56	73,7±0,33	10,3±0,33	5,0±0,00	18,3±0,33	39,9±0,09
	2020	119,0±3,46	7,3±0,60	140,5±5,53	81,0±0,58	9,7±0,33	4,3±0,33	17,3±0,33	40,9±0,15
X 201 B	2019	109,7±1,45	9,5±0,29	229,1±2,24	73,7±0,88	12,3±0,33	6,0±0,00	35,7±0,33	30,5±0,17
	2020	69,7±3,18	10,7±0,17	159,4±1,48	73,7±0,33	13,3±0,33	7,3±0,33	38,0±1,00	32,2±0,59
OC1001 B	2019	120,3±0,88	11,7±0,67	180,0±5,99	61,0±0,58	12,3±0,33	6,7±0,33	26,0±0,58	38,7±0,28
	2020	68,0±1,00	8,2±0,44	170,9±0,65	65,0±0,58	11,7±0,33	7,0±0,00	41,3±0,88	40,4±0,06
OC 1031 B	2019	117,7±1,33	10,0±0,58	496,0±8,93	67,7±0,33	10,7±0,33	6,3±0,33	37,0±0,58	42,8±0,22
	2020	69,3±2,73	8,7±0,17	372,4±6,79	75,3±0,33	11,7±0,33	6,3±0,33	32,0±0,00	41,0±0,12
OC 1091 B	2019	85,0±0,00	8,8±0,17	284,0±6,63	61,3±0,88	12,0±0,58	6,7±0,33	17,0±1,00	32,1±0,25
	2020	62,0±1,00	8,3±0,33	255,3±7,95	65,3±0,33	11,3±0,33	6,3±0,33	23,7±0,33	30,2±0,26
OC 1099 B	2019	85,3±3,28	8,7±0,33	150,7±0,33	60,0±0,58	11,3±0,33	6,0±0,00	16,0±1,00	31,3±0,26
	2020	42,3±1,76	6,3±0,44	89,9±3,17	66,7±0,33	12,0±0,00	6,3±0,33	30,7±0,67	30,4±0,12
OC 1125 B	2019	103,7±0,67	11,0±1,73	199,6±11,23	61,3±0,88	12,7±0,33	6,7±0,33	27,7±0,33	39,8±0,18
	2020	66,3±2,03	7,2±1,01	165,8±7,27	67,0±0,58	11,7±0,33	5,7±0,33	29,3±0,33	41,5±0,23
OC 2017 B	2019	81,7±0,67	9,5±0,50	235,1±6,76	66,3±0,67	9,7±0,33	5,0±0,58	24,3±1,20	40,1±0,03
	2020	72,3±3,33	8,5±0,76	197,6±6,89	77,3±0,33	11,0±0,00	6,3±0,33	38,7±0,88	39,2±0,21
OC 1021 B	2019	131,7±2,03	11,7±0,33	286,6±8,26	62,0±0,58	11,0±0,00	6,7±0,33	24,7±0,33	32,9±0,15
	2020	86,7±1,67	9,7±0,17	257,4±6,59	68,3±0,7	9,7±0,33	5,7±0,33	27,7±0,33	34,2±0,23
VLA 8 Su	2019	117,0±1,15	13,3±1,67	351,0±3,39	68,7±0,33	11,3±0,33	7,3±0,33	31,3±0,33	32,9±0,26
	2020	112,7±1,45	22,0±2,52	257,4±6,59	71,0±0,58	12,0±0,58	6,3±0,33	33,3±1,67	36,2±0,20
$F_{факт.}$	2019	134,20	2,73	410,56	61,00	7,85	5,08	109,76	514,40
	2020	74,43	19,94	427,32	128,50	10,20	6,22	87,36	285,70
$НІР_{0,05}$	2019	5,3	2,7	22,1	1,9	1,0	1,0	2,0	0,6
	2020	7,8	2,9	17,4	1,5	1,0	1,0	2,3	0,8

Примітка: при $F_{0.05}$=2,3

Дослідили варіювання величин ряду морфо-біологічних ознак колекційних зразків соняшнику стійких до трибенурон-метилу: висоту рослини, діаметр кошика, площу листкової пластини, період «сходи-цвітіння», довжину сім'янки, ширину сім'янки, масу 1000 насінин та вміст олії в насінні (олійність). Дані що отримали на протязі двох сільськогосподарських років наведені у таблиці 3.1.2.

Встановили вірогідність впливу фактору «генотип» на варіювання величин ознаки «висота рослин» (F = 134,20 і 74,43; $F_{0,05}$ = 2,30) у 2019 і 2020 роках відповідно. Найнижча висота була у генотипа ОС 2017 В (81,7 см) і ОС 1099 В (42,3 см) у 2019 та 2020 роках відповідно, а у Sures 2 (148,3 і 119,0 см) величини останньої були максимальними в обидва роки. У 2019 році мінімальну висоту рослин спостерігали в генотипах ОС 1091 В (85 см) та ОС 1099 В (85,3 см), а максимальну у Sures 2 (148,3 см). У 2020 році мінімальну та максимальну висоту рослин встановили у генотипах ОС 1099 В (42,3 см) та VLA 8 Su (112,7 см) відповідно ($НІР_{0,05}$ = 5,34 та 7,76).

Варіювання параметрів ознаки «діаметр кошика» у 2019 і 2020 роках, що знаходились у межах від 8,7 і 6,3 см (ОС 1099) до 13,3 і 22,0 см (VLA 8 Su) відповідно, було зумовлене фактором «генотип» (F = 2,73 та 19,94; $F_{0,05}$ = 2,30). У 2019 році мінімальний діаметр кошика виявили у чотирьох (ОС 1091 В, ОС 2017 В, Х 201 В, ОС 1031 В), а максимальний – у трьох (ОС 1001 В, ОС 1021 В, Sures 1) генотипів, тоді як величини двох (ОС 1125 В, Sures 2) генотипів були спільними для обох лімітів, а до групи ліній з мінімальною величиною діаметра кошика у 2020 році також увійшли шість генотипів (ОС 1091 В, ОС 2017 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В, Sures 2, ОС 1001 В) ($НІР_{0,05}$ = 2,70 та 2,89).

За результатами досліджень встановили, що варіювання ознаки «площа листкової пластинки» зумовлена впливом фактора «генотип» (F = 410,56 і 427,32; $F_{0,05}$ = 2,30 відповідно). В обидва роки найменшу та найбільшу площу листкової пластини мали генотипи ОС 1099 В (150,7 і 89,9 $см^2$) та Sures 1 (626,6 і 513,4 $см^2$) відповідно. Мінімальна площа листкової пластинки встановлена у генотипу Sures 2 ($НІР_{0,05}$ = 22,1 і 17,4).

Результати обчислення ознаки «тривалість періоду від сходів до цвітіння» у 2019 і 2020 роках показали вірогідність впливу фактора «генотип» (F = 61,00 і 128,50; $F_{0,05}$ = 2,30 відповідно) на варіювання ознаки «тривалість періоду від сходів до цвітіння». За результатами 2019 року мінімальну та максимальну величини тривалісті періоду сходи-цвітіння, що становили 60 та 73,7 діб зафіксували у одного (ОС 1099 В) та двох (Sures 2 і Х 201 В) генотипів. У 2020 році відповідні показники дорівнювали 65 та 81 діб у ОС 1001 В та Sures 2 відповідно. Мінімальні величини цього періоду встановили також у трьох (ОС 1001 В, ОС 1091 В, ОС 1125 В) і одного (ОС 1091 В) генотипів у перший і другий роки дослідження відповідно ($НІР_{0,05}$ = 1,9 і 1,5 відповідно).

Вірогідність величин коефіцієнта Фішера, що отримали протягом 2019 і 2020 років (F = 7,85 і 10,20; $F_{0,05}$ = 2,30 відповідно) свідчила про зумовленість варіювання довжини сім'янки генотипом. У 2019 році найкоротшу довжину сім'янки (9,7 мм) спостерігали у генотипу ОС 2017 В, а у 2020 році у – ОС 1021 В та Sures 2. Найдовшу довжину сім'янки у 2019 році встановили у генотипу ОС 1125 В, яка становила 12,7 мм. У 2020 році найбільше значення данної ознаки спостерігали у Х 201 В – 13,3 мм ($НІР_{0,05}$ = 1,0).

За результатами 2019 і 2020 років встановили вірогідність впливу фактора «генотип» (F = 5,08 і 6,22; $F_{0,05}$ = 2,30 відповідно) на варіювання ширини сім'янки у діапазоні від 5 мм (Sures 2, ОС 2017 В) до 7,3 мм (VLA 8 Su) і від 4,3 мм (Sures 2) до 7,3 мм (Х-201 В) відповідно. Максимальні величини ширини сім'янки, наведені вище, неістотно перевищили показники чотирьох (ОС 1001 В, ОС 1091 В, ОС 1021 В, ОС 1125 В) та двох (ОС 1001 В, Sures 1) генотипів у перший і другий роки спостережень ($НІР_{0,05}$ = 0,95) відповідно.

Встановили вірогідність впливу фактору «генотип» (F = 109,76 і 87,36; $F_{0,05}$ = 2,30) на варіювання ознаки «маса 1000 насінин» у 2019 і 2020 роках відповідно. У 2019 році встановили найменшу масу 1000 насінин у генотипу ОС 1099 В (16 г), та найбільшу ─ Х 201 В (35,7 г). У 2020 році найменшу та найбільшу масу 1000 насінин спостерігали у Sures 2 (17,3 см) та ОС 1001 В (41,3 см) відповідно ($НІР_{0,05}$ = 2,0 і 2,3).

В залежності від генотипу спостерігали як збільшення, так і зменшення вмісту олії в насінні (F = 514,40 та 285,70; $НІР_{0,05}$ = 2,30) у 2019 та 2020 роках відповідно. У 2019 році низький та високий вміст олії в насінні показали генотипи Х 201 В та ОС 1031 В, що мали 30,5 % та 42,8 % відповідно, що вірогідно ($НІР_{0,05}$ = 0,60). Аналіз результатів 2020 року виявив незначне зниження по досліду як мінімальної, так і максимальної олійності насіння до відміток 30,2 та 41,5 %, що показали генотипи ОС 1091 В та ОС 1125 В ($НІР_{0,05}$ = 0,81) відповідно. Низький та високий рівень олійності був також у одного (ОС 1099 В) та трьох (Sures 2, ОС 1031 В, Sures 1) генотипів у 2020 році [177].

3.2. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів групи імідазолінононів

Для формування ознакової колекції соняшнику, стійкого до гербіцидів групи імідазолінононів, протягом двох років проводили опис генотипів за 42 ознаками за методикою ідентифікації морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus annuus* L.) Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Дослідили 12 зразків *Helianthus annuus* L.: Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, HA 425, RHA 426, RHA 427, RHA 443 (отримані з National Germplasm Resources Laboratory, North Dakota, United States), ОС 7 В, ОС 8 В, ОС 9 В, ОС 1063 В, ОС 2018 В.

Для збереження і підтримки генетичної чистоти генотипів колекційного розсадника щороку всі зразки обробляли гербіцидом з діючою речовиною імазамокс імазапір.

Результати обробки генотипів соняшнику гербіцидом у 2019 році показали високий рівень стійкості більшості генотипів (табл. 3.2.1). Самозапилені лінії Imisun 2, ОС 8 В та ОС 9 В мали 46, 52 та 33% загиблих рослин відповідно. У 2020 році Imisun 2 показав стійкість на 100%, а зразках ОС 8 В та ОС 9 В спостерігали розщеплення, стійкість яких була вищою за попередній рік та становила 84 і 81% відповідно.

У 2021 році практично всі генотипи показали 100% стійкйість до Євро-Лайтнінгу за виключенням самозапиленої лінії ОС 8 В.

Таблиця 3.2.1

Стійкість самозапилених ліній соняшнику до гербіциду Євро-Лайтнінг (2019 – 2021 рр.)

Лінія	Рік	Стійкі, шт	Нестійкі, шт	Стійкі рослини всього, %
Imisun 1	2019	35	0	100
	2020	30	0	100
	2021	9	0	100
Imisun 2	2019	57	22	62
	2020	49	0	100
	2021	32	0	100
Imisun 3	2019	72	0	100
	2020	31	0	100
	2021	41	0	100
HA 425	2019	78	0	100
	2020	48	0	100
	2021	71	0	100
RHA 426	2019	70	0	100
	2020	71	0	100
	2021	103	0	100
RHA 427	2019	93	0	100
	2020	47	0	100
	2021	76	0	100
RHA 443	2019	72	0	100
	2020	32	0	100
	2021	56	0	100
ОС 7 В	2019	77	0	100
	2020	75	0	100
	2021	91	0	100
ОС 8 В	2019	41	45	48
	2020	59	11	84
	2021	80	10	90
ОС 9 В	2019	33	10	77
	2020	77	10	81
	2021	93	0	100
ОС 1063 В	2019	25	0	100
	2020	29	0	100
	2021	69	0	100
ОС 2018 В	2019	103	0	100
	2020	73	0	100
	2021	103	0	100

У першу чергу визначали наявність антоціанового забарвлення гіпокотиля та його інтенсивність. Його можливо виявити лише на початкових етапах розвитку рослини соняшнику, оскільки зі збільшення розмірів рослини він зникає. У більшості досліджуваних зразків спостерігали відсутність антоціанового забарвлення: Imisun 1, Imisun 3, RHA 426, OC 7 B, OC 8 B, OC 9 B та OC 1063 B. Помірна інтенсивність забарвлення було у генотипу HA 425. Imisun 2, RHA 427, RHA 443 та OC 2018 B мали сильну інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотиля.

У переважної більшості зразків інтенсивність зеленого забарвлення листкової пластини була високою. З 11 генотипів тільки у 3 було слабке зелене забарвлення: Imisun 1, HA 425, OC 9 B, у 3 – помірна інтенсивність: Imisun 2, RHA 427, OC 1063 B. Рослини практично не відрізнялися морфологією поверхні листкової пластини. Пухирчастість поверхні листка спостерігали лише у двох видів помірну у Imisun 1 та середню у HA 425, RHA 443, OC 7 B, в усіх інших самозапилених лініях пухирчастість відсутня. Всі зразки відрізнялися між собою за типом зубців на листковій пластині. Найдрібніші зубці встановили у лініях Imisun 2, Imisun 3 та RHA 426. У більшої частини рослин пластини були з дрібними зубцями: RHA 427, OC 7 B, OC 8 B, OC 9 B, OC 1063 B та OC 2018 B. Великі зубці мала лінія RHA 443, найбільші – у лініях RHA 425 і Imisun 1. Переважна більшість генотипів мала плескату форму поперечного перерізу листка. У Imisun 1 – сильно випукла. HA 425 мав слабко увігнуту форму, зразки Imisun 3 і OC 7 B – сильно увігнуту. У зразків RHA 443 та Imisun 1 спостерігали великі вушка з відсутніми крилами. У OC 7 B та OC 8 B – великі вушка, але крила слабко виражені. Малі вушка з сильно вираженими крилами були у зразків Imisun 2, RHA 427, OC 9 B та OC 1063 B. У Imisun 3, HA 425, RHA 426 та OC 2018 B мали помірні вушка зі слабко вираженими крилами, крім генотипу RHA 426, крила у якого сильно виражені. Практично всі зразки мали гострий кут між найнижчими бічними жилками листка. Тупий кут у Imisun 1 та RHA 443, а близький до прямого – у OC 8 B та OC 1063 B. Всі генотипи мали різне положення верхівки листка відносно місця прикріплення пластинки. Верхівка листка знаходилась на рівні відносно місця його прикріплення

лише у ОС 7 В, ОС 8 В та ОС 9 В, вище у Imisun 1, Imisun 3, НА 425 та ОС 1063 В, в усіх інших верхівка знаходиться нижче.Опушеність верхівки стебла слабка у всіх генотипів крім ОС 8 В (помірне) та Imisun 3, ОС 9 В (сильне).

Язичкові квітки розміщені щільно, але не в усіх генотипів. У НА 425 та ОС 2018 В язичкові квітки мали помірну щільність, а в генотипах RHA 443 та ОС 1063 В вони зовсім нещільні. Веретеноподібну форму язичкових квіток виявили у всіх досліджуваних зразках, крім ОС 9 В, RHA 426, RHA 427 та RHA 443, у яких вона вузькояйцеподібна. Положення язичкових квіток відносно кошика спостерігали лише у двох видів: дуже зігнуті у напрямку кошика у генотипів Imisun 1, НА 425, RHA 426, RHA 443, ОС 1063 В, ОС 2018 В та плескату у Imisun 2, Imisun 3, RHA 427 , ОС 7 В, ОС 8 В, ОС 9 В. За довжиною квітки довгі і середні з оранжево – жовтим кольором, за винятком Imisun 3, у якого язичкові квітки забарвлені в оранжевий колір.

А **Б**

Рисунок 3.2.1 – Кошики самозапилених ліній соняшнику у фазу цвітіння: А – нещільне розміщення язичкових квіток (RHA 443); Б – помірно щільне розміщення язичкових квіток (НА 425)

Трубчасті квітки мали жовте забарвлення у ліній Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, НА 425, RHA 427, ОС 7 В, ОС 8 В, ОС 9 В. Оранжевий колір був у генотипів RHA 426, ОС 1063 В, ОС 2018 В, пурпурний – колір у RHA 443. Усім самозапиленим лініям було характерне антоціанове забарвлення трубчастих квіток

різної інтенсивності. Сильну інтенсивність забарвлення показав зразок RHA 443, помірну – ОС 2018 В, слабку – решта досліджуваних зразків.

Листки обгортки мали незначне різноманіття форм, але наші колекційні генотипи охоплюють практично увесь спектр. Більшу частину складали зразки з нечітко видовженою формою. Imisun 3, ОС 7 В та ОС 8 В виділялися чітко видовженою формою листків обгорток, а Imisun 2, RHA 427 та ОС 1063 В – округлою. Довжина верхівки коливалася від дуже довгої у ОС 7 В до короткої у Imisun 3. Всі генотипи мали слабке зелене забарвлення зовнішнього боку кошика крім НА 425, у якого воно помірне.

Не менш важливим є положення кошика та форма кошика з боку сім'янок. Більшість генотипів мала вертикальне положення кошика та плескату форму з боку сім'янок. Напівобернене донизу з прямим стеблом у ОС 9 В та напівобернене донизу з зігнутим стеблом у ОС 8 В і ОС 2018 В. У НА 425 спостерігали сильно випуклу форму з боку сім'янок, ОС 7 В та ОС 9 В мали злегка випуклу форму, у RHA 426 – деформована форма кошика.

А **Б**

Рисунок 3.2.2 – Форма кошиків самозапилених ліній соняшнику: А – деформована форма кошика (RHA 426); Б – сильно випукла форма кошика (НА 425)

Більшість генотипів мала багатокошиковий габітус. Лише три були однокошиковими: Imisun 1, Imisun 3 та HA 425. У зразках RHA 427, ОС 1063 В та ОС 2018 В стебло галузилося по всій висоті, у інших переважно біля верхівки. Не менш важливим є положення найвищого бічного кошика відносно центрального. Центральний кошик знаходився нижче найвищого бічного у ліній: ОС 9 В, ОС 2018 В та ОС 1063 В. У зразка RHA 443 бічні кошики знаходилися на рівні, а в усіх інших генотипах центральний кошик розташований вище.

А **Б**

Рисунок 3.2.3 – Габітус самозапилених ліній соняшнику: А – однокошиковий габітус (Imisun 3); Б – багатокошиковий габітус (RHA 427)

Сім’янки у колекційних генотипів соняшнику відрізнялися не тільки формою, але й кольором. Переважна більшість зразків мала видовжену форму сім’янки. Широкояйцеподібною формою сім’янки характеризувався генотип RHA 443. У ліній Imisun 1, RHA426 та ОС 9 В спостерігали вузькояйцеподібну форму сім’янок. Усі сім’янки були забарвлені у чорний колір, за певним винятком. Зразки Imisun 1, Imisun 2, RHA426 та ОС 2018 В забарвлені у сірий колір. Зразок RHA443 мав помірно-коричневий колір лушпиння, а Imisun 3 – світло-

коричневий. Переважна більшість генотипів позбавлена смужок на поверхні лушпиння, але деякі зразки вирізнялися. У зразка НА 425 були присутні сірі смужки на краях та між краями. Imisun 3 мав смужки коричневого кольору на краях. Imisun 1 відрізнявся не тільки чорними смужками між краями, але й плямистістю перикарпію.

А **Б**

Рисунок 3.2.4 – Насіння самозапилених ліній соняшнику: А – насіння чорного кольору з плямистим перикарпієм (Imisun 1); Б – світло-коричневе забарвлення насіння з сірими смужками на краях (Imisun 3)

Дослідили варіювання величин ряду морфо-біологічних ознак колекційних зразків соняшнику стійких до імазамокса імазапіра: висота рослини, діаметр кошика, площа листкової пластини, період «сходи-цвітіння», довжина сім'янки, ширина сім'янки, маса 1000 насінин та вміст олії в насінні (табл. 3.2.2).

За результатами досліджень 2019 та 2020 років встановили вірогідність впливу фактору «генотип» на варіювання ознаки «висоти рослин» (F = 34,40 та 62,40; $НІР_{0,05}$ = 2,25 відповідно). Найнижчу висоту в обидва роки спостерігали у генотипу НА 425 ($НІР_{0,05}$=6,5 та 6,0). Максимальну величину встановили у генотипах ОС 7 В (131,3 см) і ОС 8 В (88,7 см) у вище приведені роки відповідно. Мінімальне та максимальна висота рослин притаманна також Imisun 1 та Imisun 3 у 2019 і 2020 роках відповідно.

Таблиця 3.2.2

Варіювання величин морфо-біологічних ознак колекційних зразків соняшнику стійких до Євро-Лайтнінга (2019 – 2020 рр.)

Генотип	Рік	Висота рослини, см	Діаметр кошика, см	Площа листкової пластини, см^2	Період «сходи-цвітіння», дні	Довжина сім'янки, мм	Ширина сім'янки, мм	Маса 1000 насінин, г	Олійність, %
Imisun 1	2019	96,7±2,03	12,5±0,76	182,2±3,22	65,0±0,58	10,3±0,33	5,7±0,33	18,7±0,58	27,5±0,15
	2020	56,0±0,58	10,3±0,33	160,1±3,48	70,3±0,33	9,7±0,33	5,7±0,33	19,3±0,33	28,7±0,23
Imisun 2	2019	113,7±1,67	14,0±0,00	189,8±5,60	65,3±0,33	11,0±0,58	6,0±0,00	22,7±0,58	34,6±0,30
	2020	85,0±1,53	7,0±0,29	175,6±3,23	70,0±0,58	10,0±0,58	5,3±0,33	20,7±0,33	35,5±0,09
Imisun 3	2019	125,7±1,86	12,3±0,33	191,1±0,71	76,7±0,33	19,7±0,33	8,3±0,33	47,0±1,00	20,0±0,20
	2020	75,7±1,76	10,8±0,17	147,9±6,99	74,0±0,58	17,7±0,33	8,0±0,00	45,3±0,33	21,4±0,33
HA 425	2019	87,0±4,62	9,5±1,26	241,4±38,78	65,7±0,33	10,7±0,33	6,0±0,00	34,7±0,58	31,4±0,34
	2020	51,3±3,33	12,7±1,45	150,8±6,59	76,7±0,33	10,3±0,33	6,3±0,33	35,7±0,67	21,8±0,23
RHA 426	2019	110,3±0,88	9,0±1,15	215,1±3,25	64,3±0,33	9,7±0,33	5,7±0,33	20,3±0,58	31,0±0,35
	2020	88,3±0,88	8,2±0,67	146,4±3,41	71,0±0,58	9,3±0,33	5,0±0,00	18,7±0,33	31,8±0,21
RHA 427	2019	103,3±0,33	9,8±1,09	118,7±2,95	66,7±0,33	9,3±0,33	5,0±0,00	17,0±1,00	32,7±0,09
	2020	77,3±2,85	4,8±0,44	89,9±6,26	75,3±0,33	9,0±0,58	4,3±0,33	15,0±0,58	34,1±0,18
RHA 443	2019	116,0±1,53	9,3±0,67	177,5±6,14	62,7±0,33	8,7±0,33	6,0±0,00	20,3±1,53	31,8±0,09
	2020	78,3±1,33	5,5±0,29	159,6±6,42	74,7±0,33	9,0±0,00	5,0±0,00	19,3±0,88	28,5±0,20
OC 7 B	2019	131,3±2,96	11,0±1,00	172,5±3,22	62,3±0,67	11,7±0,33	5,7±0,33	36,0±1,73	46,4±0,15
	2020	78,3±2,03	9,2±0,44	152,8±5,90	64,0±0,58	11,3±0,67	6,0±0,00	31,0±0,58	42,2±0,21
OC 8 B	2019	121,0±1,15	16,0±0,50	175,1±5,64	63,0±0,58	12,3±0,33	7,3±0,33	42,7±0,58	41,7±0,34
	2020	88,7±1,86	12,8±0,33	164,6±5,61	71,3±0,33	11,3±0,67	6,7±0,33	43,3±0,33	42,9±0,32
OC 9 B	2019	123,3±1,20	11,5±1,32	251,9±2,89	59,3±0,33	12,7±0,33	6,3±0,33	35,7±1,15	41,6±0,46
	2020	111,0±1,53	11,0±0,29	208,8±2,97	70,7±0,67	12,0±0,58	5,7±0,33	26,7±0,33	37,3±0,32
OC 1063 B	2019	104,7±3,18	12,0±1,00	256,4±2,89	65,0±0,58	10,7±0,33	6,0±0,00	18,7±0,58	31,1±0,32
	2020	65,0±2,52	6,0±0,29	198,3±2,97	69,7±0,33	9,3±0,33	5,3±0,33	23,0±0,58	32,4±0,32
OC 2018 B	2019	113,0±0,00	9,3±0,99	425,6±3,41	63,3±0,33	12,3±0,33	6,3±0,33	41,3±2,31	37,0±0,15
	2020	81,3±2,003	9,1±0,47	405,6±3,08	64,7±0,33	12,0±0,00	6,0±0,00	44,3±0,33	36,2±0,32
$F_{факт.}$	2019	34,30	5,54	42,03	89,00	62,00	11,68	272,50	690,00
	2020	62,40	23,45	248,30	71,00	28,28	13,82	492,20	534,00
$НІР_{0,05}$	2019	6,5	2,7	35,4	1,3	1,1	0,8	2,0	0,8
	2020	6,0	1,7	15,0	1,3	1,4	0,8	1,5	0,8

Примітка: при $F_{0.05}$=2,25

Варіювання величин ознаки «діаметр кошика» у 2019 і 2020 роках, що знаходились у проміжку від 9,0 і 8,2 см (RHA 426) до 16,0 і 12,8 см (ОС 8 В) відповідно було обумовлене фактором «генотип» (F = 5,54 і 23,45; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). У 2019 та 2020 роках найменший ($НІР_{0,05}$=2,7 та 1,7) діаметр кошика встановили також у чотирьох (НА 425, RHA 427 RHA 443, ОС 2018 В) та одному (RHA 427) генотипах відповідно. А максимальне значення показали також Imisun 2 (14,0 см), ОС 2018 В (9,3 см) та НА 425 (12,7 см), ОС 8 В (12,8 см) відповідно у 2019 та 2020 роках.

За результатами досліджень встановили, що варіювання величин ознаки «площа листкової пластини» обумовлена впливом фактору «генотип» (F = 42,03 і 248,30; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). За роки досліджень найменшу та найбільшу площу листкової пластини встановили у генотипів RHA 427 (118,7 і 89,9 см) та ОС 2018 В (425,6 і 405,6 см) відповідно ($НІР_{0,05}$=35,4 та 15,0).

Результати обчислення досліджень 2019 та 2020 років показали вірогідність впливу фактору «генотип» (F = 89,00 і 71,00; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно) на варіювання ознаки «тривалість періоду від сходів до цвітіння». За результатами 2019 року мінімальну та максимальну величини цієї ознаки спостерігали у ОС 9 В (59,3 см) та Imisun 3 (76,7 см). У 2020 році відповідні ліміти встановили у двох (ОС 7 В, ОС 2018 В) та у одного (НА 425) генотипів ($НІР_{0,05}$=1,3 та 1,3).

Встановили вірогідність фактору «генотип» на варіювання ознаки «довжина сім’янки» за 2019 та 2020 роки (F = 62,00 і 28,28; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). У 2019 році ($НІР_{0,05}$=1,1) найменшу та найбільшу довжину сім’янки встановили у трьох (RHA 426, RHA 427, RHA 443) та у одного (Imisun 3) генотипів. У 2020 році ($НІР_{0,05}$=1,4) найменше значення спостерігали у генотипів Imisun 1 (9,7 мм), Imisun 2 (10,0 мм), НА 425 (10,3 мм), RHA 426 (9,3 мм), RHA 427 (9,0 мм), RHA 443 (9,0 мм) та ОС 1063 В (9,3 мм), а найбільше – у Imisun 3 (17,7 см).

За результатами досліджень 2019 та 2020 років встановили вірогідність впливу фактора «генотип» на варіювання ознаки «ширина сім’янки» (F = 11,68 та 13,82; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). Мінімальне значення цієї ознаки варіювало у діапазоні від 5,0 мм (RHA 425) до 5,7 мм (Imisun 1, RHA 426, ОС 7 В) і від 4,3 мм

(RHA 427) до 5,0 мм (RHA 426) (5,0 мм) відповідно за роками. Максимальну величину ширини сім'янки в обидва роки спостерігали у Imisun 3 – 8,3 і 8,0 мм відповідно ($НІР_{0,05}$=0,8 і 0,8).

Встановили вірогідність фактору «генотип» на варіювання ознаки «маса 1000 насінин» за показниками 2019 та 2020 років (F = 272,50 і 492,20; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). У 2019 році ($НІР_{0,05}$=2,0) з найменшим та найбільшим значенням маси 100 насінин спостерігали у трьох (Imisun 1, RHA 427, ОС 1063 В) та у одного (Imisun 3) генотипів відповідно. У 2020 році ($НІР_{0,05}$=1,5) спостерігали найменшу масу 1000 насінин у Imisun 1 (19,3 г), RHA 427 (18,7 г) та RHA 443 (19,3 г), а максимальне значення цієї ознаки встановили у Imisun 3 (45,3 г).

За результатами дослідження встановили, що варіювання величин ознаки «вміст олії в насінні» (олійність) обумовлене впливом фактору «генотип» (F = 690,00 і 534,00; $F_{0,05}$ = 2,25 відповідно). Найменше значення олійності в обидва роки показав генотип Imisun 3 (20,0 і 21,4% відповідно) та НА 425 (21,8%) у 2020 році. Найбільший показник олійності у 2019 та 2020 роках встановили у ОС 7 В (46,4%) та ОС 9 В (37,3%) відповідно ($НІР_{0,05}$=0,8 і 0,8) [178].

Висновки до розділу 3

1. В результаті досліджень було виділено 11 (Sures 1, Sures 2, X 201 B, ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1031 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В, ОС 2017 В, VLA 8 Su) та 12 (Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, НА 425, RHA 426, RHA 427, RHA 443, ОС 7 В, ОС 8 В, ОС 9 В, ОС 1063 В, ОС 2018 В) генотипів соняшнику стійких до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів відповідно.

2. Дослідження колекцій генотипів соняшнику показали високий рівень стійкості до гербіцидів Гранстар Про 75% в.г. (д.р. трибенурон-метил) та Євро-Лайтнінг (д.р. імазапір імазамокс).

3. Встановили наявність різноманіття за фенотипом за більшостю морфо-біологічних ознак. Лінії відрізнялись одна від одної, як інтенсивністю забарвлення окремих органів, так і різноманітністю їх форм. Таким чином, в

результаті досліджень зробили опис виділених генотипів соняшнику за 42 морфологічними ознаками, а також за вмістом олії в насінні та масою 1000 насінин.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

1. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування ознакової колекції ліній соняшнику *Helianthus annuus* L. стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 4. С. 108-114 [177].

РОЗДІЛ 4
СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ

4.1. Визначення закономірностей прояву стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин методом гібридологічного аналізу F1 та F2

В умовах недостатнього та нестійкого зволоження Півдня України дослідили успадковування ознаки стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин у гібридів F_1 та популяцій F_2 від схрещування ліній-донорів із самозапиленими лініями адаптованими до умов Півенного Степу України.

У якості вихідного матеріалу у 2018 році, використали три стійкі: Sures 1, ОС 2017 В, ОС 1099 В, та три нестійкі: Од 1002 Б, Од 1295 В, Од 1318 В, до дії сульфонілсечовини самозапилені лінії, а також чотири (ОС 2017 В х ОС 1099 В, Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х Од 1318 В, Од 1318 В х ОС 1295 В) і три (ОС 2017 В х ОС 1099 В, Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х Од 1318 В) гібридні популяції F_1 і F_2, що отримали в результаті парних схрещувань. Зокрема, лінії Sures 1 та Од 1002 Б є закріплювачами стерильності пилку, а решта (ОС 2017 В, ОС 1099 В, ОС 1318 В, ОС 1295 В) – відновники фертильності пилку відповідно.

За результатами обробки генотипів F_1 гербіцидом Гранстар про 75% в.г. у дозі 0,25 г/га виділили 3 комбінації: ОС 2017 В х ОС 1099 В, Sures 1 х Од 1002 Б та Sures 1, які показали 100% стійкість соняшнику до трибенурон-метилу. Усі гібридні рослини комбінації Од 1318 В х ОС 1295 В загинули після контакту з гербіцидом, оскільки жодна з батьківських ліній не була стійкою до даної гербіциду (табл. 4.1.1).

Таблиця 4.1.1

Стійкість гібридів соняшнику F_1 до гербіциду Гранстар Про 75% в.г., 2019 р.

Комбінація схрещування	Стійкість	Кількість рослин, шт	
		стійкі	Нестійкі
ОС 2017 В х ОС 1099 В	R×R	32	0
Sures 1 х Од 1002 Б	R×S	30	0
Sures 1 х Од 1318 В	R×S	44	0
Од 1318 В х ОС 1295 В	S×S	0	38

Отримані рослини F_1 примусово самозапилили для отримання насіння F_2. У фазу 3-х справжніх листків обробили рослини другого покоління гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. (табл. 4.1.2).

Результати розщеплення F_2 підтвердили моногенне успадковування ознаки стійкості до трибенурон-метилу.

З комбінації схрещування ОС 2017 В х ОС 1099 В отримали насіння F_2 з п’яти кошиків. Лінії, які використали для схрещування, стійкі до гербіциду Гранстар Про 75% в.г., що підтверджують результати обробки рослин F_2. Усі отримані рослини F_2 покази повну стійкість до гербіциду Гранстар Про 75% в.г.

З рослин F_2 комбінації схрещування Sures 1 х Од 1002 Б отримали насіння з трьох кошиків. З першого кошика (Sures 1 х Од 1002 Б /1) отримали 37 рослин з яких 31 рослина була стійкою до гербіциду, а 6 – нестійкі. Фактичне значення $\chi^2_{3:1}$ дорівнювало 1,52, при $\chi^2_{теор.}$=3,84. З другого кошика (Sures 1 х Од 1002 Б /2) з 49 рослин стійкими було 40, а нестійкими виявилися 9 рослин з фактичним значенням $\chi^2_{3:1}$=1,15 ($\chi^2_{теор.}$=3,84). З третього кошика (Sures 1 х Од 1002 Б/3) було отримано 36 рослин, з них стійкими виявилося 31 рослина, а нестійкими 5 рослин. Фактичне значення $\chi^2_{3:1}$ дорівнювало 2,37, при $\chi^2_{теор.}$=3,84.

Таблиця 4.1.2

Успадкування стійкості соняшнику до гербіциду Гранстар Про 75% в.г. в F_2, 2020 р.

Комбінація схрещування	Стійкі рослини, шт.	Нестійкі рослини, шт.	$\chi^2_{3:1}$
ОС 2017 В х ОС 1099 В/1	59	0	19,67
ОС 2017 В х ОС 1099 В/2	48	0	16,00
ОС 2017 В х ОС 1099 В/3	65	0	21,67
ОС 2017 В х ОС 1099 В/4	53	0	17,67
ОС 2017 В х ОС 1099 В/5	49	0	16,33
Sures 1 х Од 1002 Б/1	31	6	1,52
Sures 1 х Од 1002 Б/2	40	9	1,15
Sures 1 х Од 1002 Б/3	31	5	2,37
Sures 1 х ОС 1318 В/1	56	11	2,63
Sures 1 х ОС 1318 В/2	46	8	2,99
Sures 1 х ОС 1318 В/3	41	8	1,97
Sures 1 х ОС 1318 В/5	28	9	0,01
Sures 1 х ОС 1318 В/6	32	6	1,72

Примітка: $\chi^2_{3:1}<3,84$ для df=1

З комбінації Sures 1 х ОС 1318 В отримали насіння F_2 з п’яти кошиків. З першого кошика комбінації Sures 1 х ОС 1318 В/1 отримали 67 рослин з яких 56 непошкодилися гербіцидом, а 11 загинуло. Фактичне значення $\chi^2_{3:1}$ дорівнювало 2,63, при $\chi^2_{теор.}=3,84$. З другого кошика (Sures 1 х ОС 1318 В/2) було отримано 54 рослин з них стійкі 46 та нестійкі 8 з фактичним значенням $\chi^2_{3:1}=0,66$. З третього кошика (Sures 1 х ОС 1318 В/3) з 49 непошкодилися 41 рослина та загинуло 8 рослин з фактичним значенням $\chi^2_{3:1}=1,97$. З четвертого кошика комбінації Sures 1 х ОС 1318 В/4 було отримано 37 рослин, стійкими виявилися 28, а загинуло 9 з фактичним значенням $\chi^2_{3:1}=0,01$ при $\chi^2_{теор.}=3,84$. З останнього кошика (Sures 1 х

ОС 1318 В/5) отримали 38 рослин з яких 32 виявилися стійкими до дії гербіциду та 6 нестійкі, фактичне значення $\chi^2_{3:1}$=1,72.

Дослідження ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» показали, що гібридні комбінації F_1: Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х ОС 1318 В, ОС 2017 В х ОС 1099 В виявили повну стійкість до гербіциду. У другому поколінні у комбінації ОС 2017 В х ОС 1099 В розщеплення було відсутнє, так як обидва компоненти стійкі до дії гербіциду. По характеру розщеплення 8-ми популяцій F_2 встановили, що стійкість до трибенурон-метилу самозапилених ліній, які були використані у дослідженнях, контролювалась одним домінантним геном, про що свідчать розщеплення популяції F_2.

4.2. Визначення закономірностей прояву стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів методом гібридологічного аналізу F_1 та F_2

У 2005 році в СГІ-НЦНС д.б.н. В. Бурловим була започаткована робота по створенню вихідного матеріалу для селекції самозапилених ліній та гібридів соняшника на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів. Протягом трьох років він отримав п’ять генерацій рослин соняшнику та створив резистентні до гербіцидів групи імідазолінонів аналоги (ВС-2) батьківських ліній. Своїми дослідженнями він показав, що обробка гербіцидом отриманих ним гібридів не знижує показники основних господарсько-цінних ознак [179].

Метою наших досліджень було визначити закономірності прояву успадковування ознаки стійкості до гербіцидів групи імідазолінононів в умовах недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України методом гібридологічного аналізу.

Для дослідження характеру успадковування, у 2018 році, провели схрещування нестійких генотипів (S): ОС 1029 В, ОС 1002 Б, Од 1035 Б та ОС 6 В із стійкими зразками (R): НА 425, НА 443 та ОС 8 В. Для дослідження ознаки стійкості до гербіцидів групи імідазолінононів провели чотири комбінації

схрещувань: ОС 1029 В х ОС 6 В (S×S); ОС 1029 В х ОС 8 В (S х R); Од 1002 Б х НА 425 (S х R); НА 443 х Од 1035 Б (R х S).

Усі отримані гібриди F_1 обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг (д. р. імазапір імазамокс) у дозі 1,0 л/га в фазу 3-х пар справжніх листків (табл. 4.2.1) На 14-й день після обробки рослин гербіцидом підрахували кількість стійких та нестійких.

Таблиця 4.2.1

Стійкість гібридів соняшнику F_1 до гербіциду Євро-Лайтнінг, 2019 р.

Комбінація схрещування	Стійкість	Кількість рослин, шт	
		стійкі	нестійкі
ОС 1029 В х ОС 6 В	S×S	0	34
ОС 1029 В х ОС 8 В	S×R	10	0
Од 1002 Б х НА 425	S×R	48	0
НА 443 х Од 1035 Б	R×S	44	0

Результати обробки гербіцидом Євро-Лайтнінг показали 100% стійкість у комбінацій ОС 1029 В х ОС 8 В, Од 1002 Б х НА 425 та НА 443 х Од 1035 Б. У результаті досліджень комбінація Од 1002 Б х НА 425 проявила пожовтіння листків рослин соняшнику на рівні 2 балів за таблицею фітотоксичності, які протягом 1-2-х тижнів зникли (табл. 4.2.2). Усі рослини комбінації ОС 1029 В х ОС 6 В загинули.

Для оцінки селекційного матеріалу на стійкість до гербіциду в польових умовах використовували 9 бальну шкалу фітотоксичності, яка була модифікована Я. Демуріним та А. Троніним. Вона розділяється на три морфологічні зміни: хлороз, морфоз та некроз тканин рослини.

Таблиця 4.2.2

Шкала фітотоксичної дії гербіциду на рослини соняшнику (на 14 день після обробки у фазі 3-6-ти пар справжніх листків) [180, 181]

Бал	Симптоми пошкодження	
0	немає	нормальне зелене листя без морфологічних аномалій
1	хлороз (пожовтіння)	слабкий (посвітління листків)
2		середній (жовто-зелений листок)
3		сильний (пожовтіння листків)
4	морфоз (асиметрія жилкування, гофрування)	слабкий (декілька листків)
5		середній (половина листків)
6		сильний (всі листки)
7	некроз (відмирання тканин)	слабкий (декілька листків)
8		середній (половина листків)
9		сильний (загибель)

Отримані рослини F_1 самозапилили для отримання насіння F_2. У фазі 3–х справжніх листків обробили гербіцидами груп імідазолінононів (табл. 4.2.3). Після обробки спостерігали зміни кольору органів рослин соняшнику. За результатом обліку виділили три групи рослин: стійкі рослини соняшнику зеленого кольору, стійкі рослини жовтого кольору та нестійкі рослини.

Після обробки рослин гербіцидом Євро-Лайтнінг спостерігали розщеплення 1:2:1 (стійкі гомозиготні рослини зеленого кольору *ImrImr*, толерантні гетерозиготні рослини жовтого кольору *Imrimr* та нестійкі рослини *imrimr*). Фітотоксичність другої групи рослин була в межах 2-3-х балів за шкалою фітотоксичності (рис. 4.2.1).

Таблиця 4.2.3

Успадкування стійкості соняшнику до гербіциду Євро-Лайтнінг в F_2, 2020 р.

№	Комбінація схрещування	Стійкі рослини зеленого кольору, шт.	Толерантні рослини жовтого кольору, шт.	Нестійкі рослини, шт.	$\chi^2_{1:2:1}$
1	ОС 1029 В х ОС 8 В/1	7	20	8	0,77
2	ОС 1029 В х ОС 8 В/2	8	20	10	0,32
3	ОС 1029 В х ОС 8 В/3	9	24	9	0,86
4	ОС 1029 В х ОС 8 В/4	7	25	8	2,55
5	ОС 1029 В х ОС 8 В/5	5	19	6	2,20
6	ОС 1029 В х ОС 8 В/6	6	23	8	2,41
7	ОС 1002 Б х НА 425/1	2	5	2	0,11
8	ОС 1002 Б х НА 425/2	6	17	9	0,69
9	НА 443 х Од 1035 Б/1	9	22	13	0,73
10	НА 443 х Од 1035 Б/2	9	23	8	0,95
11	НА 443 х Од 1035 Б/3	12	25	10	0,36
12	НА 443 х Од 1035 Б/4	14	18	9	1,83
13	НА 443 х Од 1035 Б/5	17	20	13	2,64
14	НА 443 х Од 1035 Б/6	6	16	5	1,00

$\chi^2_{1:2:1}$ <5,99 для df=2

Після обробки рослин гербіцидом Євро-Лайтнінг спостерігали розщеплення 1:2:1 (стійкі гомозиготні рослини зеленого кольору *ImrImr*, толерантні гетерозиготні рослини жовтого кольору *Imrimr* та нестійкі рослини *imrimr*). Фітотоксичність другої групи рослин була в межах 2-3-х балів за шкалою фітотоксичності (рис. 4.2.1).

Рисунок 4.2.1 – Зміна кольору листків під дією гербіциду Євро-Лайтнінг: гетерозиготна рослина жовтого кольору (зліва) та гомозиготна ролсина зеленого кольору (справа)

Рисунок 4.2.2 – Пошкодження рослини соняшнику гербіцидом Євро-Лайтнінг.

З комбінації ОС 1029 В х ОС 8 В отримали насіння F_2 з шести кошиків. З першого кошика комбінації ОС 1029 В х ОС 8 В/1 отримали 35 рослин другого покоління, з яких 7 стійкі зеленого кольору, 20 толерантні жовтого кольору та 8

загинуло. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$=0,77, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. З другого кошика (ОС 1029 В х ОС 8 В/2) отримали 38 рослин, з яких 8 рослин були стійкі зеленого кольору, 20 – толерантні жовтого кольору та 10 рослин загинуло. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$=0,32, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. У третьому випадку (ОС 1029 В х ОС 8 В/3) було отримано 42 рослини F_2. Після обробки гербіцидом 9 рослин були стійкі з зеленим забарвленням, 24 – толерантні жовтого кольору та 9 рослин виявилися нестійкими з фактичним значенням $\chi^2_{1:2:1}$=0,86 ($\chi^2_{теор.}$=5,99). З четвертого кошика (ОС 1029 В х ОС 8 В/4) було отримано 40 рослин, з яких 7 були стійкі зеленого кольору, 25 толерантні жовтого кольору, 8 – загинуло. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$=2,55, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. З п'ятого кошика (ОС 1029 В х ОС 8 В/5) було виявлено 5 стійких рослин зеленого кольору, 19 толерантних рослин жовтого кольору та 6 нестійких з фактичним значенням $\chi^2_{1:2:1}$=2,20 ($\chi^2_{теор.}$=5,99). У результаті обліку рослин F_2 останнього кошика (ОС 1029 В х ОС 8 В/6) було виявлено 6 стійких рослин, 23 толерантних та 8 нестійких. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$ дорівнювало 2,41, при $\chi^2_{теор.}$=5,99.

З комбінацій ОС 1002 Б х НА 425 отримали насіння F_2 з двох кошиків. З першого кошика (ОС 1002 Б х НА 425/1) отримали лише 9 рослин, з яких 2 стійкі зеленого кольору, 5 толерантні жовтого кольору та 2 загинули. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$=0,11, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. У другому випадку (ОС 1002 Б х НА 425/2) отримали 32 рослини F_2 з яких 6 були стійкі до дії гербіциду, 17 – толерантні та 9 нестійкі з фактичним значенням $\chi^2_{1:2:1}$=0,69 ($\chi^2_{теор.}$=5,99).

З комбінації НА 443 х Од 1035 Б отримали рослини другого покоління з шести кошиків. З першого кошика (НА 443 х Од 1035 Б/1), після обробки 44 рослин F_2 гербіцидом, отримали 9 стійких зеленого кольору, 22 толерантних жовтого кольору та 13 рослин загинуло. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$ дорівнювало 0,73, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. З другого кошика (НА 443 х Од 1035 Б/2) було отримано 40 рослин. Результати обліку показали 9 стійких рослин зеленого кольору, 23 толерантних рослин жовтого кольору та 8 рослин загинуло з фактичним значенням $\chi^2_{1:2:1}$=0,95 ($\chi^2_{теор.}$=5,99). З третього кошика (НА 443 х Од 1035 Б/3) отримали 47 рослин, з яких 12 – стійкі, 25 – толерантні та 10 – нестійкі. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$ дорівнювало 0,36, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. З четвертого кошика (НА 443 х Од 1035 Б/4) отримали 41 рослину, з яких

14 рослин були стійкими, 18 рослини – толерантними та 9 рослин загинуло з фактичним значенням $\chi^2_{1:2:1}$=1,83 ($\chi^2_{теор.}$=5,99). У п'ятому випадку (НА 443 х Од 1035 Б/5) було отримано 50 рослин F_2. За результатами обліку 17 рослин виявилися стійкими зеленого кольору, 20 рослин були толерантними жовтого кольору та 13 були нестійкими. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$=2,64, при $\chi^2_{теор.}$=5,99. В останньому випадку (НА 443 х Од 1035 Б/6) отримали 27 рослин другого покоління, з них 6 виявилися стійкими зеленого кольору, 16 – толерантними жовтого кольору та 5 – нестійкими. Фактичне значення $\chi^2_{1:2:1}$ дорівнювало 1,00, при $\chi^2_{теор.}$=5,99.

За результатами досліджень встановлено, що ознака стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів успадковується за типом неповного домінування. Після самозапилення рослин F_2 відбулося розщеплення рослин за фенотипом 1:2:1 (гомозиготні рослини зеленого кольору *ImrImr*, гетерозиготні рослини жовтого кольору *Imrimr* та нестійкі *imrimr).* Зміну кольору рослин соняшнику після обробки гербіцидом можна використовувати як маркерну ознаку при доборі гомозиготних генотипів, що полегшує селекційний процес.

4.3. Створення нового вихідного матеріалу із використанням донорів стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів і ДНК-маркерів

У відділі селекції та насінництва гібридного соняшнику СГІ-НЦНС проводяться дослідження по створенню вихідного матеріалу стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин з діючою речовиною трибенурон-метил. Для схрещувань в якості донора генів стійкості до гербіциду Гранстар Про 75% в.г. використали генотип отриманий із National Germplasm Resources Laboratory, North Dakota, United States Sures 2 і нестійкі генотипи селекції СГІ-НЦНС ОС 1029 В та ОС 1019 В. Вперше в Україні для створення вихідного матеріалу соняшнику була залучена технологія marker assisted selection (MAS), яка базується на виявлені маркерів генів господарсько-цінних ознак.

Sures 2, відновник фертильності пилку є носієм гену стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин *AHAS1*, був створений USDA-ARS, Fargo, ND, the Kansas

Agricultural Experiment Station, Manhattan, KS, та the North Dakota Agricultural Experiment Station, Fargo, ND у 2002 році. Стійкість до трибенурон-метилу перенесена із дикої популяції Helianthus annuus. Пилок диких рослин соняшнику було передано USDA-ARS, Fargo ND та був використаний для запилення лінії RHA 376. Наступне схрещування було здійснено з лініями RHA 392 та RHA 377 [140]. Даний генотип був отриманий СГІ-НЦНС у 2012 році під номером PI 633750. Лінії ОС 1029 В та ОС 1019 В селекції СГІ-НЦНС адаптовані до умов недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України та стійкі до несправжньої борошнистої роси (НБР) *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni. Діагностика ліній на стійкість до НБР проводили лабораторно експрес-методом. Скринінг ліній та отриманих генотипів за допомогою ДНК-маркерів виконано п.н.с., кандидатом біологічних наук А.Є. Солоденко [182, 183].

Несправжня борошниста роса, збудником якої є *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni, одна з найнебезпечніших хвороб соняшнику. На сьогоднішній час відомо близько 30 рас НБР, але найбільш вірулентними расами є 330, 700, 703, 710, 730 та 770.

Перенесення гена стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин від донора гена *AHAS1* здійснювалося шляхом схрещування, яке проводили в польових умовах. Під час цвітіння у генотипу Sures 2 щоранку (перед тим, як відкриються тичинки) видаляли пильники. Наприкінці фази цвітіння, генотип Sures 2 схрестили з лініями ОС 1029 В та ОС 1019 В, які адаптовані до умов недостатнього та нестійого зволоження Південного Степу України. У 2015 році був здійснений маркерний аналіз донорів стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів А. Солоденко та В. Файтом, в результаті були виявлені маркерні алелі мікросателітних локусів [184]

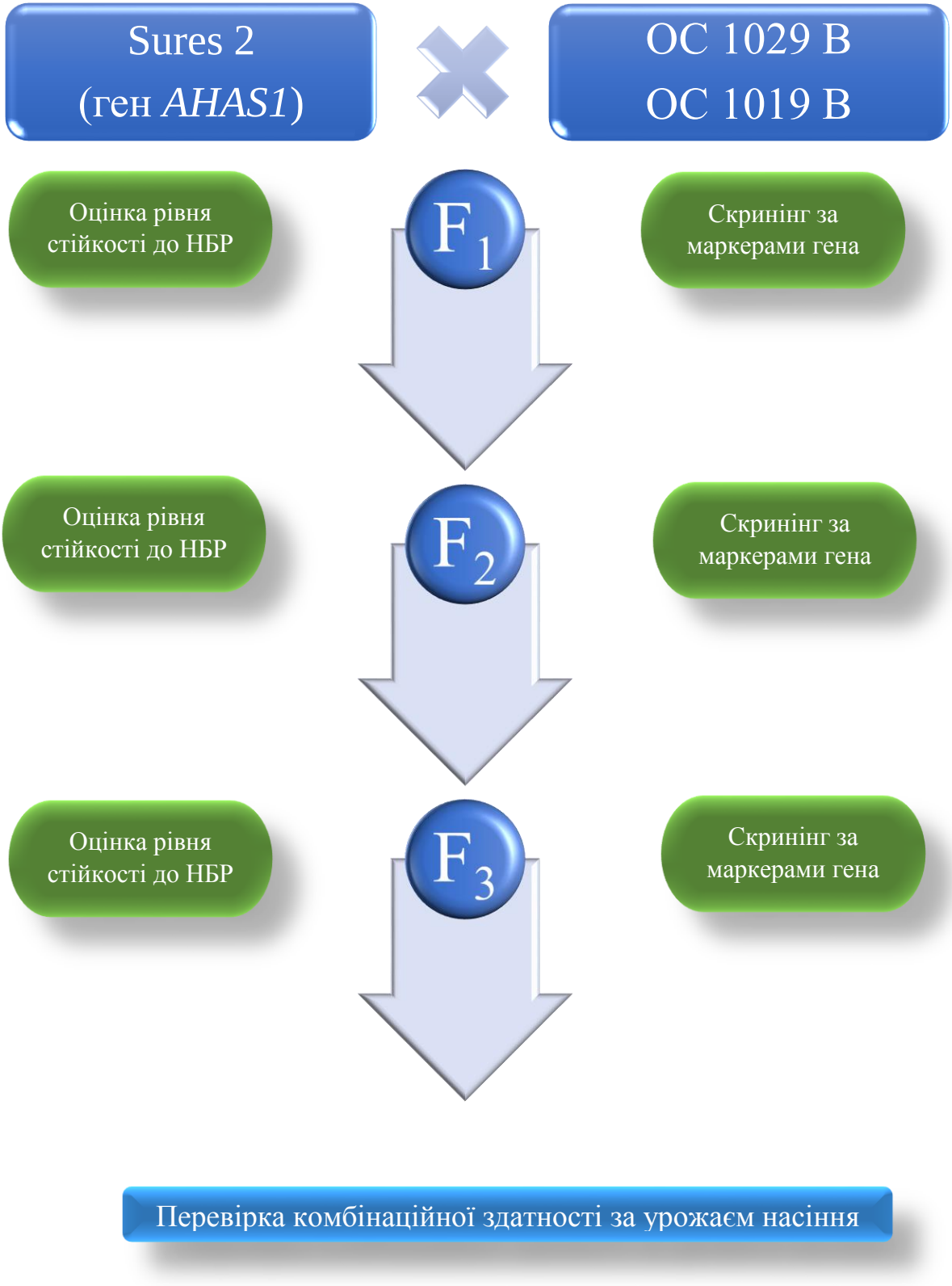

Рисунок 4.3.1 – Схема створення вихідного матералу соняшнику стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин з використанням ДНК-маркерів

Добір за фенотипом є найпростішим методом добору для ознаки стійкості. Однак контроль за інтрогресією гена *AHAS1* слід доповнити використанням молекулярних маркерів, щоб ідентифікувати алелі, які відповідають за стійкість соняшнику до ALS-інгібуючих гербіцидів та пришвидшують процес створення вихідного матеріалу. У цих випадках добір за допомогою молекулярних маркерів дозволяє отримати рослини без використання гербіцидів.

При створенні генотипів, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовини застосували метод індивідуальних доборів педігрі, який базується на індивідуальних доборах рослин що розщеплюються у поколіннях, де простежується їхнє походження з метою отримання гомозиготних ліній. На рисунку 4.3.1 показано схему створення вихідного матеріалу соняшнику, де у кожному поколінні здійснюється добір гомозиготних рослин стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин за допомогою ДНК-маркерів та з високим рівнем стійкості до НБР.

Таблиця 4.3.1

Стійкість гібридів F_1 та їхніх батьківських компонентів до гербіциду Гранстар Про 75% в.г.,

Гібрид/лінія	Кількість рослин		
	Стійкі рослини, шт	Нестійкі рослини, шт	% стійких рослин
Sures 2 x OC 1029	48	0	100
Sures 2 x OC 1019	43	0	100
Sures 2	50	0	100
OC 1029	0	46	0
OC 1019	0	41	0

У 2016 році від комбінацій Sures 2 x OC 1029 B та Sures 2 x OC 1019 B отримали гібриди першого покоління (табл. 4.3.1). За результатом маркерного аналізу [184, 185] з комбінації Sures 2 x OC 1029 B виділили 8 гібридних рослини F_1: 1235/2, 1235/3, 1235/5, 1235/8, 1236/2, 1236/3, 1236/4, 1236/5, а з комбінації Sures 2 x OC 1019 B 2 гібридні рослини F_1: 1242/4 та 1242/5 (табл. 4.3.2).

Таблиця 4.3.2

Стійкость генотипів до трибенурон-метилу та *Plasmopara halstedii* рослин соняшнику F_1

Комбінації схрещування	Рослини	Обробка трибенуроон-метилом			Стійкість до *Plasmopara halstedii*		
		стійкі рослини, шт	нестійкі рослини, шт	% стійких рослин	стійкі рослини, шт	нестійкі рослини, шт	% стійких рослин
Sures 2 x ОС 1029 В	1235/2	29	0	100	25	2	93
	1235/3	30	0	100	29	0	100
	1235/5	27	0	100	29	0	100
	1235/8	25	0	100	30	0	100
	1236/2	28	0	100	20	1	95
	1236/3	27	0	100	30	0	100
	1236/4	28	0	100	27	3	90
	1236/5	30	0	100	26	1	96
Sures 2 x ОС 1019 В	1242/4	28	0	100	15	3	83
	1242/5	30	0	100	15	3	83

Оцінка стійкості до гербіциду Гранстар Про 75% в.г. включала обприскування препаратом рослин на ранніх стадіях розвитку та обліки рівня їх стйкості на 14-й день після обробки. Скринінг великої кількості генотипів щодо стійкості до гербіцидів в польових умовах займає багато часу і вимагає великої кількості матеріальних ресурсів. Більше того, взалежності від генетичного походження та типу, гетерозиготні рослини не витримують високі норми гербіциду. За цих обставин необхідна розробка ефективних та надійних діагностичних методів таких як добір за допомогою молекулярних маркерів для скринінгу на ранніх етапах.

Оцінку стійкості рослин соняшнику до популяцій НБР проводили в лабораторних умовах експрес-методом. Було виділено 4 зразки зі 100% стійкістю до НБР: 1235/3, 1235/5, 1235/8 та 1236/3, які є гібридами від схрещування Sures 2 x ОС 1029 В. Інша половина, зразки 1235/2, 1236/2, 1236/4 та 1236/5 цієї комбінації уразилися збудником *Plasmopara halstedii* на рівні 93%, 95%, 90% та 96% відповідно. У комбінації Sures 2 x ОС 1019 В виділили лише два зразка 1242/4 та 1242/5, які виявилися стійкими на рівні 83%.

Наступного року отримані генотипи F_2 спочатку тестували в камері штучного клімату фітотрону, а після дослідження повторили у польових умовах (табл. 4.3.3). Після скринінгу F_1 [186, 187] виділили 14 рослин другого покоління з комбінації Sures 2 x OC 1029 B: 5462/2, 5462/3, 5462/7, 5463/2, 5463/3, 5465/2, 5465/3, 5468/2, 5470/2, 5471/2, 5471/3, 5472/2, 5474/2, 5476/1 та 5 рослин з комбінації Sures 2 x OC 1019 B: 5477/2, 5478/1, 5479/4, 5480/1, 5480/3.

Таблиця 4.3.3

Оцінка стійкості генотипів F_2 до трибенурол-метилу у камері штучного клімату та в польових умовах

Комбінації схрещування	Рослини	Камера штучного клімату			Польові дані		
		стійкі рослини, шт	нестійкі рослини, шт	% стійких рослин	стійкі рослини, шт	нестійкі рослини, шт	% стійких рослин
Sures 2 x OC1029 B	5462/2	12	0	100	75	0	100
	5462/3	12	1	92	82	0	100
	5462/7	13	0	100	58	0	100
	5463/2	13	0	100	49	0	100
	5463/3	15	0	100	56	0	100
	5465/2	13	1	93	42	5	89
	5465/3	12	0	100	38	3	93
	5468/2	13	2	87	47	0	100
	5470/2	15	0	100	55	0	100
	5471/2	13	0	100	52	0	100
	5471/3	9	4	69	39	12	76
	5472/2	14	0	100	43	0	100
	5474/2	13	1	93	54	3	95
	5476/1	14	0	100	35	2	95
Sures 2 x OC 1019 B	5477/2	8	6	57	39	11	78
	5478/1	14	0	100	48	0	100
	5479/4	10	4	71	38	0	100
	5480/1	15	0	100	58	0	100
	5480/3	14	0	100	41	0	100
	5482/3	13	0	100	48	1	98

Результати тестування зразків в лабораторних та польових умовах практично співпадають. Повну стійкість (100%) до гербіциду сульфонілсечовинної групи в обох випадках показали зразки 5462/2, 5462/7, 5463/2, 5463/3, 5470/2, 5471/2 і 5472/2 з комбінації Sures 2 x OC 1029 та 5478/1, 5480/1, 5480/3 і 5482/3 з комбінації

Sures 2 x OC 1019. Стійкість зразків 5465/2 та 5474/2 була на рівні 93% - 89% та 93% - 95% в лабораторних та польових умовах відповідно.

Стійкість на рівні 69% (лабораторні умови) та 76% (польові умови) показав зразок 5471/3, що є найнижчим у комбінації Sures 2 x OC 1029. Зразок 5477/2 з комбінації Sures 2 x OC 1019 показав стійкість на рівні 57% в лабораторних умовах та 78% – у польових умовах. Стійкість зразків 5462/3, 5468/2 та 5479/4 була на рівні 92%, 87% та 71% відповідно в лабораторних умовах.

На рисунках 4.3.2 та 4.3.3 паказані пошкодження рослин соняшнику в умовах поля та штучного клімату. Пошкодження проявляються у некротизуванні тканин рослин та в уражені точки росту, після чого рослина гине.

А **Б**

Рисунок 4.3.2 – Рослини соняшнику вирощені у горшечках в камері штучного клімату: А – розщеплення зразка після обробки гербіцидом на стійкі та нестійкі рослини; Б – гомозиготна лінія стійка до гербіциду

Рисунок 4.3.3 – Рослини соняшнику пошкоджені гербіцидом Гранстар Про 75% в.г.

Результати лабораторної оцінки стійкості до НБР показали, що генотипи з комбінації Sures-2 x ОС 1029 В мають вищий рівень стійкості до збудника, ніж генотипи комбінації Sures-2 x ОС 1019 В (рис. 4.3.4).

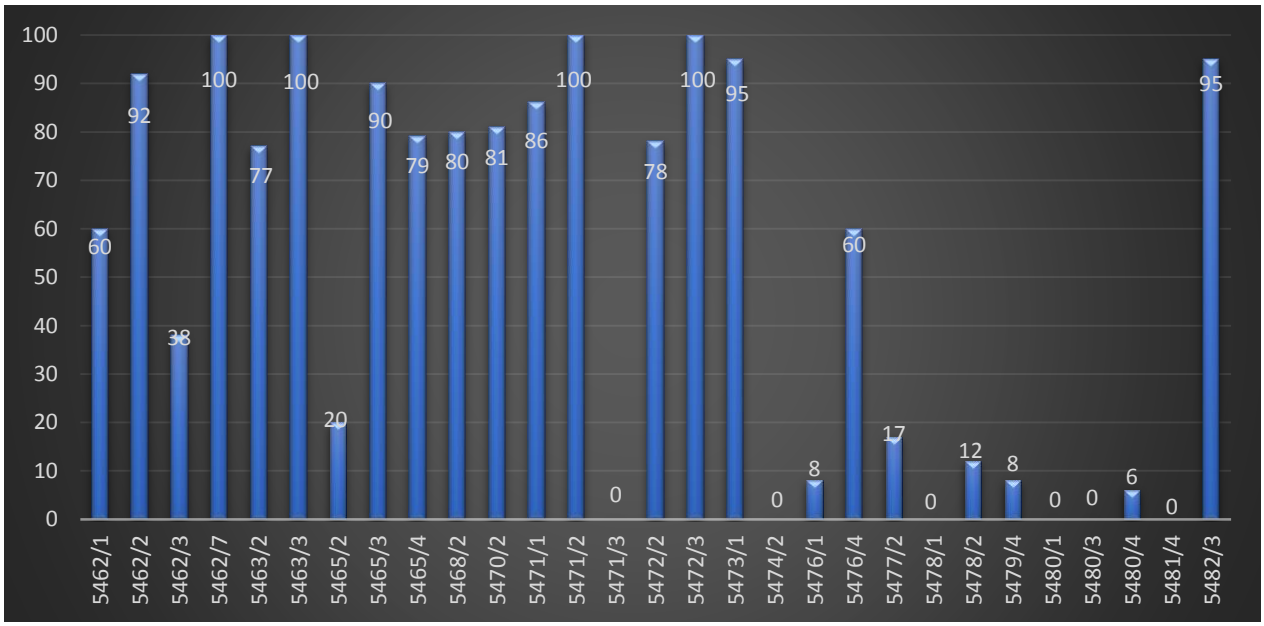

Рисунок 4.3.4 – Стійкість генотипів F_2 до *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni у лабораторних умовах

Найвищий рівень стійкості (100 %) показали зразки 5462/7, 5463/3, 5471/2 та 5472/3. Стійкість вище 90 % мали зразки 5462/2 – 92 %, 5465/3 – 90 %, 5473/1 – 95 % та один зразок з комбінації Sures-2 х ОС 1019 В 5482/3 – 95 %. Нестійкими до збудника *Plasmopara halstedii* виявилися генотипи 5471/3, 5474/2, 5478/1, 5480/1, 5480/3, та 5481/4. Для подальших досліджень використовували зразки з високим рівнем стійкості до НБР.

Рисунок 4.3.5 – Проростки рослин соняшнику на етапі зараження *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni в лабораторних умовах

У 2018 році були отримані генотипи F_3, стійкі до гербіцидів сульфонілсечовинної групи та до НБР.

У F_3 отримали 46 гомозиготних генотипи (ОСУ 1511 В, ОС 1512 В, ОС 1513 В, ОС 1514 В, ОС 1515 В, ОС 1516 В, ОС 1517 В, ОС 1518 В, ОС 1519 В, ОС 1520 В, ОС 1521 В, ОС 1522 В, ОС 1523 В, ОС 1524 В, ОС 1525 В, ОС 1526 В, ОС 1527 В, ОС 1529 В, ОС 1530 В, ОС 1531 В, ОС 1532 В, ОС 1533 В, ОС 1534 В, ОС 1535 В, ОС 1536 В, ОС 1537 В, ОС 1538 В, ОС 1539 В, ОС 1540 В, ОС 1541 В, ОС 1542 В, ОС 1543 В, ОС 1544 В, ОС 1545 В, ОС 1546 В, ОС 1547 В, ОС 1548 В, ОС 1549 В, ОС 1550 В, ОС 1551 В, ОС 1552 В, ОС 1553 В, ОС 1554 В, ОС 1555 В, ОС 1557 В, ОС 1558 В) стійких до трибенурон-метилу та з високим рівнем стійкості до НБР (додаток Б). Отже, ми отримали потенційний селекційний матеріал

протягом короткого проміжку часу для створення нових ліній та в подальшому продуктивних гібридів. У 2019 році генотипи F_3 залучили до схрещувань з лініями тестерами для виділення зразків з високим рівнем комбінаційної здатності.

У наступні роки (2019, 2020), облік рослин після обробки гербіцидом показав повну стійкість до препарату, що свідчить про стабільний стан ознаки стійкості. У 2020 році здійснили морфо-метричні вимірювання висоти рослин, діаметра кошика, тривалість «періоду сходи-цвітіння» та визначили вмістом олії в насінні (додаток В).

Висновки до розділу 4

1. Визначення закономірностей успадковування стійкості ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» показали, що гібридні комбінації F_1: Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х ОС 1318 В, ОС 2017 В х ОС 1099 В володіють повною стійкістю до гербіциду. За характером розщеплення 5-ти популяцій F_2 встановили, що стійкість до трибенурон-метилу самозапилених ліній, які були використані у дослідженнях, контролювалась одним домінантним геном, про що свідчать розщеплення популяції F_2 (3 стійких 1 нестійкий).

2. Дослідження ознаки стійкісті до гербіцидів групи імідазолінонів показали повну стійкість гібридних комбінацій першого покоління: ОС 1029 В х ОС 8 В, ОС 1002 Б х НА 425 та НА 443 х Од 1035 Б. У другому поколінні отримали 14 популяцій у яких спостерігали розщеплення 1:2:1, що вказує на напівдомінантний характер успадкування ознаки. Рослини проміжного характеру проявляли пожовтіння органів рослин.

3. Долучення до секційної програми маркерної технології дозволяє проводити добір за генотипом, тим самим створювати гомозиготний вихідний матеріал протягом скороченого терміну. Добір стійких до трибенурон-метилу рослин соняшнику слід розпочинати з першого покоління та прослідковувати у наступних поколіннях до отримання гомозиготних генотипів. Успішність добору за молекулярними маркерами отримало підтвердження за оцінками отриманого

селекційного матеріалу у полі та в умовах штучного клімату. Результатом роботи є створення 46 самозапилених ліній соняшнику (F_5-F_6), стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовини та адаптованих до умов недостатнього та нестійкого зволоження Південного Степу України.

4. Результати досліджень показали можливість поєднання в одному генотипі два види стійкості (стійкість до гербіциду групи сульфонілсечовин та до НБР), що обумовлено генетично.

5. Стійкість генотипів соняшнику щодо гербіцидів групи сульфонілсечовин необхідно контролювати як за допомогою ДНК-маркерами так і в умовах поля та штучного клімату. Стійкість до НБР краще контролювати в лабораторних умовах, оскільки для стабільно прояву хвороби в польових умовах, потрібні відповідні сприятливі погодні умови.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

1. Солоденко А.Є., Ільченко А.С., Вареник Б.Ф. Ефективність мікросателітного маркера *pAHAS 16-17* при інтрогресії гена *AHAS1* стійкості до гербіцидів в селекційний матеріал соняшнику. Вісник харківського національного аграрного університету. Харків, 2018. Вип. 2. С. 94-98 [187].

РОЗДІЛ 5
ХАРАКТЕР МІНЛИВОСТІ ОСНОВНИХ МОРФО-БІОЛОГІЧНИХ ТА ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ

5.1. Влив гербіциду групи сульфонілсечовин на морфо-біологічні ознаки, урожайність та вміст олії в насінні у гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

Однією із головних проблем для всіх сільськогосподарських культур залишається забур'яненість посівів. З кожним роком методи контролю небажаної рослинності вдосконалюються, на зміну механічним способам дедалі частіше приходять хімічні. При цьому важливо зменшити вплив факторів, які зумовлюють зниження врожаю, застосовуючи інноваційні технології з догляду за посівами у комплексі з високопродуктивними гібридами [188, 189].

На відміну від гербіцидів імідазолінонової групи, препарати сульфонілсечовинної групи дешевші у своєму використанні, але проявляють менший вплив на вовчок та деякі види бур'янів [190, 191].

При використанні будь-яких гербіцидів, потрібно чітко дотримуватися рекомендованого регламенту. Інакше можна спровокувати ряд морфо-біологічних порушень у розвитку культурної рослини. Фітотоксична дія гербіцидів залежить від таких факторів, як вологість, температура, механічні властивості ґрунту, вміст гумусу, кількість опадів тощо. За використання гербіцидів на рослинах соняшнику часто спостерігаються такі морфо-біологічні зміни: пожовтіння, опіки та деформації листкової пластини, відставання у рості рослин, ураження точки росту, що може призвести до повної загибелі рослин. Також дослідженнями виявлені зміни форми кошику, непередбачене галуження, деформування або взагалі редукування [192].

Дослідження проводили у 2019 – 2020 роках. Було використано 18 гібридів, стійких до трибенурон-метилу: Бастард, Бізон, Буг, Трістан, Бастіон, Бар'єр та Байт селекції СГІ-НЦНС; Равелін та Феномен – ІР; Альдазор селекції НВП «Агро-Ритм»; П64LE99 та П64LE25 (використаний в якості стандарту) – DuPont Pioneer;

Саксон та Альфа – Elite Select; ST-12004 - Strube; НС 2652 – NS SEME; Субару – Syngenta; КСФ 902 – Caussade semences, а також простий гібрид Віват – нестійкий до трибенурон-метилу в якості контролю. Дослід закладався у двох варіантах: у першому варіанті (варіант 1) проводилась гербіцидна обробка рослин соняшнику, у другому (варіант 2) – обходились без обробки гербіцидом.

Толерантність гібридів соняшнику до трибенурон-метилу визначали на 14-й день після обробки рослин соняшника гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. На рисунку 5.1.1 відображені результати проведеної нами оцінки толерантності гібридів до трибенурон-метилу у 2019 та 2020 роках.

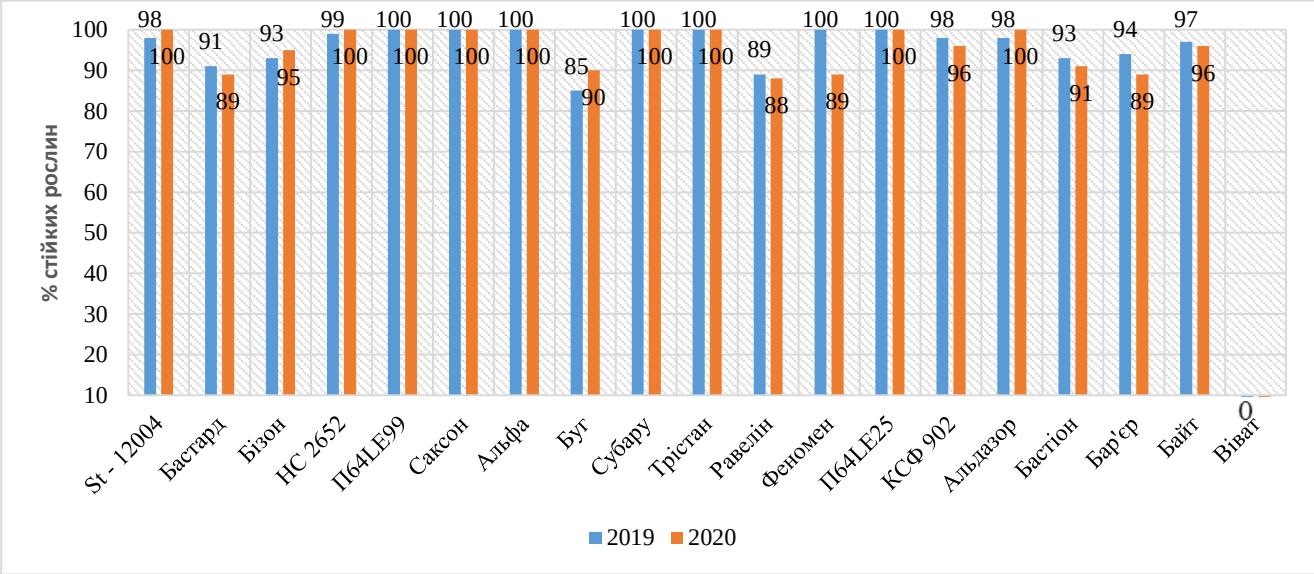

Рисунок 5.1.1 – Рівень толерантності гібридів соняшника до трибенурон-метилу

Гібрид Віват висіяли в якості нестійкого контролю для перевірки надійності використованого нами гербіциду, в результаті обробки яким всі рослини досліджуваного гібриду загинули. Відносно низький рівень стійкості показали гібриди Буг (85%, 90% відповідно) та Равелін (89%, 88% відповідно). Обидва гібриди є трилінійними, де лише один батьківський компонент із трьох є стійкий до трибенурон-метилу, що пояснює втрату 15% і 11% у 2019 році та 10% і 11% у 2020 році відповідно. Високий рівень толерантності показали гібриди ST-12004 (98%), Бастард (91-89%), Бізон (93-95%), КСФ 902 (98-96%), Бастіон (93-91%),

Бар’єр (94-89%) та Байт (97-96%) у 2019 та 2020 роках з незначними втратами, які можуть пояснюватися засміченістю насіння, рівнем генетичної чистоти гібридів та рівнем гібридності. Повну стійкість до трибенурон-метилу (100%) показали гібриди П64LE99, Саксон, Альфа, Субару, Трістан, Феномен, П64LE25 та НС 2552.

Наші спостереження за особливостями росту й розвитку рослин соняшнику в період вегетації дали можливість встановити ступінь впливу гербіциду на основні морфо-біологічні показники рослин соняшнику в онтогенезі.

Погодні умови в роки досліджень значно різнилися за агрометеорологічними показниками. Вони характеризувалися високими температурами повітря та недостатньою кількістю опадів у вегетаційних період, що істотно вплинуло на певні господарсько-ціні ознаки гібридів соняшнику.

Після обробки дослідженого матеріалу трибенурон-метилом спостерігали певні зміни у розвитку рослин соняшнику. У 2019 році спостерігали тенденцію до скорочення періоду «сходи – цвітіння» практично у всіх досліджуваних гібридів соняшнику (табл. 5.1.1). Гібриди П64LE99, Саксон, Буг, Субару та П64LE25 після обробки гербіцидом скоротили період «сходи – цвітіння» на 1 день, що є недостовірною різницею. Недостовірне зменшення періоду на 2 та 3 дні показали гібриди Бізон, Трістан, Равелін, Байт та ST- 12004, Бар'єр відповідно. Тривалість періоду «сходи – цвітіння» у 2019 році залишився без змін у таких гібридів, як Бастард, КСФ 902 та Альдазор. У інших гібридів спостерігається тенденція до скорочення періоду «сходи – цвітіння» від 1 (ПР64LE99, Саксон, Буг, Субару, ПР64LE25) до 5 днів, за виключенням специфічної реакції гібридів Альфа, Феномен та Бастіон, які показали достовірне скорочення тривалості цього періоду.

У 2020 році не спостерігали достовірних змін періоду «сходи – цвітіння» за винятком гібридів Феномен та П64LE25, у яких даний період скоротився на 4 та 5 днів відповідно. Недостовірне зменшення показали гібриди Саксон, Альфа, КСФ 902, Альдазор та Рекольд на – 3, 1, 1, 3 та 1 день відповідно. Зразки ST- 12004, Бастард, Бастіон та Бар’єр не змінили тривалості цього періоду. У більшої частини гібридів (Бізон, НС 2652, Буг, Субару, Трістан, Равелін) спостерігали тенденцію до

збільшення тривалості періоду «сходи – цвітіння», від 1 до 3 днів, що є недостовірним.

Таблиця 5.1.1

Вплив трибенурон-метилу на тривалість періоду "сходи-цвітіння", 2019 – 2020 рр.

Гібрид	Тривалість періоду "сходи-цвітіння", дні							
	2019 рік				2020 рік			
	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.
ST- 12004	53	56	-3	3,02	66	66	0	0,00
Бастард	58	58	0	0,00	64	64	0	0,00
Бізон	58	60	-2	1,94	69	66	3	2,50
НС 2652	55	59	-4	3,46	73	71	2	1,73
П64LE99	58	59	-1	1,73	74	71	3	3,78
Саксон	59	60	-1	0,76	70	73	-3	1,94
Альфа	55	60	-5	4,44	70	71	-1	1,00
Буг	58	59	-1	1,11	67	66	1	1,00
Субару	58	59	-1	0,46	68	67	1	1,73
Трістан	57	59	-2	0,96	68	66	2	4,00
Равелін	56	58	-2	3,46	66	65	1	1,00
Феномен	58	61	-3	5,20	66	70	-4	14,00
П64LE25 ст.	59	60	-1	1,15	66	71	-5	6,05
КСФ 902	58	58	0	0,00	69	70	-1	1,00
Альдазор	58	58	0	0,00	68	71	-3	3,00
Бастіон	57	61	-4	6,93	66	66	0	0,00
Бар'єр	54	57	-3	3,05	64	64	0	0,00
Байт	57	59	-2	1,39	65	66	-1	1,00
Віват	**-	56	-	-	**-	63	-	-

Примітка: *$t_{0,05}$ = 4,30 при dt = 2

**- всі рослини загинули

Водночас у 2019 році, вплив гербіциду на висоту рослин соняшнику був різноспрямованим (табл. 5.1.2). Практично всі вони показали неістотне зменшення висоти рослин, крім гібридів ST – 12004 та Трістан, у яких спостерігали несуттєве збільшення висоти рослин на 8 см, у гібриду Равелін – 6 см, у гібридів Альфа та

Феномен на 3 см. Та тільки у гібридів Бастіон та Бізон спостерігалось достовірне зменшення висоти рослин на 17 та 18 см відповідно.

2020 рік характеризувався посухою. Спостерігали вплив гербіциду на висоту рослин соняшнику, на що також вплинули погодні умови року. Більша частина досліджуваних гібридів (Бастард, Феномен, Альдазор, Равелін, Бар'єр, Бастіон) показала достовірне збільшення висоти рослин від 13 до 20 см. Достовірне зменшення висоти рослин спостерігали у гібридах Альфа та ST- 12004 на 21 та 13 см відповідно. Трибенурон-метил не вплинув істотно на висоту рослин гібридів Бізон (1 см), П64LE99 (2 см), Саксон (8 см), Буг (8 см), Субару (2 см), Трістан (-4 см), КСФ 902 (13 см) та Байт (-11 см).

Таблиця 5.1.2

Вплив трибенурон-метилу на висоту рослин гібридів соняшнику, 2019 – 2020 рр.

Гібрид	Висота рослини, см							
	2019 рік				2020 рік			
	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
ST- 12004	160	152	8	2,00	85	98	-13	4,45
Бастард	155	165	-10	2,69	114	101	13	6,25
Бізон	150	168	-18	7,57	105	104	1	2,6
НС 2652	155	157	-2	0,44	126	115	11	4,48
П64LE99	157	159	-2	0,82	114	112	2	0,46
Саксон	153	160	-7	2,43	109	101	8	3,95
Альфа	154	151	3	1,90	118	139	-21	7,94
Буг	160	163	-3	0,95	103	95	8	2,67
Субару	162	163	-1	0,26	107	105	2	1,31
Трістан	141	133	8	1,60	101	105	-4	3,88
Равелін	160	154	6	0,96	117	98	19	5,03
Феномен	148	145	3	1,13	109	95	14	8,13

Продовження таблиці 5.1.2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
П64LE25 ст.	153	156	-3	1,41	130	120	10	4,10
КСФ 902	142	151	-9	1,79	117	104	13	3,64
Альдазор	149	164	-15	2,98	122	106	16	17,76
Бастіон	145	162	-17	7,36	119	99	20	59,00
Бар'єр	144	146	-2	0,57	122	103	19	6,55
Байт	148	163	-15	3,51	104	115	-11	3,35
Віват	**-	159	-	-	**-	105	-	-

Примітка: *$t_{0,05}$ = 4,30 при dt = 2

**- всі рослини загинули

Щодо діаметра кошика, то дія гербіциду на цю ознаку була різноспрямована у 2019 році (табл. 5.1.3). Спостерігали тенденцію до його зменшення у гібридів Бастіон на 3,2 см; П64LE25 на 1,6 см; Бастард на 1,5 см; П64LE99, Субару та Бар'єр на 1,4 см; Бізон на 1,2 см. Але достовірне зменшення показав тільки Субару. Практично не змінилася величина кошика у Рекольда та Феномена, різниця між варіантами досліду у яких становить 0,1 см. Несуттєве збільшення діаметру спостерігалося у гібридах ST – 12004 (3 см), НС 2652 (1,9 см), Саксон (1,2 см), Альфа (1,4 см), Трістан (1,5 см) та Равелін (2,2 см).

У 2020 році трибенурон-метил не вплинув суттєво на діаметр кошика досліджуваних гібридів за винятком специфічної реакції деяких. У більшості гібридів (Бастард, НС 2652, П64LE99, Саксон, Буг, Равелін, Феномен, П64LE25, КСФ 902, Альдазор, Байт) спостерігали неістотне збільшення діаметра кошика від 0,5 до 3,3 см. Істотне збільшення діаметра кошика встановили у гібрида Бар'єр, що становило 1,7 см. Неістотне та істотне зменшення діаметра кошика показали чотири гібрида Бізон (1,3 см), Альфа (2,2 см), Трістан (2,3 см), Бастіон (1,3 см) та два гібрида ST- 12004 (3 см), Субару (4,7 см) відповідно.

У 2020 році спостерігали приріст вегетативної маси у більшості гібридів. Обробка рослин трибенурон-метилом виявила його стимулюючий вплив на ріст. Такі ж зміни зазначили у своїх дослідах Я. Демурін та А. Перстєньова при обробки рослин соняшнику гербіцидом з групи імідазолінонів в умовах штучного клімату.

Таблиця 5.1.3

Впливом трибенурон-метилу на діаметр кошика, 2019 – 2020 рр.

Гібрид	Діаметр кошика, см							
	2019 рік				2020 рік			
	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.
ST- 12004	22,2	19,2	3,0	2,38	17	24	-3,0	12,12
Бастард	14,8	16,3	-1,5	1,13	14,7	13,2	1,5	3,00
Бізон	14,8	16,0	-1,2	0,58	13,7	15	-1,3	1,22
НС 2652	16,2	14,3	1,9	3,05	16,3	15,8	0,5	1,00
П64LE99	16,8	18,2	-1,4	1,32	17	13,7	3,3	2,77
Саксон	17,0	15,8	1,2	0,70	16,3	15,2	1,1	0,82
Альфа	17,2	15,8	1,4	1,60	15	17,2	-2,2	1,66
Буг	16,2	17,0	-0,8	1,55	16	15,7	0,3	0,56
Субару	17,3	18,7	-1,4	4,84	13	17,7	-4,7	4,67
Трістан	17,8	16,3	1,5	2,60	15	17,3	-2,3	1,94
Равелін	17,0	14,8	2,2	1,98	14,7	12,3	2,4	1,71
Феномен	16,3	16,2	0,1	0,12	14	13,2	0,8	0,90
П64LE25 ст.	16,2	17,8	-1,6	1,39	17,8	15,7	2,1	2,00
КСФ 902	17,7	15,8	1,9	0,95	15,7	14,2	1,5	1,73
Альдазор	17,0	17,3	-0,3	0,76	16	14,5	1,5	3,00
Бастіон	13,0	16,2	-3,2	2,71	13,7	15	-1,3	0,61
Бар'єр	14,3	15,7	-1,4	1,51	14	12,3	1,7	5,00
Байт	16,3	16,2	0,1	0,28	13,3	12,8	0,5	0,29
Віват	**-	17,3	-	-	**-	19,2	-	-

Примітка: *$t_{0,05}$ = 4,30 при dt = 2
**- всі рослини загинули

Дані (табл. 5.1.4) свідчать, що трибенурон-метил вплинув певною мірою (різноспрямовано) на урожайність насіння соняшнику у 2019 році та практично не вплинув у 2020 році.

У 2019 році у всіх гібридів, за винятком НС 2652, ПР64LE99, Саксон та Альдазор, спостерігали тенденцію до зниження урожайності. Гібриди Трістан, Равелін та Альфа зменшили урожайність на 0,61 0,64 та 0,58 т/га відповідно. Крім того, трибенурон-метил практично не вплинув на показник гібриду НС 2652, різниця була незначна – 0,04 т/га. Трибенурон-метил найбільше вплинув позитивно на гібрид Саксон, у якого урожайність зросла від 1,67 т/га до 2,52 т/га, із

достовірною різницею 0,85 т/га. Приріст врожаю також спостерігали у гібридів П64LE99 – 0,20 т/га та Альдазор – 0,56 т/га.

У 2020 році неістотно збільшили врожайність дев’ять досліджуваних гібридів Бізон, НС 2652, П64LE99, Буг, Равелін, КСФ 902, Альдазор, Бар'єр, Байт на 0,23, 0,05, 0,22, 0,01, 0,07, 0,03, 0,14, 0,37, 0,04 т/га відповідно та істотно збільшив врожайність один гібрид П64LE25 на 0,77 т/га. Зменшення урожайності гібридів ST- 12004, Бастард, Саксон, Альфа, Субару, Трістан, Феномен та Бастіон на 0,04, 0,19, 0,38, 0,21, 0,08, 0,17, 0,26 та 0,18 т/га виявилося неістотним.

Таблиця 5.1.4

Вплив трибенурон-метилу на урожайність насіння гібридів соняшнику F_1, 2019 – 2020 рр.

Гібрид	Урожайність, т/га							
	2019 рік				2020 рік			
	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.
ST- 12004	1,15	1,36	-0,21	1,81	0,82	0,86	-0,04	0,02
Бастард	0,89	1,32	-0,43	2,38	1,28	1,47	-0,19	0,87
Бізон	0,73	0,94	-0,21	1,80	1,02	0,79	0,23	0,18
НС 2652	0,99	0,95	0,04	0,26	1,71	1,66	0,05	0,66
П64LE99	2,28	2,08	0,20	0,79	1,52	1,30	0,22	0,52
Саксон	2,52	1,67	0,85	6,37	1,23	1,61	-0,38	0,05
Альфа	2,30	2,88	-0,58	4,91	1,44	1,65	-0,21	1,02
Буг	1,45	1,76	-0,31	1,06	0,86	0,85	0,01	0,04
Субару	1,44	1,68	-0,24	1,65	1,51	1,59	-0,08	0,54
Трістан	0,88	1,49	-0,61	4,65	0,78	0,95	-0,17	1,18
Равелін	0,68	1,32	-0,64	4,48	1,10	1,03	0,07	0,32
Феномен	1,63	1,97	-0,34	0,41	1,25	1,51	-0,26	2,51
П64LE25 ст.	2,53	2,81	-0,28	2,23	1,61	0,84	0,77	4,50
КСФ 902	2,02	2,32	-0,30	1,10	1,55	1,52	0,03	0,11
Альдазор	2,60	2,04	0,56	4,42	1,71	1,57	0,14	2,06
Бастіон	0,85	1,07	-0,22	0,94	1,20	1,38	-0,18	0,67
Бар'єр	1,40	1,54	-0,14	0,70	1,68	1,31	0,37	3,29
Байт	1,31	1,73	-0,42	5,98	1,18	1,14	0,04	0,23
Віват	**-	1,80	-	-	**-	1,22	-	-

Примітка: *$t_{0,05}$ = 4,30 при dt = 2
**- всі рослини загинули

У таблиці 5.1.5 показано вплив трибенурон-метилу на вміст олії в насінні досліджуваних гібридів. Якщо у 2019 році зміни в олійності соняшнику виявилися несуттєвими, то у 2020 році відсутність достатньої кількості опадів істотно позначилася на вмісті олії в насінні досліджуваних гібридів.

У 2019 році у гібридів Бар'єр та Байт даний показник знизився несуттєво на 1,8 та 1,6 % відповідно. В той же час у Субару та Бізон він неістотно збільшився на 1,7 та 1,3 %. Практично не змінився вміст олії у гібридів НС 2652, Саксон, Альфа та Бастіон.

У 2020 році спостерігали зниження вмісту олії в насінні соняшнику усіх досліджуваних гібридах. У їхній більшості ST- 12004; Бізон; НС 2652; П64LE99; Саксон; Трістан; Феномен; КСФ 902; Бар'єр – істотно зменшився вміст олії в насінні від 2,2 % до 3,7 %, тобто 5 та 8 % від загальної маси. У гібридів Бастард, Альфа, Субару, Равелін, П64LE25, Альдазор та Байт неістотно знизилась олійність на 2,8, 3,4, 2,2, 1,3, 2,5, 2,4 та 2,2 % відповідно [193].

Таблиця 5.1.5

Вплив трибенурон-метилу на вміст олії в насінні, 2019 – 2020 рр.

Гібрид	Олійність, %							
	2019 рік				2020 рік			
	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.	варіант 1	варіант 2	+/- від контролю	t* факт.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
ST- 12004	46,7	45,8	0,9	0,42	43,9	46,8	-2,9	4,81
Бастард	48,8	47,9	0,9	1,47	42,5	45,3	-2,8	2,94
Бізон	45,1	43,8	1,3	1,50	43,2	46,9	-3,7	5,27
НС 2652	44,0	44,2	-0,2	0,34	46,1	47,9	-1,8	4,52
П64LE99	46,3	47,1	-0,8	0,63	44,8	47,4	-2,6	11,29
Саксон	47,3	47,2	0,1	0,06	44,3	47,2	-2,9	5,03
Альфа	50,5	50,1	0,4	0,50	45,3	48,7	-3,4	3,46
Буг	47,5	48,6	-1,1	0,86	41,5	45,7	-4,2	6,11
Субару	49,9	48,2	1,7	1,33	46,7	48,9	-2,2	2,40
Трістан	51,3	53,2	-1,9	1,48	45,4	48,7	-3,3	4,73
Равелін	44,2	45,0	-0,8	0,22	44,7	46,0	-1,3	2,36
Феномен	49,9	51,0	-1,1	1,05	45,5	48,2	-2,7	4,44

Продовження таблиці 5.1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
П64LE25 ст. КСФ 902	51,1 50,6	51,7 49,4	-0,6 1,2	0,90 0,66	45,8 45,5	48,3 48,2	-2,5 -2,7	3,36 15,67
Альдазор	49,9	50,0	-0,1	0,07	45,5	47,9	-2,4	2,58
Бастіон	43,9	44,1	0,2	0,20	44,7	47,4	-2,7	4,18
Бар'єр	44,6	45,0	-0,4	0,74	43,2	45,4	-2,2	4,83
Рекольд	45,4	47,0	-1,6	1,89	45,7	47,9	-2,2	1,90
Віват	**-	51,2	-	-	**-	48,5	-	-

Примітка: *$t_{0,05}$ = 4,30 при dt = 2

**- всі рослини загинули

5.2. Характеристика нових та експериментальних гібридів соняшнику стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин

Важливим результатом досліджень є виникнення майнових прав інтелектуальної власності на поширення сортів рослин в Україні – трилінійного середньораннього гібриду лінолевого типу стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин Бар’єр (заявка №17039107 від 05.12.2017 р.). Стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин середньоранні гібриди лінолевого типу - Бастард (заявка №19039042 від 28.11.2019 р.) та Байт (заявка №20039095 від 01.12.2020 р.) проходять державну кваліфікаційну експертизу в експертних закладах державної системи охорони прав на сорти рослин [194, 195].

Гібрид Бар’єр – трилінійний середньоранній (Од 135 А х ОС 1001 В) гібрид лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи суфонілсичовин. Створений у результаті схрещування простого стерильного гібриду Од 135 А (Од 1035 А х Од 1002 Б) зі стійким до трибенурон-метилу батьківським компонентом ОС 1001 В, який досліджували протягом виконання дисертаційної роботи (рис. 5.2.1, 5.2.2).

Рослини гібриду першого покоління мають помірну інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилю. Листок середнього розміру зі слабкою пухирчастістю та грубими зубцями. Має сильно виражену опушеність верхівки стебла. Язичкові квітки забарвлені у помірно-жовтий колір, мають середню

щільність та довгі за довжиною з вузькояйцеподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зеленого кольору, злегка охоплюють кошик. Рослина середньої висоти з відсутнім галуженням стебла. Положення кошика напівобернене донизу разом із прямим стеблом. Кошик середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкояйцеподібної форми, середнього розміру. Сім'янка забарвлена у чорний колір зі слабкою смугастістю на краях та між краями, колір смужок сірий.

Гібрид відносно стійкий до вилягання, осипання насіння, посухи. Ураження хворобами незначне. Стійкий до 5-ти рас (А-Е) вовчка. Помірно уражується новими расами вовчка та несправжньої борошнистої роси.

Рисунок 5.2.1 – Гібрид соняшнику Бар'єр

Рисунок 5.2.2 – Кошик гібриду Бар'єр

Гібрид Бастард – трилінійний середньоранній (Од 135 А х ОС 1019 В), лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи сульфонілсичовин (трибенурон-метил). Створений від схрещування простого стерильного гібриду Од 135 А (Од 1003 А х Од 1002 Б) з батьківським компонентом ОС 1019 В (рис. 5.2.3).

Рослини гібриду першого покоління мають помірну інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилю. Листок з помірною інтенсивністю забарвлення, великого розміру, середньою пухирчастістю та середніми зубцями. Має середнього типу опушення верхівки стебла. Язичкові квітки забарвлені у помірно-жовтий колір, нещільні, довгі за довжиною з вузьковеретеноподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зелені, злегка охоплюють кошик. Рослина середньої висоти з відсутнім галуженням стебла. Кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом. Кошик середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкояйцеподібної форми, середнього розміру, забарвлена у чорний

колір зі слабкою смугастістю на краях та з відсутніми смужками між краями, колір смужок сірий.

Рисунок 5.2.3 – Кошик гібриду соняшнику Бастард

Гібрид Бастард відносно стійкий проти вилягання, осипання насіння та посухи. Ураження хворобами незначне. Стійкий до 5-ти рас (А-Е) вовчка. Помірно уражується новими расами вовчка та несправжньої борошнистої роси.

Гібрид Байт – трилінійний середньоранній (Од 231 А х ОС 1019 В), лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи сульфонілсичовин (трибенурон-метил). Створений схрещуванням дволінійного стерильного гібриду Од 231 А (Од 1002 А х Од 1003 Б) з батьком ОС 1019 В (рис. 5.2.4).

Рисунок 5.2.4 – Кошик гібриду соняшнику Байт

Рослини першого покоління мають помірне антоціанового забарвлення гіпокотилю. Листок з помірною інтенсивністю забарвлення, великого розміру з сильною пухирчастістю та середніми за розміром зубцями. Має середній тип опушення верхівки стебла. Язичкові квітки помірно-жовтого кольору, мають середню щільність, середньої довжини з яйцеподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зелені, злегка охоплюють кошик. Рослина середня за висотою з негалуженим стеблом. Кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом, середнього розміру, випуклої форми. Сім’янка широкояйцеподібної форми, середнього розміру, забарвлена у чорний колір з відсутньою смугастістю на краях та з відсутніми смужками між краями.

Гібрид Байт відносно стійкий до вилягання, осипання насіння та посухи. Ураження хворобами незначне. Стійкий до 6-ти рас вовчка. Помірно уражується новими расами вовчка та несправжньої борошнистої роси.

Таблиця 5.2.1

Характеристика нових та експериментальних гібридів соняшнику, стійких до сульфонілсечовинних гербіцидів (ЕСВ СГІ-НЦНС, середнє за 2019-2020 рр.)

Гібрид	Урожайність, т/га	Маса 1000 насінин, г	Вміст олії, %	Вихід олії, кг/га	Вміст білка, %	Висота рослини, см	Період вегетації, діб
Бар'єр	3,50	58,0	50,3	1761	18,3	176	117
Бастард	2,98	57,0	50,1	1493	18,2	170	120
Байт	2,84	62,7	49,6	1408	12,1	169	119
Бастіон ст.	3,06	73,0	51,0	1561	16,0	171	121

Створені гібриди мають достатньо високі показники урожайності та збір олії з 1 га (табл. 5.2.1). Найбільшу урожайність має стійкий до гербіциду Гранстар Про 75% в.г. гібрид Бар'єр – 3,50 т/га та збором олії з 1 га 1761 кг/га. Усі отримані гібриди високотехнологічні з рівномірним цвітінням та визріванням, мають помірну стійкість до основних збудників хвороб та нових раз вовчка, слабо осипаються при перестої, посухостійкі.

5.3. Економічна ефективність вирощування гібриду соняшнику Бар'єр у зонах Степу та Лісостепу

Соняшник є першою серед олійних культур за обсягами виробництва та переробки. Висока конкурентоспроможність соняшнику з використання сучасних технологій вирощування, які забезпечують високу врожайність і якість продукції, можлива за умови підвищення рівня рентабельності шляхом зниження показників

собівартості. Наукові дослідження показують, що економічно вигідними вважаються технології, які передбачають менші об'єми енерговитрат на виробництво одиниці продукції при одночасному формуванні культурами максимальної продуктивності [196].

Розвиток виробництва олійних культур відбувається на основі підвищення економічної ефективності їхнього виробництва. За цих умов забезпечується зростання валової і товарної продукції олійних культур, зміцнюється матеріально-технічна база галузі. Економічна ефективність вирощування олійних культур характеризується системою таких показників: урожайність, продуктивність праці, собівартість продукції, ціна реалізації 1 ц насіння, валовий прибуток на 1 ц насіння і на 1 га посівної площі, рівень рентабельності виробництва насіння [197, 198].

У ринкових умовах, коли головною метою кожного підприємства є максимізація прибутку, необхідною умовою діяльності кожного підприємства є підвищення ефективності виробництва. Безпосередньо для виробництва соняшнику, як однієї з провідних олійних культур, можна запропонувати вирощування різних гібридів. Для підвищення врожайності та якості соняшнику великого значення набуває підбір нових гібридів, з широкими адаптаційними можливостями до специфічних зональних умов і найбільш повно використовують свій генетичний потенціал їх продуктивності [199].

Кінцевим результатом будь-якого виробництва, в тому числі вирощування сільськогосподарських культур, має ефективність та прибутковість, тобто виробництво будь-якої продукції має бути економічно виправданим.

Для оцінки економічної ефективності вирощування нових гібридів соняшнику було обрано гібрид Бар’єр.

Бар’єр – це трилінійний середньоранній (115-120 днів) гібрид лінолевого типу стійкий до гербіцидів сульфонілсичовинної групи. Інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилю помірна. Листок середнього розміру. Пухирчастість листка слабка, зубці грубі. Опушеність верхівки стебла сильна. Час цвітіння середній. Язичкові квітки помірно-жовтого кольору, середньої щільності та довжини, вузькояйцеподібної форми. Зовнішні листки обгортки помірно-

зеленого кольору, злегка охоплюють кошик. Рослина висока (170-175 см), галуження відсутнє. Положення кошика напівобернене донизу разом із прямим стеблом. Кошик середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широко яйцеподібної форми, середнього розміру, за основним кольором чорна, смугастість на краях та між краями сім'янки відсутня або дуже слабка, колір смужок сірий.

Середня урожайність за період випробування в зоні Степу – 2,85 т/га, гарантований приріст - 0,8 ц/га. Потенційна урожайність – 4,1 т/га. Маса 1000 насінин – 58,5-65,5 г. Вміст жиру – 48-50%, білка – 15,8%. Вихід олії – 1531 кг/га.

Гібрид відносно стійкий до вилягання, осипання насіння, посухи. Ураження хворобами незначне. Стійкий до 5-ти рас (А-Е) вовчка. Помірно уражується новими расами вовчка та несправжньої борошнистої роси.

У досліді використані результати польових та лабораторних досліджень за показниками кваліфікаційної експертизи сортів, які були надані Українським інститутом експертизи сортів рослин у порівнянні до умовного стандарту (усереднена урожайність сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років протягом 2018 – 2019 рр.).

Результати досліджень кваліфікаційної експертизи показали варіювання основних показників (урожайність, діаметр кошика, висота рослини, маса 1000 насінин, тривалість періоду вегетації) гібриду Бар'єр відносно екологічних зон вирощування у 2018 – 2019 рр. (табл. 5.3.1).

В зоні Степу досліди проводили в чотирьох філіях: Луганська, Дніпропетровська, Миколаївська та Донецька. У 2018 році найвища урожайність була в Дніпропетровській філії та сягала 4,37 т/га при найменшому діаметрі кошика (13 см), а найменший урожай був у Донецькій філії – 14,1 ц/га з найбільшим діаметром кошика (26,0 см). Незважаючи на найнижчий показник діаметра кошика, маса 1000 насінин виявилася найбільшою – 70,5 г. В Луганській маса 1000 насінин була найменша, що становила 41,6 г та висота гібриду виявилася найбільшою – 196,0 см, а найнижча у Донецькій – 146,0 см. Тривалість періоду вегетації коливалась від 129 днів (Миколаївська філія) до 119 днів (Луганська філія).

Таблиця 5.3.1

Польові та лабораторні дослідження кваліфікаційної експертизи гібриду Бар'єр у Степу та Лісостепу, 2018 – 2019 рр.

Заклади експертизи	Рік	Урожайність, т/га	Маса 1000 сім'янок, г	Діаметр кошика, см	Висота рослини, см	ТПВ, діб
Степ						
Луганський ОДЦЕСР	2018 2019	2,14 1,85	41,6 47,8	19,0 18,0	196,0 143,0	119,0 113,0
Дніпропетровський ОДЦЕСР	2018 2019	4,37 -	70,5 66,1	13,0 14,0	184,0 183,0	125,0 129,0
Миколаївський ОДЦЕСР	2018 2019	2,78 2,50	61,8 58,0	25,0 19,0	177,0 143,0	129,0 116,0
Донецький ОДЦЕСР	2018 2019	1,41 2,58	61,2 88,7	26,0 13,0	146,0 156,0	122,0 119,0
Лісостеп						
Вінницький ОДЦЕСР	2018 2019	3,60 4,30	60,3 79,7	18,0 20,0	230,0 189,0	121,0 127,0
Сумський ОДЦЕСР	2018 2019	3,32 3,46	40,3 63,4	15,0 17,0	175,0 140,0	120,0 123,0
Харківський ОДЦЕСР	2018 2019	1,61 3,05	65,7 56,7	17,6 13,0	210,0 170,9	119,0 116,0
Черкаський ОДЦЕСР	2018 2019	2,64 -	92,1 57,2	17,0 19,0	204,0 191,0	117,0 120,0

У 2019 році урожайність гібриду Бар'єр була дещо меншою та коливалась від 2,58 т/га у Донецькій філії до 1,85 т/га у Луганській. Незважаючи на низьку урожайність, маса 1000 насінини була значно вищою проти 2018 року. Максимальне значення цього показника було в Донецькій філії та становило 88,7 г,

а найменше в Луганській – 47,8 г. Діаметр кошика також був менший у порівнянні з 2018 роком. Найбільша величина кошика спостерігалась в Миколаївській філії, але висота рослини була найменша (143,0 см). Найменший діаметр кошика отриманий в Донецькій філії – 13,0 см з висотою рослини 156,0 см. Найбільша та найменша кількість днів вегетації гібриду виявили у Дніпропетровській (129 днів) та Луганській (113 днів) філіях відповідно.

У зоні Лісостепу усі досліджувані ознаки показали значно вищі результати. Дослідження також проводили в чотирьох філіях: Вінницька, Сумська, Харківська, Черкаська. У 2018 році найбільше та найменше значення урожайності показали Вінницька (3,60 т/га) та Харківська (1,61 т/га) філії відповідно. Найвищий показник маси 1000 насінин був у Черкаській філії – 92,1 г, а найменший у Сумській – 40,3 г, якому також відповідає найменший діаметр кошика 15,0 см. Найвищими рослини гібриду були у Вінницькій філії, що сягали 230,0 см, а найнижчими виявилися у Сумський та не перевищували 175 см. Тривалість вегетації гібриду в порівнянні з зоною Степу значно не змінилися та варіювала від 117 діб (Черкаська філія) до 121 доби (Вінницька філія).

У 2019 році урожайність у Вінницькій філії досягла 4,30 т/га, а у Харківській не перевищувала 3,05 т/га. Маса 1000 насінин коливалась від максимального значення у Вінницькій філії, що становила 79,7 г, до мінімального у Харківській з масою 56,7 г. Найбільший діаметр кошика спостерігали у Вінницькій філії розміром 20,0 см, а найменший у Харківській – 13,0 см. Найвищу висоту рослин спостерігали в Черкаській філії – 191,0 см, а найнижчу у Сумській – 140,0 см. Вінницька філія, знову таки, показала найвищу тривалість вегетації, що становила 127 діб, а найменше значення цього показника було у Харківській філії – 116 діб.

Аналіз підрахунків економічної ефективності вирощування гібриду Бар’єр у зоні Степу показав наступне (табл. 5.3.2).

Таблиця 5.3.2

Економічна ефективність вирощування гібриду Бар'єр у Степу, 2018-2019 рр.

Показник	2018 рік		2019 рік	
	Бар'єр	ум. ст.	Бар'єр	ум. ст.
Урожайність, т/га	2,48	2,17	2,31	2,11
Ціна реалізації продукції, грн/т	10750,00		9700,00	
Виробничі витрати, грн/т	7525,00		7690,00	
Виручка від реалізації продукції, грн/га	26660,00	23327,50	22407,00	20467,00
Повна собівартість вирощеної продукції, грн/га	18662,00	16329,25	17763,90	16225,90
Чистий прибуток, грн/га ± до ум. ст. % до ум. ст.	7998,00 999,75 114,29	6998,25 - 100	4643,10 402,00 109,48	4241,10 - 100

У 2018 році ціна 1-ї т насіння соняшнику становила 10750 грн та витрати на вирощування склали майже 70% від загальної суми реалізації з 1-го га. Незважаючи на відносно високий відсоток витрат, чистий прибуток Бар'єр склав 7998 грн/га при урожайності гібрида 2,48 т/га. Урожайність умовного стандарту складала 2,17 т/га, що на 0,31 т/га нижче за урожайність гібриду Бар'єр. Тим самим чистий прибуток умовного стандарту склав 6998,25 грн/га, що на 999,75 грн менше в порівнянні з гібридом Бар'єр. Більша урожайність гібриду відповідає більшому прибутку з одиниці площі.

У 2019 році ціна на насіння соняшнику знизилася приблизно на 10% у порівнянні з 2018 роком та становила 9700 грн/т. Витрати на вирощування 1 га соняшнику зросли до 7690 грн/га, що зменшило чистий прибуток від вирощування

насіння. Він склав 4643,10 грн/га (Бар'єр) та 4241,10 грн/га (умовний стандарт), що на 38 % нижче від показника попереднього року.

При вирощувані гібриду Бар'єр у зоні Лісостепу результати кваліфікаційної експертизи показали вищу урожайність ніж у зоні Степу (табл. 5.3.3).

Таблиця 5.3.3

Економічна ефективність вирощування гібриду Бар'єр у Лісостепу, 2018-2019 рр.

Показник	2018 рік		2019 рік	
	Бар'єр	умовний стандарт	Бар'єр	умовний стандарт
Урожайність, т/га	2,79	2,44	3,38	2,39
Ціна реалізації продукції, грн/т	10750,00		9700,00	
Виробничі витрати, грн/т	7525,00		7690,00	
Виручка від реалізації продукції, грн/га	29992,50	26230,00	32786,00	23183,00
Повна собівартість вирощеної продукції, грн/га	20994,75	18361,00	25992,20	18379,10
Чистий прибуток, грн/га ± до ум. ст. % до ум. ст.	8997,75 1128,55 114,34	7869,20 - 100	6793,80 1989,90 141,42	4803,9 - 100

В результаті розрахунку економічної ефективності вирощування гібриду Бар'єр виявилось, що вирощування та реалізація насіння має досить високий рівень рентабельності у Лісостеповій зоні – 114,34% у 2018 році та 141,42% у 2019 році. Це свідчить про те, що впровадження гібриду Бар'єр дасть високий економічний ефект від його вирощування.

На основі дослідження можна зробити висновок, що вирощування гібриду Бар'єр у зоні Лісостепу є економічно виправданим і прибутковим. Тому широке

впровадження цього гібриду у виробництво дасть найвищий економічний ефект і є найбільш економічно виправданим.

Висновки до розділу 5

1. Після обробки гербіцидом Гранстар Про 75% в.г. з діючою речовиною трибенурон-метил у рослин соняшнику відбуваються певні зміни морфо-біологічних ознак. Найбільші з них позначилися на урожайності насіння та висоті рослин, практично не викликали змін у тривалості періоду «сходи-цвітіння», діаметрі кошика та рівні олійності насіння. Кращі гібриди соняшнику вітчизняної селекції мають однаковий ступінь стійкості до трибенурон-метилу при їх порівнянні із кращими зарубіжними зразками. Трибенурон-метил не впливає негативно на гібриди соняшнику. Спостерігали лише специфічну реакцію певних гібридів по деяких ознаках.

2. За результатами виконаних досліджень до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було занесено гібрид Бар'єр. Гібриди Бастард і Байт наразі проходять Державне сортовипробування. Усі отримані гібриди високотехнологічні з рівномірним цвітінням та визріванням, мають помірну стійкість до нових збудників хвороб та нових раз вовчка, слабо осипаються при перестої, посухостійкі.

3. Показано економічну ефективність вирощування гібриду Бар'єр у зонах Степу та Лісостепу. Результати обчислень підтверджують доцільність впровадження цього гібриду у виробництво, що дасть найбільший економічний ефект і є найбільш економічно виправданим у зазначених зонах.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

1. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф. Вплив трибенурон-метилу на урожайність та морфо-біологчні ознаки гібридів соняшнику. *Зрошуване землеробство:* міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 74. С. 117-121 [216]

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведене теоретичне обгрунтування та теоретичне вирішення важливої наукової проблеми в селекції соняшнику щодо створення нового вихідного матеріалу стійкого до ALS–інгібуючих гербіцидів, адаптованого до умов нестійкого та недостатнього зволоження Південного Степу України. Узагальнено та проаналізовано сучасний стан і результати вітчизняних та закордонних досліджень щодо історичних відомостей про соняшник та початок наукової селекції; дослідження селекції вихідного матеріалу, самозапилених ліній та гібридів соняшнику, стійких до ALS–інгібуючих гербіцидів, у тому числі, з використанням ДНК-маркерів. Наведено практичне вирішення поставлених наукових завдань по створенню нового вихідного матеріалу соняшнику стійкого до ALS-інгібуючих гербіцидів та його добору. Обґрунтуванно методики оцінки та створення нового матеріалу для селекції соняшнику на стійкість до гербіцидів в польових та лабораторних умовах. Визначено доцільність використання донорів зі стійкістю до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів у селекційних програмах. Встановлено закономірності прояву ознак стійкості до діючих речовин: трибенурон-метил (гербіциди групи сульфонілсечовин) та імазапір імазамокс (гербіциди групи імідазолінонів). Показано характер мінливості основних морфо-біологічний та господарських ознах у гібридів та їх батьківських компонентів під дією гербіцидів. Важливим результатом досліджень є виникнення майнових прав інтелектуальної власності на поширення сортів рослин в Україні гібриду соняшника трилінійного середньораннього гібриду лінолевого типу стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин - Бар’єр. Сформовано висновки та рекомендації для практичної селекції. За отриманими результатами досліджень сформульовано наступні висновки та рекомендації для практичної селекції й аграрного виробництва:

1. Дослідження генетичної колекції самозапилених ліній, в тому числі із використанням ДНК маркування, дозволило сформувати дві базові колекції самозапилених ліній соняшнику: Sures 1, Sures 2, X 201 B, OC 1001 B, OC 1031 B,

ОС 1091 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В ОС 2017 В, ОС 1021 В, VLA 8 Su – стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин та Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, НА 425, RHA 427, RHA 443, ОС 7 В, ОС 8 В, ОС 9 В, ОС 1063 В, ОС 2018 В - стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів. Встановлено високий рівень стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів більшості досліджуваних генотипів та визначено доцільність використання їх у селекційних програмах по створенню нового вихідного матеріалу.

2. Встановлено закономірності успадковування ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» (д.р. трибенурон-метил) за моногенним домінантним типом у чотирьох гібридних комбінаціях F_1 (ОС 2017 В х ОС 1099 В, Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х Од 1318 В, Од 1318 В х ОС 1295 В) та у трьох популяціях F_2 (ОС 2017 В х ОС 1099 В, Sures 1 х Од 1002 Б, Sures 1 х Од 1318 В), про що свідчать їх розщеплення.

3. Доведено, що успадковування ознаки «стійкість до гербіцидів групи імідазолінонів» (д.р. імазапір імазамокс). За характером розщеплення трьох популяцій F_2 (ОС 1029 В х ОС 8 В, ОС 1002 Б х НА 425, НА 443 х Од 1035 Б) встановили, що ознака стійкості до гербіциду успадковується за типом неповного домінування, про що свідчать розщеплення генотипів другого покоління.

4. Показана можливість ідентифікації та маркерного добору гібридних рослин F_1 та F_2 отриманих від схрещувань з носіями гену *AHAS1*. Добір гомозиготних рослин стійких до гербіцидів групи імідазолінонів за морфологічними ознаками, що проявляється у зміні кольору органів рослин. Ген *Imr* у гетерозиготному стані проявляється у пожовтінні рослин соняшнику на початкових етапах після обробки гербіцидом. Дану особливість можна використовувати як маркерну ознаку при доборах гомозиготних рослин стійких до гербіцидів групи імідазолінонів.

5. За результатами польових досліджень та маркерного аналізу популяції F_2-F_3 для подальшої селекційної роботи рекомендовані гомозиготні сегреганти, генотип яких відповідає генотипу батьківських ліній-донорів генів стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів. Результатами дослідження було отримання 46

гомозиготних генотипів стійких до трибенурон-метилу. Вони складуть основу вихідного матеріалу для селекції нових самозапилених ліній адаптованих до умов Південного Степу України з генетично обумовленою стійкістю до НБР та ALS-інгібуючих гербіцидів з комплексом господарсько цінних ознак.

6. Фенотипова оцінка стійкості до НБР (лабораторний імунологічний експрес метод) та стійкість до гербіцидів (в умовах теплиці та поля) підтвердили данні маркерногот добору. Доведено можливість поєднання в одному генотипі стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин та стійкість до несправжньої борошнистої роси (НБР). Результатом дослідження було виділення цінних генотипів з комплексною стійкістю до трибенурон-метилу та НБР, які залучені до програм зі створенню гібридів соняшнику.

7. Використання результатів оцінок стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів в полі та умовах штучного клімату дозволить веритифікувати дані маркерного добору та ідентифікація зразків F_2-F_3 – носіїв гена стійкості *AHAS1* в гомозиготному стані.

8. Встановлено відсутність негативного впливу гербіциду Гранстар Про 75% в.г. (д.р. трибенурон-метил) на основні морфо-біологічні ознаки (висота рослин, діаметр кошика, тривалість періоду сходи-цвітіння), урожайність насіння та вміст олії в насінні гібридів соняшнику. Зміни, які спостерігалися у деяких гібридах соняшнику, після обробки гербіцидом, були несуттєвими та не викликали порушень у технологічності гібридів.

9. Важливим результатом досліджень є виникнення майнових прав інтелектуальної власності на поширення сортів рослин в Україні трилінійного середньораннього гібриду соняшнику лінолевого типу стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин - Бар’єр. Гібриди лінолевого типу стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин – Бастард та Байт наразі проходять державну кваліфікаційну експертизу в експертних закладах державної системи охорони прав на сорти рослин.

10. Нові гібриди Бар’єр, Бастард та Байт показують достатньо високі показники за урожаностю насіння та збором олії з одиниці площі. Усі гібриди

високотехнологічні, посухостійкі, характеризуються доволі рівномірним цвітінням та дозріванням. Мають помірну стійкість до основних рас збудників хвороб та нових рас вовчка.

11. Доведено, що за економічними та господарськими показниками гібрид Бар'єр має досить високий рівень рентабельності при вирощуванні його в Степу та Лісостепу. За основними показниками він не поступається кращим гібридам закордонної та вітчизняної селекції, а за адаптивною здатністю до умов Південного Степу України значно їх перевищує. Широке впровадження даного гібриду у виробництво дасть високий економічний ефект.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів пропонується використовувати комплексний підхід до створення нового вихідного матеріалу для селекції соняшнику, з долученням маркерної технології, що дає змогу не тільки відстежити гомозиготні генотипи, але й значно скоротити термін створення вихідного матеріалу, самозапилених ліній і гібридів.
2. Створені в результаті проведених досліджень 46 гомозиготних генотипів, стійких до трибенурон-метилу та НБР, рекомендовано використовувати у схрещуваннях для отримання нового вихідного матеріалу, самозапилених ліній та гібридів соняшнику.
3. Базову ознакову колекції джерел стійкості соняшнику до ALS-інгібуючих гербіцидів рекомендовано для використання в селекційних програмах для створення нового вихідного матеріалу та високопродуктивних гібридів.
4. У сільськогосподарському виробництві рекомендується використовувати стійкий до трибенурон-метилу середньоранній гібрид соняшнику лінолевого типу - Бар’єр, який занесені до державного реєстру сортів рослин дозволених для розповсюдження в Україні на 2020 рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пустовойт В.С. Соняшник. М. : Колос, 1975. 591 с.
2. Вольф В.Г. Соняшник. К.: Урожай, 1972. 228 с.
3. Куперман Ф.М., Ржанова Е.И., Мурашев В.В. и др. Биология развития культурных растений: учеб. пособие. Москва: Высшая Школа, 1982. 343 с.
4. Вавилов Н.И. Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.). Петроград, 1922. 228 с.
5. Коваленко Н.П. Історичний шлях становлення соняшнику і його місце в сівозмінах України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. с. 73–78.
6. Погорлецкий Б.К., Балаян В.М. Рассказы о масличных растениях. Москва, 1986. С. 12-24.
7. Шмац Х. Селекция растений. Москва: Колос, 1973. 295 с.
8. Пустовойт В.С. Подсолнечник. Монография. Москва: Колос, 1975. 590 с.
9. Соняшник. Історія виникнення та введення в культуру. Історія науки та біографістика: електрон. наук. фах. вид [Електроний ресурс]/Косенко Р.О. Київ, 2015. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2015_4_11. (дата звернення: 13.12.2018). Назва з екрана.
10. Кириченко В.В. Селекция и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). Харьков, 2005. 385 с.
11. Вавилов Н.И. Учение о происхождение культурных растений после Дарвина. 1940. С. 55-75.
12. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1987. 440 с.
13. Косенко Р.О. Історія становлення та розвитку гетерозисної селекції соняшнику в Україні (друга половина XX – початок XXI ст.): монографія. Харків, 2018. 212 с.

14. Вавилов Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений (1927). *Происхождение и география культурных растений*. Л.: Наука, 1987. С. 135–146.

15. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Колос, 1971. 752 с.

16. Анащенко А.В. Центры происхождения геномов и центры наибольшего разнообразия видов и форм рода Helianthus. *Вестник сельскохозяйственной науки.* Москва: Колос, 1982. №6 (309). С. 47-53.

17. Орлов А.И. Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями. Киев, 2013. 624 с.

18. Шувалов Е.И. Краткий литературный обзор в помощь изучающим историю подсолнечника. Краснодар, 1990. 55 с.

19. Фадеев Л.В. Подсолнечник Украины – сегодня и завтра. Харьков: Спец ЭММ, 2014. 129 с.

20. Вольф В.Г. Подсолнечник. *Селекция технических и кормовых культур*. Киев, 1978. С. 31-41.

21. Шаталова А.С. Исследование качества подсолнечного масла. *Современная молодежь – исследователи XXI века*: мат. II Межд. студ. науч.-прак. конф. Орёл, 2017. С. 222 – 223.

22. Вольф В.Г. Селекция и семеноводство подсолнечника на Украине за 50 лет. Селекция и семеноводство. Киев, 1968. Вып. 9. С. 42-46.

23. Вольф В.Г. Соняшник на Україні. К.: Урожай, 1972. 228 с.

24. Пустовойт Г.В. Развитие идей Пустовойта В.С. в селекции и семеноводстве подсолнечника на современном этапе. *Сельскохозяйственная биология*. 1986. № 1. С. 71-76.

25. Бурлов В.В. Історія селекції соняшнику. *Зб. наукових праць СГІ-НЦНС.* Одеса, 2002. Випуск 3 (43). С. 80-91.

26. Пустовойт В.С. Селекция подсолнечника. Агротехника и селекция масличных культур. Москва, 1939. С. 75-87.

27. Вольф В.Г., Касьяненко А.Н. Наследование признаков в популяции подсолнечника. *Селекция и семеноводство.* Киев, 1972. С. 37-41.

28. Кириченко В.В., Литун П.П. Гетерозис в теории и практике селекции гибридного подсолнечника. Харьков, 2003. 187 с.

29. Климов М.М. О комбинационной способности сортов подсолнечника. *Селекция и семеноводство масличных культур*. Краснодар, 1972. С. 71-75.

30. Шевцов І.А. Дослідження та використання гетерозису. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть.* Київ: Логос, 2001. Т2. 636 с.

31. Вольф В.Г. Гетерозис в растениеводстве. *Гетерозис у подсолнечника и использование цитоплазматической мужской стерильности*. Л.: Колос, 1968. С 348 – 357.

32. Вольф В.Г. Использование мужской стерильности в селекции подсолнечника. *Селекция растений с использованием ЦМС*. Киев: Урожай, 1966. 423 с.

33. Гундаев А.И. Использование признака мужской стерильности при межлинейной гибридизации подсолнечника. *Селекция растений с использованием ЦМС*. Киев: Урожай, 1966. 433 с.

34. Пустовойт Г.В., Крохин Е.Я. Селекционно-генетическое изучение источников мужской стерильности подсолнечника. *Генетика*. Москва: Наука, 1977. Т.13. С. 785-793.

35. Кириченко В.В. Селекція і насінництво перехреснозапильних культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 42-45.

36. Фурсова Г.К. Соняшник: систематика, морфологія, біологія: навч. посіб. Х., 1997. 120 с.

37. Анащенко А.В. Достижения и перспективы селекции подсолнечника в мире. Мосва, 1977. 53 с.

38. Вольф В.Г. Использование мужской стерильности в селекции подсолнечника. Селекция растений с использованием ЦМС. *Труды совещ. по исп. ЦМС в селекции и семеноводстве культурных растений*. Киев, 1966. С. 423 – 433.

39. Лифенко С.П. Селекційно-Генетичний Інститут 100 років 1912-2012. Одеса: Астропринт, 2012. С. 85-86.

40. Анащенко А.В., Попова А.И. Коллекция дикорастущего подсолнечника и пути ее использования. *Сельскохозяйственная биология.* Москва, 1985. С. 9-11.

41. Fick G.N. Genetics and breeding of sunflower. *Of American oil chemistry society*. 1983. Vol. 60. No. 7. P. 1252-1253.

42. Анащенко А.В., Дука М.В. Изучение генетической системы ЦМС-Rf у подсолнечника (Helianthus annus L.). Сообщение II. Восстановление мужской фертильности у гибридов на основе ЦМС. *Генетика*. 1985. Т.XXI, №12. С.1999-2010.

43. Борисова И.В. Полевая геоботаника. Л.: Наука, 1972. Т. 4. 336 с.

44. Алехин А.А., Друлева И.В., Орлова Т.Г. Семейство Asteracea Dumort в коллекции ботанического сада Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. *Autochthonous and alien plants.* 2016. № 12. С. 7 – 11.

45. Вавилов Н.И. Мексика и Центральная Америка как основной центр происхождения культурных растений Нового Света. *Труды по прикладной ботаники, генетике и селекции*. Т. XXVI . В. 3. 1931.

46. Давидян Г.Г. Растительные ресурсы прядильных и масличных культур. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1973. Т. 49. Вып. 3. С. 185 – 186.

47. Биология развития культурных растений / за ред. Ф.М. Купермана и др. Москва: Высшая Школа, 1982. 343 с.

48. Пустовойт Г.В., Слюсарь Э.Л. Использование диких видов *Helianthus* в селекции. *Бюл. ВИР*. 1977. Вып. 69. С. 11-19.

49. Анащенко А.В. К системе рода Helianthus. *Ботанический журнал.* 1974. Т. 59. № 10. С. 1472 – 1481.

50. Литовченко А.Г. Некоторые вопросы происхождения и распространения культуры подсолнечника. Харьков, 1974. Т. 195. С. 91-95.

51. Жуковский П.М. Мировой генофонд растений для селекции. Мегагенцентры и эндемичные микрогенцентры. Л.: Наука, 1970. 88 с.

52. Анащенко А.В. Helianthus annuus L. – внутривидовая классификация и генетические ресурсы. *VII межд. конф. по подсолнечнику*: тезисы докладов. Краснодар, 1976. С. 75-76.

53. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции. Сельхозгиз, 1935. 60 с.

54. Вульф Е. Историческая география растений. 1944. 546 с.

55. Пустовойт В.С. Подсолнечник. Москва: Колос, 1975. 591 с.

56. Спеціальна селекція і насінництво польових культур / за ред. В.В. Кириченка. Харків, 2012. С. 379-447.

57. Сортовые признаки сельскохозяйственных культур / за ред. Г.Л. Зеленский. Ч. 1. Краснодар, 2011. С. 55-62.

58. Морозов В.К. Подсолнечник. Саратов, 1959. С. 26-36.

59. Венцлавович Ф.С. Масличные культуры. 1935. С. 178-196.

60. Подсолнечник/ под. ред. З.Б. Борисоника. Киев: Урожай, 1985. 160 с.

61. Рассел Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням. Москва: Колос, 1982. 421 с.

62. Іващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах . К.: Світ, 2001. 236 с.

63. Циков В.С. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: Енем, 2006. С. 7–10, 56–59.

64. Киселев А.Н. Сорные растения и меры борьбы с ними. Москва: Колос, 1971. 192 с.

65. Никитчин Д.И., Гриднев Е.К., Черепухин В.Д. Интенсивная технология выращивания подсолнечника и клещевины. Киев: Урожай, 1990. 29 с.

66. Борона В.П. Контролювання бур’янів у Лісостепу. Захист рослин. 2002. № 10. С. 8-10.

67. Воробьев Н.Е. Исследование биологии сорных растений, их ареалов и взаимоотношений с культурными растениями в агроценозах причерноморской

Степи Украины и Крыма. *Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями.* М.: Колос, 1980. С. 81–93.

68. Верещагин Л.Н. Атлас травянистых растений. К.: Юнивест-Маркетинг, 2000. 352 с.

69. Никитчин Д.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в посевах подсолнечника и клещевины в Степи Украины. Запорожье, 1991. 88с.

70. Довідник з гербології / за ред. І.Д. Примака. Кондор: Кондор, 2006. 370 с.

71. Гаврилюк Ю.В., Аксёнов И.В. Уровень вредоносности сорняков и урожайность ценозов подсолнечника в условиях северной степи Украины. *Наук.-тех. бюл. Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 19. С. 78-83.

72. Зуза В.С. Забур'яненість та гербологічний моніторинг. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур: довідник. Харків, 2006. С. 7 – 18.

73. Камоликова Ю.А., Лучиский С.И. Динамика засорённости посевов подсолнечника на протяжении вегетационного периода в условиях Краснодара. *Масличные культуры.* Краснодар, 2006. №1 (134). С. 125-128.

74. Зуза В.С. Видовий склад бур’янів в посівах соняшнику і питання його прогнозування. *Наук.-тех. бюл. Інституту олійних культур НААН*. 2010. № 15. С. 91-94.

75. Кривенко А.І. Видовий склад бур’янів та їх біологічні групи у короткоротаційних сівозмінах Південного степу України. *Сільськогосподарські науки*. 2018. № 8 (60). С. 13-17.

76. Іващенко О.О. Сучасні проблеми гербології. *Вісник аграрної науки*. 2004. №3. С.27-29.

77. Лукомец В.М. Пивень В.Т. Тишков Н.В., Шуляк И.И. Защита подсолнечника. *Защита и карантин растений.* 2008. №2 С. 78-102.

78. Жеребко В.М. Гербіциди в інтегрованому захисті. *Карантин і захист рослин*. 2007. №7. С.12-13.

79. Гринько А.В. Гербициды на подсолнечнике. *Научное обеспечение агропромышленного комплекса на современном этапе*: мат. межд. науч. прак. конф. п. Рассвет, 2015. С. 279.

80. Милованова З.Г., Колесникова Е.И., Паталаха Л.М. Эффективность гербицидов на подсолнечнике. *Защита и карантин растений.* 2006. № 3. С. 30.

81. Дудкин И.В. Обработка почв и потенциальная засоренность посевов. Земледелие. 2007. №6. С.38-39.

82. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [електронний ресурс]. Режим доступа URL: https://menr.gov.ua/ (дата звернення: 13.01.2020). Назва з екрана.

83. Препараты для защиты растений. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, регуляторов роста растений и феромонов, разрешенных для применения в сельском, в том числе фермерском, лесном и коммунальном хозяйстве. М.: Колос, 1998. 208 с.

84. Шевченко М.С., Жарій В.О. Засміченість посівів соняшнику. *Захист рослин.* 2001. № 10. С. 15–17.

85. Куликова Н.А., Лебедева Г.В. Гербициды и экологические аспекты их применения: уч. пос. Москва, 2010. 152 с.

86. Илюхин Г., Рябинина Г. Справочник агронома по защите растений и агроэкологии: уч. пос. Астана, 2010. 176 с.

87. Лухменёв В.П., Лухменёв Н.В., Громов А.А. Эффективность почвенных и страховых гербицидов на подсолнечники. *Известия ОГАУ*. 2010. №1(25). С. 22-26.

88. Грицев Д.А. Особливості формування урожаю соняшника при вирощуванні за різних систем контролю забур'яненості. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2015. Вип. 76. С. 31 – 39.

89. Милованова З.Г., Колесникова Е.И., Паталаха Л.М. Эффективность гербицидов на подсолнечнике. *Защита и карантин растений*. 2006. № 3. С. 30.

90. Генетика и селекція подсолнечника: межд. моногр./ Драган Шкорич та ін. 2015. с. 120-262.

91. Вареник Б.Ф., Ільченко А.С., Перепелиця І.С. Гербіциди на соняшнику. *The Ukrainian Farmer*. 2017. №5 (89). С. 118-119

92. Вареник БФ., Ільченко А.С. Межі для «чистого поля». *The Ukrainian Farmer*. 2017. №6 (90). С. 102-103

93. Ільченко А. Захист від бур'янів. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 1 (16). С. 94-96

94. Вареник Б., Ільченко А. Надійний захист для соняшнику за несприятливих умов. *Агрономія сьогодні.* 2021. № 04 (443). С. 29-30

95. Вольфкович С.И. Современные проблемы химизации сельского хозяйства. Наука – сельскому хозяйству. Москва, 1963. С.334-344.

96. Jocic S., Malidža G., Cvejic S., Hladni N., Miklic V., Škoric D. Development of sunflower hybrids tolerant to tribenuron methyl. *Genetika*. 2011. Vol. 43. No. 1. P. 175-182.

97. Devine M. D., Eberlein C. V. Physiological, biochemical and molecular aspects of herbicide resistance based on altered target sites. *Herbicide activity: Toxicology, Biochemistry and Molecular Biology.* 1997. P. 159-185.

98. Owen M.D., Zelaya I.A. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Manag. Sci*. 2005. P. Vol. 61. 301–311.

99. Sala C.A., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. Imisun tolerance is the result of the interaction between target and non-target tolerance mechanisms. *Proc. 18th Int. Sunflower Conf.* Argentina, 2012. P. 551-556.

100. Tranel P.J., Wright, T.R. Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned. *Weed Sci*. 2002. P. Vol. 50. P. 700–712.

101. Sala C.A., Bulos M. Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targeting acetohyd-roxyacid synthase in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012. Vol. 124. P. 355–364.

102. Hall J.C., Donnelly-Vanderloo M.J., Hume D.J. Triazine resistant crops: the agronomic impact and physiological consequences of chloroplast mutation. *Gene Flow from Herbicide-Resistant Crops to Wild Relatives*. 1996. P. 107-126.

103. Yun M.S., Yogo Y., Miura R. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and -susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). *Pestic. Biochem. Physiol*. 2005. Vol. 20. P. 107–114.

104. Kolkman J.M., Slabaugh M.B., Bruniard J.M. et al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theor Appl Gene*t. 2004. P. Vol. 109. 1147–1159.

105. Vrbničanin S., Božić D., Pavlović D. Gene Flow from Herbicide-Resistant. *Crops to Wild Relatives*. 2017. Vol. 29. P. 37-62.

106. Faure N, Serieys H, Bervillé A. Potential gene flow from cultivated sunflower to volunteer, wild Helianthus species in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2002. № 89. P. 183–190.

107. Al-Khatib K., Baumgartner J.M.R., Peterson D.E., Currie R.S. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Heliathus annuus* L.). *Weed Sci*. 1998. No. 46. 403-407.

108. Dimitrijevic A., Imerovski I., Miladinovic D. et al. Laboratory method for detection of tribenuron-methyl resistant sunflower (Helianthus annuus L.). *Proc of 18th International Sunflower Conference*. Argentina, 2012. P. 518-523.

109. Park K.W., Kolkman J.M., Mallory-Smith C.A. Point mutation in acetolactate synthase confers sulfonylurea and imidazolinone herbicide resistance in spiny annual sow-thistle [Sonchus asper (L.) Hill]. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012. Vol. 92. P. 303-309.

110. Harbour, H.D., Edwards M.T., Rupp R.N. et al. Dupont ExpressSun trait with Pioneer '63N81' NuSun sunflower hybrid and Dupont herbicides systems. *Proc. North Central Weed Sci*. 2007. Vol. 62. P. 62.

111. Kolkman J.M., Slabaugh M.B., Bruniard J.M. et al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004. Vol. 109. P. 1147-1159.

112. Bruniard J.M., Miller J.F. Inheritance of imidazolinone herbicide resistance in sunflower. *Helia*. 2001. Vol. 24. No. 35. P. 11–16.

113. Sala C.A., Bulos M., Echarte A.M. et al. Molecular and biochemical characterization of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2008c. Vol. 118. P. 115-112.

114. Sala C.A., Bulos M., Echarte A.M. Genetic analysis of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Crop Sci*. 2008a. Vol. 48. P. 1817–1822.

115. Al-Khatib K., Baumgartner J.R., Peterson D.E., Currie R.S. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Weed Scienc*e. 1998. № 46. P. 403-407.

116. Geier P. W., Maddux L.D., Moshier L.J., Phillip W. Stahlman P. W. Common sunflower (*Helianthus annuus L.*) interference in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 1996. № 10. P. 317-321.

117. Miller J.F., Al-Khatib K. Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. *Proc. 15th Inter. Sunflower Conf.* France, Toulouse; Paris: Inter. Sunflower Assoc. 2000. Vol. 2. P. 419-423.

118. Sala C.A., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. *Helia*. 2012. Vol. 35. P. 57-70.

119. Miller J.F., Al-Khatib K. Registration of Imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA 425) and fertility restorer (RHA 426 and RHA 427) germplasms. *Crop Science*. 2002. Vol. 42. No. 3. P. 988–989.

120. Katz S., Bravo S., Bulos M., Sala C.A. Genetic quality control in Clearfield Plus sunflower hybrids. *Proc of 18th International Sunflower Conference*. Argentina, 2012. P. 529-534.

121. Massinga R.A., Al-Khatib K., Amand P., Miller J.F. Gene flow from imidazolinone-resistant domesticated sunflower to wild relatives. *Weed Science* 2003. № 51. P. 854–862.

122. Bruniard J.M., Miller J.F. Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia*. 2001. Vol. 24. P. 11-16.

123. Malidža G., Škorić D., Jocić S. The possibility of using wild sunflower's resistance to imidazolinones. *Acta Herbologica*. 2002. Vol. 11(1-2). P. 43-52.

124. Nagy S., Reisinger P., Pomsar P. Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from the herbological point of view. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006. Vol. 20. P. 31-37.

125. Sala C., Bulos M., Echarte M. et al. Development of CLHA-Plus: a novel herbicide tolerance trait in sunflower conferring superior imidazolinone tolerance and ease of breeding. *Proc. 17th Int. Sunflower Conf.* Paris, France. 2008c. P. 489–494.

126. Sala C., Bulos M., Weston B. Relative tolerance, stability, and reliability of two herbicide tolerance traits in sunflower. *18 Sunflower Conf., Mar del Plata-Balcarce.* Argentina, 2012d P. 545-550.

127. Pfenning M., Palfay G., Guillet T. The Clearfield technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *J.Plant Dis.Protect.* Special Issue. 2008. P. 649-654.

128. Пикалова М.А., Фукалова М.С. Изучение экспериментальных гибридов подсолнечника, выращенных по технологии Clearfield: межд. конф. мол. ученых и специалистов. ВНИИМК, 2015. С. 24-27.

129. Tan S., Evans R.R., Dahmer M.L., Singh B.K., Shaner D.L. Imidazolinone tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*. 2005. № 61 P. 246–257

130. Sala C., Bulos M., Echarte M. et al. Development of CLHA-Plus: a novel herbicide tolerance trait in sunflower conferring superior imidazolinone tolerance and ease of breeding. *Crop Production – Weeds. Proc. 17th International Sunflower Conference*. Spain, 2008c. P. 489-494.

131. Тронин А.С. Оценка повреждений подсолнечника послевсходовыми гербіцидами. *Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК* : сб. тез. 2-ой междунар. науч.-практич. конф. Молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов (6-8 авг.). Краснодар, 2014. С. 124-125.

132. Тронин А.С. Оценка повреждения подсолнечника гербицидом Экспресс. *Научное обеспечение АПК*: материалы VIII-й Всерос. науч.- практич. конф. молодых ученых (2-4 дек.). Краснодар, 2014. С. 174.

133. Miller, J.F., and K. Al- Khatib. Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide. *Crop Science*. 2004. Vol. 44, no. 3. P. 1037.

134. Al-Khatib K., Baumgartner J.R., Currie R.S. Survey of common sunflower (*Helianthus annuus*) resistance to ALS-inhibiting herbicides in northeast Kansas. *19th International Sunflower Conference*. Bismark, 1999. P. 210–215.

135. Nagy S., Reisinger P., Pomsar P. Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from the herbological point of view. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006. Vol. 20. P. 31-37.

136. Anastasov H. Influence of imazamox on some anatomic indices in the leaves of sunflower plant (Helianthus annuus L.). *General and Applied Plant Physiology*. 2010. Vol. 36 (1–2). P. 64–68.

137. Демурин Я.Н., Перстенева А.А. Влияние ALS-ингибиторов на клубеньки заразихи у гербицидоустойчивых линий подсолнечника. *Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК*. Краснодар, 2011. Вып. № 1 (146–147). С. 134–138.

138. Bessai J., Pfenning M., Brun J. Improved Orobanche cumana control in ClerafieldR Plus sunflowers. *Abstract book of 4th International Symposium on broomrape in sunflower*. Bucharest, Romania, 2018. P. 109.

139. Alonso L.C., Rodriguez-Ojeda M.I., Fernandez-Escobar J., Lopez-Ruiz-Calero G. Chemical control of broomrape (Orobanche cernua Loefl.) in sunflower (Helianthus annuus L.) resistant to imazethapyr herbicide. *Helia*. 1998. Vol. 21. No. 29. P. 45-54.

140. Fernandez-Martinez F. M., Perez-Vich B., Velasco L. Sunflower Broomrape (Orobanche cumana Wallr.). *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. Chapter, 2015. P.128-25.

141. Jursík M., Fendrychová V., Kolářová M., Andr J., Soukup J. Optimising Clearfield and ExpressSun sunflower technologies for Central European conditions. *Plant Protect. Sci*. 2017. Vol. 53. P. 265-272.

142. Canadian Food Inspection Agency. Determination of the Safety of Pioneer Hibred Production Ltd.'s Sulfonylurea-Tolerant ExpressSunTM Sunflower (*Helianthus annuus* L.) SU7. 2008 [електронний ресурс]. Режим доступа URL: http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/bio/dd/dd0869e.shtml (дата звернення: 14.02.2020) назва з екрана.

143. Bertrand C., Collard Y., Mackill D. J._Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2008. 363 (1491). P. 557–572.

144. Bouchez A., Hospital F., Causse M. et al. Marker-assisted introgression of favorable alleles at quantitative trait loci between maize elite lines. *Genetics*. 2002. 162 (4). P. 1945–1959.

145. Bonnett D. G., Rebetzke G. J., Spielmeyer W. Strategies for efficient implementation of molecular markers in wheat breeding. *Mol. Breed*. 2005. Vol. 15. P. 75–85.

146. Колєшкова Т. М., Рябчун В. К., Леонова Н. М. та ін. Формування робочої ознакової колекції сортів соняшнику за вмістом білка та олії в насінні. *Генетичні ресурси рослин.* 2016. № 19. С. 102-117.

147. Бутенко Р. Г., Гостимский С. А. Изменчивость генома растительной клетки при культивировании in vitro. *Биотехнология*. 1985. С. 79-85.

148. Енкен В. Б. Роль генотипа в экспериментальном мутагенезе. Экспериментальный мутагенез у с.-х. растений и его использование в селекции. М.: Наука, 1966. С. 16-18.

149. Сидоров В.А. Биотехнология растений. *Клеточная селекция* . Киев, Наукова думка, 1990. С. 30-31.

150. Скрипчинский В.В. Эволюция онтогенеза растений. М.: Наука, 1977. 85 с.

151. Солоденко А. Є., Вареник Б. Ф., Бурлов В. В., Ведмедєва К. В. Використання ДНК-маркерів в генетико-селекційних програмах соняшнику (*Helianthus annuss* L.). *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2015. Вип. 25 (65). С. 103-113.

152. Использования ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях. Научно-методическое руководство / под ред. Ю. М. Сиволап. К.: Аграрна наука, 1998. С. 9.

153. Ribaut J. M., Hoisington D. A. Marker assisted selection: new tools and strategies. *Trends Plant Sci.* 1998. Vol. 3(6). P. 236–239.

154. Molecular Breeding and Marker-Assisted Selection [електронний ресурс]. Режи доступа URL: http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/19/default.asp (дата звернення: 02.03.2020) назва з екрана.

155. Yunbi Xu, Crouch J. H. Marker-Assisted Selection in Plant Breeding: From Publications to Practice. *Crop Science Society of America*. 2008. Vol. 48 No. 2. P. 391-407.

156. Francia E., Tacconi G., Crosatti C. et al. Marker assisted selection in crop plants. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2005. Vol. 82. P. 317–342.

157. Babu B. C., Nguyen B. D., Chamarerk V. et al. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43. P. 1457–1469.

158. Barr A. R., Jefferies S. P., Warner P., Moody D. B., Chalmers K. J., Langridge P. Marker assisted selection in theory and pratice. *Proceedings VIII Barley Genetic Symposium.* 2000. Vol. 1. P. 167–178.

159. Andrew R. B. Marker-assisted selection in theory and practice. *Plant breeding and farmer participation*. 2009. P. 479-517.

160. Frisch M., Bohn M., Melchinger A. E. Comparison of selection strategies for marker-assisted backcrossing of a gene. *Crop Science.* 1999. Vol. 41. P. 1295–1301.

161. Han F., Romagosa I., Ullrich S. E. et al. Molecular marker-assisted selection for malting quality and traits in barley. *Molecular Breeding*. 1997. Vol. 3. P. 427–437.

162. Kandemir N., Jones B. L., Wesenberg D. M. et al. Markerassisted analysis of three grain yield QTL in barley (Hordeum vulgare L.) using near-isogenic lines. *Molecular Breeding*. 2000. Vol. 6. P. 157–167.

163. Russell J. R., Fuller J. D., Macaulay M. et. al. Direct comparison of levels of genetic variation among barley accessions detected by RFLPs, AFLPs, SSRS and RAPDS. *Theoretical and Applied Genetics*. 1997. Vol. 95. P. 714–722.

164. Higgins T. J., Steed G. R., Fegent J. C., Banerjee S. Better barley faster: the role of marker-assisted selection. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2003. Vol. 54. P. 1065–1408.

165. Sala C. A., Bulos M., Echarte A. M. Genetic analysis of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Crop Sci.* 2008a. Vol. 7. P. 1817–1822.

166. Kolkman J.M., Slabaugh M.B., Bruniard J.M. et al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics.* 2004. Vol. 15. P.1147-1159.

167. Bulos M., Sala C.A., Altieri E., Ramos M.L. Marker assisted selection for herbicide resistance in sunflower. *Helia*. No. 59. 2013 P. 1-16.

168. Ruane J., Sonnino A. Marker-assisted selection as a tool for genetic improvement of crops, livestock, forestry and fish in developing countries: an overview of the issues. *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*. Rome, 2007. Vol. 4. No. 3. P. 4-13.

169. Dekkers J.C., Hospital F. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nature Reviews*. 2002. Vol. 3. P. 22-32.

170. Sala C.A., Bulos M., Weston B. Relative tolerance, stability, and reliability of two herbicide tolerance traits in sunflower. *Proc 18th Int. Sunflower Conf.* Argentina, 2012f. P. 545-550.

171. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Кривошеєва О.В. та ін. Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику (Helianthus L.) : посібник. Х. : ІР ім. В.Я. Юр’єва УААН, 2007. 78 с.

172. AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists’ Society. 5th Edition, Dr. David Firestone (ed.) AOCS Press, Champaign.

173. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.

174. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов иследований): учеб. пос. М: Колос, 1979. 416 с.

175. Колєшкова Т. М., Рябчун В. К., Леонова Н. М. та ін. Формування робочої ознакової колекції сортів соняшнику за вмістом білка та олії в насінні. *Генетичні ресурси рослин.* 2016. № 19. с. 102-117

176. Petrenkova V.P, Leonova N.M. The national collection of sunflower - a source of valuable traits for breeding. *Henetychni Resursy Roslyn*. 2004. 51–55.

177. Ільченко А.С., Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування ознакової колекції ліній соняшнику *Helianthus annuus* L. стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 4. С. 108-114

178. Georgiev G., Karapira S., Ilchenko A. Enigma CLP – the first Bulgarian Clearfield Plus sunflower hybrid. *Field Crop Studies.* XIV (1). 2021. P. 9-22.

179. Бурлов В.В., Титов С.И. Создание аналогов родительских линий гибридов подсолнечника, устойчивых к имидазолиновой (ИМИ) и трибенуроновой (TRM) групп гербицидов. *Селекция и семеноводство*. 2009. Вип. 97. С. 78.

180. Фролов С. С. Селекция гибридов подсолнечника на устойчивость к имидазолиноновым гербицидам: дис. … канд. с.-г. наук: 06.01.05. Краснодар, 2017. 108 с.

181. Демурин Я.Н., Тронин А.С. Шкала фитотоксичности ALS-ингибирующих гербицидов у подсолнечника. *Нау.-тех. бюл. Всерос. науч.-иссл. инст. масл. культ*. Вып. 2. 2013. С. 155-156

182. Солоденко А. Є., Вареник Б. Ф., Александрова О. Є., Сиволап Ю. М. Расовий склад та стійкість ліній соняшнику до несправжньої борошнистої роси. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС.* Вип. 22 (62), 2013. С. 134-140.

183. Солоденко А. Є., Файт В. І., Христодорова К. М., Вареник Б. Ф. Добір за ДНК маркерами носіїв гена PL_{ARG} соняшнику (*Helianthus annuus* L.) для створення інбредних ліній, стійких до несправжньої борошнистої роси. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 53-60.

184. Солоденко А. Є., Файт В. І. Маркери гена *AHAS1* для використання в селекції соняшнику на стійкість до гербіцидів. *Вісник харківського національного університету.* Вип. 3(36). 2015. С. 71-75.

185. Солоденко А.Є. Маркери гена AHAS1 для скринінгу та ідентифікації генотипів соняшнику гібридного походження. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2018. С. 126-130.

186. Солоденко А. Е., Файт В. И. Скрининг и идентификация с помощью ДНК-маркеров генотипов подсолнечника гибридного происхождения по гену *AHAS1*. Масличные культуры. *Нау.-тех. бюл. Всерос. науч.-иссл. инст. масл. культ.* Вып. 1(173), 2018. С. 3-9.

187. Солоденко А.Є., Ільченко А.С., Вареник Б.Ф. Ефективність мікросателітного маркера *pAHAS 16-17* при інтрогресії гена *AHAS1* стійкості до гербіцидів в селекційний матеріал соняшнику. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* Харків, 2018. Вип. 2. С. 94-98.

188. Kaya Y. Current situation of sunflower broomrape around the world. *Proc. 3rd International Symposium on Broomrape (Orobanche spp.) in sunflower*. Spain, 2014. P. 9-18.

189. Kaya Y., Jocic S., Miladinovic D. Technological Innovations in Major. *World Oil Crops*. 2012. Vol. 1. P. 85-129.

190. Duggleby R.G., Pang S.S. Acetohydroxyacid synthase. *J Biochem Mol Biol*. N 33. 2000. P. 1-36.

191. Evci G., Pekcan V., Ibrahim Yilmaz M., Kaya Y. The resistance breeding for IMI and SU herdicides for weed and broomrape parasite control in sunflower production. *Plant Science.* 2012. Vol. 49. P. 6-11.

192. Присяжнюк О.И., Димитров С.Г. Аномалии развития корзины подсолнечника при применении гербицида Евро-Лайтнинг. *Земледелие и защита растений.* 2015. № 1. С. 51 - 54.

193. Ільченко А.С., Вареник Б.Ф. Вплив трибенурон-метилу на урожайність та морфо-біологчні ознаки гібридів соняшнику. *Зрошуване землеробство:* міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 74. С. 117-121

194. Каталог сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Видавництво «Астропринт». Одеса, 2021. 181 с.

195. Охорона прав на сорти рослин. Бюлетень Українського інституту експертизи сортів рослин. Віниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. Вип. 5. С. 188.

196. Плотніченко С.Р., Сидорук Б.О. Підвищення економічної ефективності виробництва соняшнику в регіоні. *Таврійський державний агротехнічний університет*. Вип. 4. Т. 2. 2013. С. 256 – 263.

197. Економічна ефективність виробництва соняшнику та шляхи її підвищення [електронний ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.stud24.ru/economics/ekonomchna-efektivnst-virobnictva-sonyashniku-ta/363307-1134758-page1.html (дата звернення: 18.06.2021) назва з екрана.

198. Чехова І.В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: монографія. Запоріжжя: ІОК НААН, 2018. 173 с.

199. Добровольська О.В., Терещенко В.О. Резерви підвищення прибутковості підприємства в умовах ринку. *Наук. віс. Міжнародного гуманітарного університету.* 2015. С. 194-197.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Солоденко А.Є., **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф. Ефективність мікросателітного маркера *pAHAS 16-17* при інтрогресії гена *AHAS1* стійкості до гербіцидів в селекційний матеріал соняшнику. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* Харків, 2018. Вип. 2. С. 94-98 (*10 % авторства: отримання та аналіз результатів польових дослджень).*

2. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф. Вплив трибенурон-метилу на урожайність та морфо-біологічні ознаки гібридів соняшнику. *Зрошуване землеробство:* міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 74. С. 117-121 (*60 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

3. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування ознакової колекції ліній соняшнику *Helianthus annuus* L. стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Аграрні інновації.* 2020. Вип. 4. С. 108-114 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

Стаття у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Європейського Союзу (ЄС)

4. Georgiev G., Karapira S., Ilchenko A. Enigma CLP – the first Bulgarian Clearfield Plus sunflower hybrid. *Field Crop Studies.* XIV (1). 2021. P. 9-22. (*30 % авторства: отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів).*

Авторське свідоцтво

5. А. с. № 200408. Гібрид соняшнику **Бар'єр** / Б.Ф. Вареник, Карапіра С.І., Крутько В.І., Ганжело М.Г., Ільченко А.С. / Селекційно-генетичний інститут – НЦНС. Заявка № 17039107; занесно до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2020 р. *(5 % авторства:* оцінках та опису зразків вихідного і селекційного матеріалу, аналізі результатів випробувань та підготовці документації.

Повідомлення про прийняття заявок на сорти рослин до розгляду

6. Заявка на гібрид соняшнику **Бастард** / Б.Ф. Вареник, В.І. Крутько, С.І. Карапіра, А.Є. Солоденко, А.С. Ільченко; заявник та патентовласник Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Мінекономіки України. Заявка № 19039042 від 28.11.2019 р.

7. Заявка на гібрид соняшнику **Байт** / Б.Ф. Вареник, В.І. Крутько, С.І. Карапіра, А.С. Ільченко; заявник та патентовласник Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Мінекономіки України. Заявка № 20039095 від 01.12.2020 р.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. **Ільченко А. С.** Створення інбредних ліній соняшника, стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів. *Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences:* international research and practice conference (Lublin, Republic of Poland December 27-28, 2017). Lublin, 2017. P. 100-102 (*100 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

9. Вареник Б. Ф., **Ільченко А. С.** Селекція соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів у СГІ-НЦНС. *«Актуальні проблеми агропромислового виробництва України*: *теорія, практика, інновації»:* матеріали VII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 6 листопада 2018 р.). Оброшине, 2018. С. 12-13 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

10. Вареник Б. Ф., **Ільченко А. С.** Селекція соняшника на толерантність до ALS-інгібуючих гербіцидів. *Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва*: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції. (з нагоди 100-річчя Одеського державного аграрного університету 20-21 вересня 2018 року). Одеса, 2018. С. 64-65 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

11. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Створення вихідного селекційного матеріалу стійкого до сульфонілсечовин та імідазолінонової груп гербіцидів в СГІ-НЦНС (м. Одеса, Україна). *The Third International scientific congress of scientists of Europe*‖. Proceedings of the III International Scientific Forum of Scientists "East–West" (January 11, 2019). Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2019. P. 1003-1007 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

12. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Отримання нового вихідного матеріалу соняшника (*Helianthus annuus* L.) стійкого до трибенурон-метилу. *Perspectives of science and education:* 11th International youth conference (2nd August 2019). New York, 2019. P. 226-230 (5*0 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

13. **Ільченко А. С.,** Вареник Б. Ф. Джерела та донори стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів для селекції соняшнику. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур від молекули до сорту:* матеріали III інтернет – конференції молодих учених (28 серпня 2019 р., м. Київ). Вінниця НІЛАН-ЛТД 2019. С. 23 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

14. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Солоденко А.Є. Селекція соняшнику на стійкість до страхових гербіцидів групи сульфонілсечовин. *Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали IX міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів. (23 квітня 2021 р.,

с. Центральне). 2021. С. 52 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

15. Гуляєва І.І., **Ільченко А.С.** Створення вихідного матеріалу соняшнику *Helianthus annuus* L. Стійкого до гербіцидів та несправжньої борошнистої роси (*Plasmopara halstedii*). *Стратегія інтеграції аграрної освіти, науки, виробництва: глобальні виклики продовольчої безпеки та змін клімату:* тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (27-28 травня 2021 р., м. Миколаїв). 2021. С. 112 (*80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

16. **Ільченко А.С.,** Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П. Формування робочої колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до трибенурон-метилу. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення:* матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених рослинників. (1-2 липня 2021 р., м. Харків). 2021. С. 165-171 (*40 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

17. Вареник Б.Ф., **Ільченко А.С.,** Перепелиця І.С. Гербіциди на соняшнику. *The Ukrainian Farmer*. 2017. №5 (89). С. 118-119 (*30 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

18. Вареник БФ., **Ільченко А.С**. Межі для «чистого поля». *The Ukrainian Farmer*. 2017. №6 (90). С. 102-103 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

19. **Ільченко А.** Захист від бур'янів. Агрономія сьогодні. 2020. № 1 (16). С. 94-96 (*100 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

20. Вареник Б., **Ільченко А.** Надійний захист для соняшнику за несприятливих умов. *Агрономія сьогодні.* 2021. № 04 (443). С. 29-30 (*50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання)*

Додаток Б

Гомозиготні генотипи

2015 г.	**2016 г.**	**2017 г.**	**2018 г.**	
	F1	**F2**	**F3**	
Sures 2 x OC 1029 B	1235/2	5462/1	26027/7	ОСУ 1511 В
		5462/2	26028/1	ОСУ 1512 В
			26028/2	ОСУ 1513 В
			26028/3	ОСУ 1514 В
			26028/4	ОСУ 1515 В
			26028/6	ОСУ 1516 В
			26028/8	ОСУ 1517 В
		5462/7	26030/2	ОСУ 1518 В
			26030/3	ОСУ 1519 В
			26030/4	ОСУ 1520 В
			26030/5	ОСУ 1521 В
			26030/6	ОСУ 1522 В
			26030/7	ОСУ 1523 В
	1235/3	5463/2	26031/1	ОСУ 1524 В
			26031/4	ОСУ 1525 В
		5463/3	26032/1	ОСУ 1526 В
			26032/4	ОСУ 1527 В
			26032/6	ОСУ 1529 В
			26032/7	ОСУ 1530 В
			26032/8	ОСУ 1531 В
			26032/9	ОСУ 1532 В
	1235/5	5465/3	26034/2	ОСУ 1533 В
			26034/3	ОСУ 1534 В
	1235/8	5468/2	26036/1	ОСУ 1535 В
			26036/3	ОСУ 1536 В
			26036/5	ОСУ 1537 В
			26036/7	ОСУ 1538 В
			26036/8	ОСУ 1539 В
	1236/2	5470/2	26037/1	ОСУ 1540 В
			26037/2	ОСУ 1541 В
			26037/7	ОСУ 1542 В
	1236/3	5471/1	26038/1	ОСУ 1543 В
			26038/4	ОСУ 1544 В
		5471/2	26039/1	ОСУ 1545 В
			26039/2	ОСУ 1546 В
			26039/3	ОСУ 1547 В
			26039/5	ОСУ 1548 В
			26039/7	ОСУ 1549 В

	1236/4	5472/2	26041/3	ОСУ 1550 B
			26041/5	ОСУ 1551 B
			26041/6	ОСУ 1552 B
			26041/8	ОСУ 1553 B
	1236/5	5473/1	26043/1	ОСУ 1554 B
			26043/6	ОСУ 1555 B
Sures 2 x OC 1019 B	1242/5	5482/3	27037/3	ОСУ 1557 B
			27037/6	ОСУ 1558 B

Додаток В

Морфо-метричні вимірювання самозапилених ліній соняшнику

№	Генотип	Висота рослини, см	Діаметр кошика, см	Період сходи-цвітіння, дні	Вміст олії в насінні, %	Маса 1000 насінин, г
1	ОСУ 1511 В	108	10,2	68	35,0	17
2	ОСУ 1512 В	92	8,2	71	34,2	21
3	ОСУ 1513 В	77	5,5	72	34,4	16
4	ОСУ 1514 В	85	8,0	71	35,0	23
5	ОСУ 1515 В	91	7,0	67	35,7	18
6	ОСУ 1516 В	96	6,3	72	37,7	23
7	ОСУ 1517 В	96	8,3	66	33,7	22
8	ОСУ 1518 В	66	9,5	65	37,8	25
9	ОСУ 1519 В	63	10,0	66	43,3	20
10	ОСУ 1520 В	79	10,5	67	38,1	22
11	ОСУ 1521 В	81	10,5	65	36,2	25
12	ОСУ 1522 В	69	10,3	66	34,9	23
13	ОСУ 1523 В	59	7,8	66	35,5	26
14	ОСУ 1524 В	77	8,0	67	40,0	18
15	ОСУ 1525 В	76	5,7	67	12,7	13
16	ОСУ 1526 В	73	9,5	68	41,2	13
17	ОСУ 1527 В	75	9,3	71	34,8	14
18	ОСУ 1529 В	66	7,5	66	38,9	16
19	ОСУ 1530 В	72	10,0	65	30,2	8
20	ОСУ 1531 В	81	8,5	67	38,0	14
21	ОСУ 1532 В	76	6,0	65	41,2	17
22	ОСУ 1533 В	81	7,8	69	34,3	20
23	ОСУ 1534 В	86	10,0	71	41,6	28

24	ОСУ 1535 В	79	9,3	67	33,6	18
25	ОСУ 1536 В	97	10,5	67	35,8	19
26	ОСУ 1537 В	79	11,2	64	40,1	18
27	ОСУ 1538 В	85	9,0	71	40,5	17
28	ОСУ 1539 В	83	11,5	66	41,8	25
29	ОСУ 1540 В	117	8,7	66	40,6	20
30	ОСУ 1541 В	94	7,3	63	38,6	21
31	ОСУ 1542 В	78	5,0	63	32,5	18
32	ОСУ 1543 В	72	9,2	64	37,7	24
33	ОСУ 1544 В	97	10,3	64	39,9	23
34	ОСУ 1545 В	116	10,7	71	35,4	20
35	ОСУ 1546 В	82	10,3	64	41,8	16
36	ОСУ 1547 В	88	11,3	64	37,8	19
37	ОСУ 1548 В	75	9,7	64	34,9	18
38	ОСУ 1549 В	71	8,0	64	41,8	23
39	ОСУ 1550 В	101	8,8	65	38,6	18
40	ОСУ 1551 В	98	8,3	64	37,6	17
41	ОСУ 1552 В	74	9,2	64	33,8	18
42	ОСУ 1553 В	77	8,0	64	35,8	21
43	ОСУ 1554 В	80	9,3	67	37,1	15
44	ОСУ 1555 В	87	6,3	71	38,5	17
45	ОСУ 1557 В	72	5,5	75	37,5	19
46	ОСУ 1558 В	66	6,7	72	35,0	18

Додаток Г

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 200408

ПРО АВТОРСТВО НА СОРТ РОСЛИН

Бар'єр

назва сорту

Соняшник однорічний

Helianthus annuus L.

ботанічний таксон

Заявка № **17039107**

Автор(и):

Вареник Борис Федорович

Крутько Василь Іванович

Ільченко Альона Сергіївна

Карапіра Сергій Іванович

Ганжело Микола Григорович

Директор Департаменту аграрної політики **Денис ПАЛАМАРЧУК**

Додаток Д

МІНІСТЕРСТВО
РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ,
ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 200523

ПРО ДЕРЖАВНУ РЕЄСТРАЦІЮ СОРТУ РОСЛИН

Бар'єр
назва сорту

Соняшник однорічний
Helianthus annuus L.
ботанічний таксон

Заявка № **17039107**

Заявник(и):

Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

Дата державної реєстрації: 27.02.2020

Директор Департаменту аграрної політики **Денис ПАЛАМАРЧУК**

Додаток Ж

МІНІСТЕРСТВО
РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ,
ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

ПАТЕНТ

№ 200328

НА СОРТ РОСЛИН

Бар'єр

назва сорту

Соняшник однорічний

Helianthus annuus L.

ботанічний таксон

Заявка № : **17039107**

Дата пріоритету: **30.11.2017**

Дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин: **21.07.2020**

Строк дії майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин: **Встановлюється у відповідності до статті 41 Закону України "Про охорону прав на сорти рослин"**

Володілець(льці):

Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

Директор Департаменту аграрної політики **Денис ПАЛАМАРЧУК**

Додаток К

Розсадник сортовипробування гібридів соняшнику селекції СГІ-НЦНС

Додаток Л

Селекційний розсадник відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику СГІ-НЦНС