

Селекційна оцінка нових самозапиленних ліній соняшнику (*Helianthus annuus* L.), стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин та несправжньої борошнистої роси [*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni]

А. С. Ільченко*, Б. Ф. Вареник, С. І. Карапіра

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення, вул. Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна, *e-mail: alena_1410@ukr.net

Мета. Визначити селекційну цінність нового вихідного матеріалу соняшнику з комплексною стійкістю проти гербіцидів групи сульфонілсечовин та несправжньої борошнистої роси. **Методи.** У процесі дослідження використовували польові (гібридизація, випробування ліній, індивідуальний добір, оцінювання ліній), візуальні (фенологічні спостереження), лабораторні (імунологічне оцінювання стійкості проти НБР), вегетаційні (оцінювання стійкості проти гербіцидів) та математично-статистичні (оброблення експериментальних даних і визначення достовірності результатів дослідження) методи. **Результати.** Нові самозапиленні лінії соняшнику досліджували у відділі селекції та насінництва перехреснозапиленних культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннізнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС) протягом 2020–2023 рр. За результатами роботи створено та оцінено 33 самозапиленні лінії соняшнику з комплексною стійкістю проти гербіцидів групи сульфонілсечовин і несправжньої борошнистої роси (НБР). Для створення ліній використовували популяції вітчизняної селекції, здатні реалізовувати свій спадковий потенціал у різних умовах, пристосовані до вирощування в Південному Степу України, стійкі проти комплексу хвороб і шкідників, із підвищеною врожайністю насіння та пластичністю. Одержаний новий вихідний матеріал – константні, стабільно продуктивні лінії, застосовувані в подальшій селекційній програмі. За результатами випробувань майже всі отримані гібриди першого покоління (F_1) продемонстрували врожайність понад 1,0 т/га. Лінії, які мали найвищий рівень комбінаційної здатності за врожайністю (гетерозиготне гібридне потомство з підвищеною життєздатністю за основними господарсько-цінними ознаками), відбиратимуть для наступних досліджень і долучатимуть до створення нових гібридів, стійких проти гербіцидів групи сульфонілсечовин та НБР. **Висновки.** Встановлено, що в одній лінії можна поєднати стійкість проти гербіциду групи сульфонілсечовин і несправжньої борошнистої роси. За стійкістю соняшнику проти гербіциду легко слідкувати в польових умовах, а стійкість проти несправжньої борошнистої роси необхідно контролювати в лабораторних.

Ключові слова: соняшник; лінії; стійкість; гербіциди; трибенурон-метил; несправжня борошнеста роса.

Вступ

Забур'яненість посівів – важливий чинник, що впливає на якісні та кількісні показники соняшнику. Бур'яни в процесі еволюції набули біологічних властивостей (високої пластичності, довготривалого збереження життєздат-

ності вегетативних і насінневих проростків у ґрунті), щоб протистояти несприятливим умовам навколишнього середовища та розвиватися поряд з культурними рослинами [1, 2].

Успішне вирощування соняшнику потребує ефективних засобів контролю над забур'яненістю, проблему якої не завжди повною мірою розв'язують агротехнічні заходи. Це особливо відчутно натепер, коли проявляється видова перебудова агроценозу бур'янів за оптимізації найшкідливіших з них та збільшується засміченість посівів. Нині аграрії віддають перевагу застосуванню гербіцидів різних хімічних груп і класів [3–5].

Alena Ilchenko

<https://orcid.org/0000-0001-8526-4168>

Borys Varenyk

<https://orcid.org/0000-0003-1147-6621>

Sergey Karapira

<https://orcid.org/0009-0006-5721-815X>

Селекція на стійкість культурних рослин проти гербіцидів залишається перспективним напрямом у контролі забур'яненості посівів. Класичні гібриди соняшнику нестійкі проти багатьох гербіцидів (особливо тих, які використовують для післясходового внесення), жоден з яких до того ж не може повною мірою контролювати багаторічні та паразитичні бур'яни. Натепер найефективнішим є застосування хімічних препаратів груп імідазолінонів (IMI) та сульфонілсечовин (SU), адже вони єдині здатні впливати не лише на широкий спектр бур'янів, а й на вовчок (*Orobancha cymosa*) незалежно від його расового складу. Для успішного використання в посівах соняшнику вказаних типів гербіцидів необхідно створювати стійкі проти них форми [6, 7]. Цей напрям потребує залучення генетично різноманітного вихідного матеріалу. Дикі види соняшнику є донорами багатьох господарсько-цінних ознак і властивостей, а передусім комплексної стійкості проти основних хвороб; їх також використовують для поліпшення якості олії, підвищення вмісту білка, стійкості проти гербіцидів.

Соняшник (*H. annuus*) – важлива сільськогосподарська культура, колекції диких і культивованих форм якої (збільшені кількісно та урізноманітнені завдяки селекції) зберігаються в багатьох країнах. Найбільшою та найрізноманітнішою у світі, а також життєво необхідною для збереження генофонду *H. annuus* є колекція диких видів соняшнику (2562 зразки), зібрана в National Plant Germplasm System (NPGS), США [8, 9]. Колекція дикого та культурного соняшнику Національного генбанку рослин України налічує 590 зразків, що походять з 22 країн [10].

Донорів стійкості проти гербіцидів груп імідазолінонів (Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, Imisun 4) та сульфонілсечовин (Sures-1, Sures-2) активно використовують у світі. За їхньою допомогою створюють новий вихідний матеріал, а надалі – високоврожайні гібриди соняшнику, адаптовані до відповідних умов вирощування та стійкі проти вказаних гербіцидів [11, 12].

Також актуальною через завдані серйозні економічні збитки, а також важливою для досліджень залишається проблема генетичного контролю несправжньої борошністої роси (НБР) – хвороби, спричиненої облігатним патогеном [одним із найпоширеніших у світі грибних захворювань культивованого соняшнику (*H. annuus*)]. Найагресивнішими расами *P. halstedii* є 310, 700, 703, 710, 730 та 770 [13].

Створення стійких генотипів є найефективнішим методом контролю НБР у посівах со-

няшнику. Вже понад 50 років у виробництві активно застосовують стійкі проти неї гібриди, для одержання яких селекціонери використовують більш як 40 домінуючих генів [14].

У роботі представлено лінії, родоначальниками яких були місцеві генотипи соняшнику та дикі види Північної Америки. Великі переваги має комплексна стійкість гібридів досліджуваної культури проти гербіциду групи сульфонілсечовин та НБР, адже дає змогу розширити генетичне різноманіття за цінними ознаками. Останні можна контролювати генетично та провадити за двома з них разом селекцію на стійкість, не витрачаючи багато часу на створення вихідного матеріалу.

Мета досліджень – визначити селекційну цінність нового вихідного матеріалу соняшнику з комплексною стійкістю проти гербіциду групи сульфонілсечовин та несправжньої борошністої роси.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2020–2023 рр. у відділі селекції та насінництва перекреснозапилювальних культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення (СП – НЦНС, м. Одеса).

Для створення нових ліній використовували гібриди та лінії вітчизняної селекції, підтримувані та розмножувані в колекційних розсадниках. Вибирали форми, здатні реалізувати свій спадковий потенціал у різних умовах, пристосовані до вирощування в Південному Степу України, стійкі проти комплексу хвороб і шкідників, з підвищеною врожайністю насіння та пластичністю.

Самозапилені лінії одержано через багаторазове запилення гібридів першого покоління (F_1). Після кожного самозапилення відбувався добір за вирівняністю за морфологічними ознаками (висотою рослини, розміром і нахилом кошика, вегетаційним періодом).

Відібрано та отримано 33 самозапилені лінії соняшнику, стійкі проти гербіцидів групи сульфонілсечовин та НБР. А саме: ОСУ 1511 В, ОСУ 1514 В, ОСУ 1515 В, ОСУ 1516 В, ОСУ 1519 В, ОСУ 1521 В, ОСУ 1522 В, ОСУ 1523 В, ОСУ 1527 В, ОСУ 1529 В, ОСУ 1530 В, ОСУ 1531 В, ОСУ 1532 В, ОСУ 1534 В, ОСУ 1535 В, ОСУ 1537 В, ОСУ 1539 В, ОСУ 1540 В, ОСУ 1541 В, ОСУ 1543 В, ОСУ 1546 В, ОСУ 1547 В, ОСУ 1548 В, ОСУ 1549 В, ОСУ 1551 В, ОСУ 1552 В, ОСУ 1553 В, ОСУ 1556 В, ОСУ 1562 В, ОСУ 1563 В, ОСУ 1564 В, ОСУ 1565 В, ОУС 1566 В.

Сівбу ліній здійснювали селекційною чотирирядковою сівалкою HEGE 95. Площа дво-

рядкової облікової ділянки становила 10 м², зразки висівали без повторень, густина стояння рослин – 50–55 тис. на 1 га. Загальна кількість ділянок – 27.

Перед обробленням рослин гербіцидом обліковували видовий склад бур'янової рослинності на досліджуваних ділянках. Посіви соняшнику були засмічені осотом жовтим (*Sonchus arvensis* L.), мишієм сизим і зеленим (*Setaria glauca* L.), берізкою польовою (*Convolvulus arvensis* L.), гірчаком березкоподібним (*Polygonum convolvulus* L.), свинорием пальчатим [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], плоскухою звичайною (*Echinochloa crusgalli* L.), амброзією полинолистою (*Ambrosia artemisiifolia* L.), пириєм повзучим (*Agropyrum repens* L.), нетребою звичайною (*Xanthium strumarium* L.). Ділянки обприскували одноразово в ранковий час гербіцидом Гранстар Про 75%, водорозчинні гранули (в. г.) (активна речовина – трибенор-метил) із дозуванням 25 г/га, застосовуючи обприскувач Spray MASTER-2000 під час фази трьох пар справжніх листків. Стійкість самозапилених ліній соняшнику проти трибенурон-метилу оцінювали, підраховуючи чисельність стійких і нестійких рослин на 14-ту добу після оброблення. Нестійкі рослини характеризувалися припиненням росту, некрозом тканин та ураженням точки росту.

Для росту та розмноження пероноспорозу соняшнику необхідні сорти з високим рівнем сприйнятливості та без генів стійкості проти всіх відомих рас *P. halstedii*. Щоб одержати свіжі спорангії з високою життєздатністю, потрібно інокулювати їх на універсальний диференціатор (тобто на нестійку проти популяції НБ лінію).

Для оцінювання в лабораторних умовах стійкості ліній соняшнику проти несправжньої борошнистої роси відбирали їхнє насіння кількістю 30 шт. і розміщували його вздовж смужки фільтрувального паперу завширшки 10–15 см. Відстань між насіннями становила 1 см, від верхнього краю паперу – 2–3 см. Насіння накривали змоченою в дистильованій воді смужкою фільтрувального паперу завширшки 3–4 см, закручували в рулон, який поміщали в термостат за температури 22–24 °С та тримали там до формування проростків завдовжки 5–9 см. Наступний етап – розкручування рулонів та очищення сім'ядольних листків від лушпиння. Кожен зразок окремо заливали водним розчином, який містив спори збудника НБР, так, щоб повністю покрити паростки. Інокуляція тривала 3 год. Після цього паростки знову розкладали на фільтрувальний папір так, щоб

сім'ядольні листочки були розміщені вище від краю смужки, та фіксували їх ще однією смужкою. Потім утворені рулони поміщали в обладнану освітлювальними лампами установку. Проростки соняшнику витримували 7 дб у спеціальній освітлюваній установці, оснащій 15 енергоощадними люмінесцентними лампами потужністю 18 W та світловим потоком 1150 Lm, за температури, що досягла 26–28 °С. Після появи першої пари справжніх листків їх поміщали у вологу камеру для проявлення спороношень збудника. Далі підраховували кількість здорових і хворих рослин. Дослідження проводили в ізольованому лабораторному приміщенні фітотрона, дотримуючись усіх санітарних правил.

Насіння досліджуваних ліній збирали вручну. Кожну ділянку обмолочували окремо, використовуючи кошики, розташовані під індивідуальними ізоляторами. Після цього насіння поміщали в паперові пакети.

Для визначення вмісту олії в одержаному насінні застосовували ядерно-магнітний резонатор Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England [15].

Статистичне оброблення даних здійснювали, використовуючи інструменти програми «Excel». Межі граничних випадкових відхилень отриманих результатів визначали методом найменшої істотної різниці (НІР).

Результати досліджень

Самозапилені лінії соняшнику ОСУ 1511 В, ОСУ 1514 В, ОСУ 1515 В, ОСУ 1516 В, ОСУ 1519 В, ОСУ 1521 В, ОСУ 1522 В, ОСУ 1523 В, ОСУ 1527 В, ОСУ 1529 В, ОСУ 1530 В, ОСУ 1531 В, ОСУ 1532 В, ОСУ 1534 В, ОСУ 1535 В, ОСУ 1537 В, ОСУ 1539 В, ОСУ 1540 В, ОСУ 1541 В, ОСУ 1543 В, ОСУ 1546 В, ОСУ 1547 В, ОСУ 1548 В, ОСУ 1549 В, ОСУ 1551 В, ОСУ 1552 В, ОСУ 1553 В створено схрещуванням Sures 2 × ОС 1029 В, лінію ОСУ 1556 В – Sures 2 × ОС 1019 В, лінію ОСУ 1562 В – 5545 × Sures 1, лінії ОСУ 1563 В, ОСУ 1564 В, ОСУ 1565 В, ОСУ 1566 В – ОС 1026 В × Sures 2. Донорів Sures 1 та Sures 2, що характеризуються стійкістю проти гербіцидів групи сульфонілсечовин, отримано з National Germplasm Resources Laboratory (Nord Central Regional Plant Station, North Dakota, USA) ще у 2012 р. Ці лінії підтримують у колекційному розсаднику та щороку обприскують гербіцидом для збереження вказаної ознаки.

У праці S. Josić та ін. [16] зазначено, що донори стійкості (Sures 1 та Sures 2), які слугують для створення нових ліній соняшнику, витримують подвійну дозу (60 г/га) гербіци-

дів з активною речовиною трибенурон-метилом. Під час наших досліджень вищезазначені й, як наслідок, всі одержані лінії продемонстрували стійкість проти потрійної дози цього препарату (75 г/га). Як донорів стійкості проти НБР використано лінії ОС 1029 В та ОС 1019 В селекції СГП – НЦНС, теж адаптовані до умов недостатнього зволоження Південного Степу України [17, 18].

Генотип ОСУ 1562 Б представлено однокошиковим габітусом; інші самозапилені лінії –

багатокошиковим (табл. 1). Висота рослин змінювалася від 74 (лінія ОСУ 1519 В) до 122 см (лінія ОСУ 1540 В). Найменший діаметр кошика був в ОСУ 1516 В (у середньому – 6,3 см), найбільший – в ОСУ 1562 В (14,2 см). Період сходи – цвітіння тривав від 61 (ОСУ 1541 В, ОСУ 1546 В, ОСУ 1551 В та ОСУ 1553 В) до 72 днів (ОСУ 1556 В). Вміст олії в насінні не перевищував 45,1% (низький). Показники маси 1000 насінин також були невисокими – від 10 (ОСУ 1530 В) до 37,3 г (ОСУ 1565 В).

Таблиця 1

Кількісні та якісні показники самозапиленних ліній соняшнику (середнє за 2021–2023 рр.)

Лінія	Висота рослин, см	Діаметр кошика, см	Період сходи – цвітіння, днів	Вміст олії, %	Маса 1000 насінин, г
ОСУ 1511 В	112 ± 3,1*	10,6 ± 0,5	64 ± 2,3	36,8 ± 1,0	16,3 ± 0,7
ОСУ 1514 В	94 ± 7,1	9,1 ± 0,7	68 ± 1,8	37,6 ± 1,6	21,3 ± 0,9
ОСУ 1515 В	101 ± 7,3	8,6 ± 2,2	65 ± 1,2	39,2 ± 1,8	18,7 ± 0,7
ОСУ 1516 В	98 ± 1,2	6,3 ± 0,1	70 ± 1,2	38,3 ± 0,4	21,3 ± 0,9
ОСУ 1519 В	74 ± 10,4	11,9 ± 0,9	63 ± 2,0	41,9 ± 0,7	18 ± 1,2
ОСУ 1521 В	92 ± 8,7	10,1 ± 0,5	62 ± 1,8	41,7 ± 3,0	27,3 ± 1,2
ОСУ 1523 В	88 ± 24,5	8,9 ± 1,0	62 ± 2,3	38,5 ± 2,7	19,3 ± 1,2
ОСУ 1527 В	90 ± 13,5	10,8 ± 1,1	69 ± 1,5	35,8 ± 0,9	24,7 ± 0,7
ОСУ 1529 В	78 ± 8,8	9,6 ± 1,9	63 ± 1,8	42,3 ± 2,3	15,3 ± 0,3
ОСУ 1530 В	77 ± 6,4	10,3 ± 1,1	62 ± 2,0	33 ± 1,8	10 ± 1,2
ОСУ 1531 В	90 ± 6,7	10,4 ± 1,2	64 ± 1,7	42 ± 2,8	16 ± 1,2
ОСУ 1532 В	92 ± 14,0	8,8 ± 2,3	62 ± 1,5	40,8 ± 0,3	19,7 ± 1,5
ОСУ 1534 В	99 ± 14,3	11,8 ± 0,9	66 ± 2,4	46,3 ± 2,5	31 ± 2,1
ОСУ 1537 В	93 ± 12,1	11,4 ± 0,9	62 ± 1,2	39,1 ± 1,0	19 ± 0,6
ОСУ 1539 В	94 ± 9,5	11,3 ± 0,7	62 ± 1,9	45,1 ± 1,9	22,3 ± 1,3
ОСУ 1540 В	122 ± 3,6	9,6 ± 0,6	62 ± 1,9	42,4 ± 1,5	21,3 ± 0,9
ОСУ 1541 В	103 ± 7,2	9,5 ± 1,6	61 ± 1,0	41,6 ± 2,4	24,7 ± 2,0
ОСУ 1546 В	93 ± 8,2	10,8 ± 1,1	61 ± 1,5	40,9 ± 0,5	18,3 ± 1,2
ОСУ 1549 В	81 ± 7,3	9,3 ± 0,7	62 ± 1,5	39,9 ± 1,4	19,3 ± 1,9
ОСУ 1551 В	99 ± 0,7	9,4 ± 0,8	61 ± 1,7	43,1 ± 2,8	18 ± 1,5
ОСУ 1553 В	94 ± 15,2	8,8 ± 0,4	61 ± 1,5	40,5 ± 2,5	23,7 ± 1,8
ОСУ 1556 В	90 ± 6,0	7,7 ± 1,6	72 ± 1,5	42,6 ± 1,2	21,3 ± 0,9
ОСУ 1562 Б	81 ± 21,3	14,2 ± 0,6	63 ± 1,5	37,7 ± 1,4	26,7 ± 1,8
ОСУ 1563 В	89 ± 8,8	8,4 ± 1,3	70 ± 1,5	39,6 ± 1,1	29 ± 0,6
ОСУ 1564 В	95 ± 10,3	8,1 ± 2,1	67 ± 1,5	41,1 ± 1,1	21 ± 1,2
ОСУ 1565 В	103 ± 3,2	12,4 ± 0,4	62 ± 2,0	39,1 ± 1,8	37,3 ± 0,7
ОСУ 1566 В	88 ± 7,9	8,2 ± 0,7	63 ± 1,8	33,4 ± 1,2	32,3 ± 1,2

* ± – стандартне відхилення.

Новостворені самозапилені лінії також характеризувалися важливою ознакою стійкості проти несправжньої борошнистої роси (*P. halstedii*), збудник якої істотно впливає на врожайність соняшнику у процесі його вирощування. НБР значно поширена в усьому світі, а збиток, спричинений цим патогеном, може досягати 100%, особливо якщо хвороба виникає осередками. У більшості європейських країн збудник *P. halstedii* класифікують як карантинний шкідливий організм, але через значну поширеність його зараховують до регульованих некарантинних видів [19, 20].

Діагностику на стійкість проти збудника *P. halstedii* проводили в лабораторних умовах, підраховуючи чисельність здорових і вражених хворобою проростків ліній соняшнику (рис. 1). Найвищий рівень несприйнят-

ливості продемонстрували лінії, що є результатом схрещування Sures 2 × ОС 1029 В та Sures 2 × ОС 1019 В. А саме: ОСУ 1514 В, ОСУ 1515 В, ОСУ 1516 В, ОСУ 1519 В, ОСУ 1519 В, ОСУ 1521 В, ОСУ 1523 В, ОСУ 1527 В, ОСУ 1529 В, ОСУ 1530 В, ОСУ 1530 В, ОСУ 1531 В, ОСУ 1532 В, ОСУ 1534 В, ОСУ 1537 В, ОСУ 1539 В, ОСУ 1540 В, ОСУ 1541 В, ОСУ 1541 В, ОСУ 1546 В, ОСУ 1551 В, ОСУ 1553 В та ОСУ 1556 В. Дещо нижчий – ОСУ 1562 Б, ОСУ 1563 В, ОСУ 1564 В, ОСУ 1565 В та ОСУ 1566 В (зразки з високим рівнем стійкості отримано методом добору у 2022 р.). Загалом, усі лінії продемонстрували високу стійкість проти несправжньої борошнистої роси.

На рисунку 2 зображено прояв спороношень збудника несправжньої борошнистої роси на проростках ліній соняшнику, яке відбувалося в лабораторних умовах.

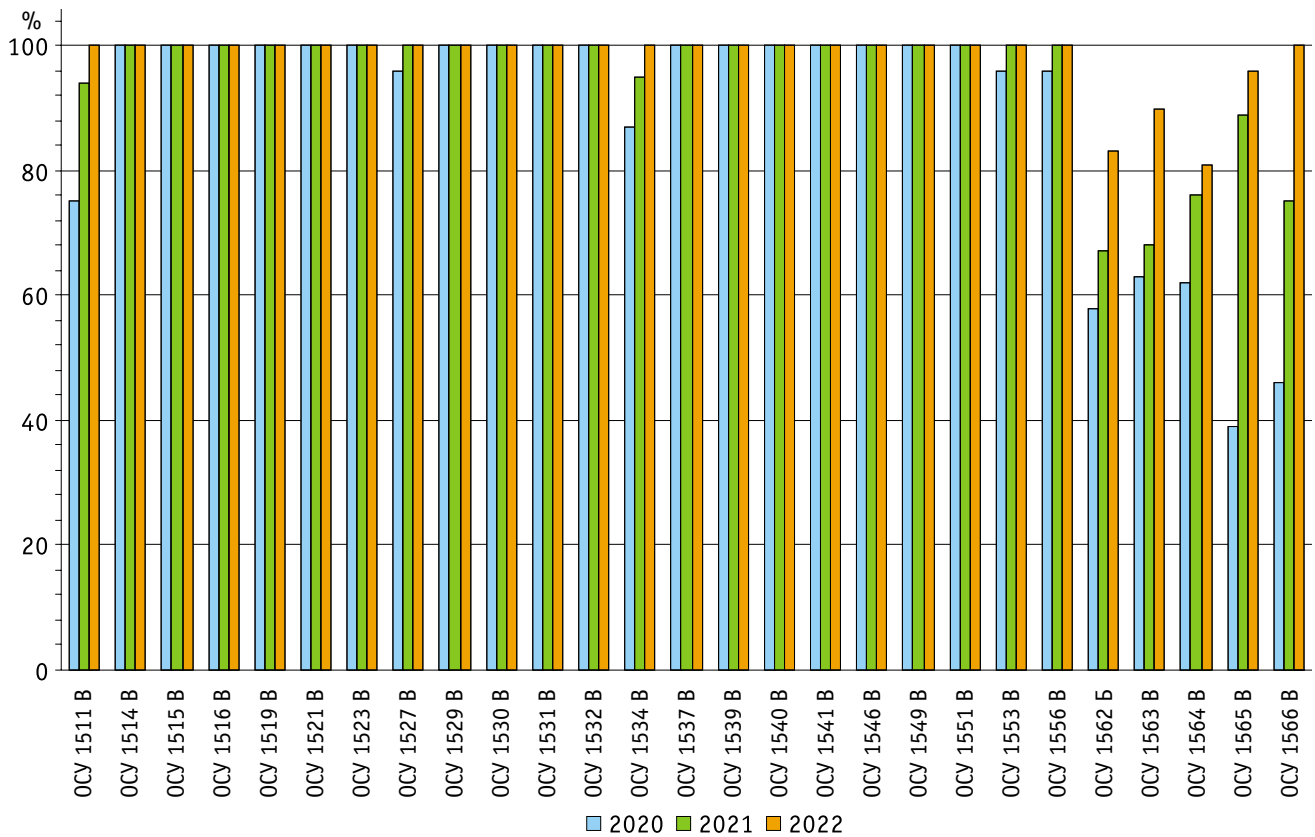


Рис. 1. Стійкість ліній соняшнику проти *P. halstedii* в лабораторних умовах (2020–2022 рр.)



а



б

Рис. 2. Інфікування проростків соняшнику збудником *P. halstedii* в лабораторних умовах: поява спороношення збудника після вологої камери (а), зразки соняшнику в освітлювальній установці (б)

Одна з головних ознак гібридів соняшнику – здатність на 1 га площі формувати високу врожайність. Вона прямо залежить від якості насіння, технології вирощування,

кліматичних умов, стану ґрунту та генетичного потенціалу батьківських компонентів.

У таблиці 2 вказано середню врожайність отриманих гібридів першого покоління, які

схрещували з трьома лініями-тестерами – Од 1002 А, Од 1008 А та Од 1042 А. Стандартом слугували гібрид лінолевого типу фірми Pioneer P64LE25 та трилінійні гібриди лінолевого типу селекції СГІ – НЦ НС ‘Бастіон’ і ‘Бар’ер’, що формували високі врожаї в засушливих умовах Південного Степу України.

Таблиця 2

Середня врожайність гібридів соняшнику, стійких проти гербіцидів групи сульфонілсечовин, т/га (2020–2023 рр.)

♂ \ ♀	Од 1002 А	Од 1008 А	Од 1042 А
ОСУ 1515 В	1,47	1,55	1,52
ОСУ 1516 В	1,16	1,01	1,04
ОСУ 1519 В	1,47	1,29	1,22
ОСУ 1521 В	1,19	1,74	1,37
ОСУ 1522 В	1,77	1,19	1,50
ОСУ 1523 В	1,73	1,33	1,30
ОСУ 1527 В	0,91	1,36	1,06
ОСУ 1529 В	1,97	1,40	1,41
ОСУ 1530 В	1,43	1,30	1,18
ОСУ 1532 В	1,05	1,48	0,88
ОСУ 1534 В	1,55	1,63	1,29
ОСУ 1535 В	1,74	1,49	1,88
ОСУ 1537 В	1,51	1,49	1,37
ОСУ 1539 В	1,46	1,27	1,53
ОСУ 1540 В	1,70	1,64	1,32
ОСУ 1541 В	1,57	1,29	1,56
ОСУ 1543 В	1,49	1,51	1,43
ОСУ 1546 В	1,42	1,37	1,36
ОСУ 1547 В	1,31	1,26	1,41
ОСУ 1548 В	1,79	1,74	1,15
ОСУ 1549 В	1,91	1,44	1,57
ОСУ 1552 В	1,53	1,70	1,71
ОСУ 1553 В	1,59	1,72	1,52
‘P64LE25’ St	1,98	1,98	1,98
‘Бастіон’ St	1,86	1,86	1,86
‘Бар’ер’ St	1,98	1,98	1,98
НІР _{0,05}	0,18	0,19	0,18
НІР _{0,01}	0,24	0,26	0,24

Примітка. ♂ – батьківська форма; ♀ – материнська форма; St – стандарт.

Упродовж 2020–2023 рр. врожайність майже всіх одержаних гібридів перевищувала 1,0 т/га. Її показник для гібридів першого покоління (F_1), утворених завдяки схрещуванню з материнською лінією Од 1002 А, становив від 0,91 (ОСУ 1529 В) до 1,97 т/га (ОСУ 1529 В). Врожаї гібридів Од 1002 А × ОСУ 1529 В та Од 1002 А × ОСУ 1549 В були на рівні сформованих стандартами ‘P64LE25’ і ‘Бар’ер’ – 1,97 та 1,91 т/га відповідно (НІР_{0,05} = 0,18); гібридних комбінацій Од 1002 А × ОСУ 1522 В, Од 1002 А × ОСУ 1523 В, Од 1002 А × ОСУ 1535 В, Од 1002 А × ОСУ 1540 В, Од 1002 А × ОСУ 1548 В – на рівні продемонстрованих ‘Бастіоном’ – 1,77; 1,73; 1,74; 1,70 та 1,79 т/га. Решта отриманих гібридів істотно поступалися стандартам за врожайністю.

Серед гібридних комбінацій, що виникли внаслідок схрещувань з лінією-тестером Од 1008 А, близькою до сформованої ‘Бастіоном’ врожайністю (1,86 т/га) характеризувалися Од 1008 А × ОСУ 1521 В, Од 1008 А × ОСУ 1548 В, Од 1008 А × ОСУ 1552 В та Од 1008 А × ОСУ 1553 – 1,74; 1,74; 1,70 та 1,72 т/га відповідно. Усі інші суттєво поступалися стандартам (НІР_{0,05} = 1,9).

Урожайність гібридів F_1 , утворених завдяки схрещуванню з лінією Од 1042 А, варіювала від 0,88 до 1,88 т/га. Їхне значення в Од 1042 А × ОСУ 1535 було на рівні показників гібридів-стандартів ‘P64LE25’ (1,98 т/га) і ‘Бар’ер’ (1,98 т/га) та становило 1,88 т/га.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що стійкість проти гербіциду групи сульфонілсечовин і несправжньої борошнистої роси можна поєднати в одній лінії. За стійкістю соняшнику проти гербіциду легко слідкувати в польових умовах, оскільки під час оброблення селекційного матеріалу препаратом сприйнятливі до нього рослини гинуть. Стійкість соняшнику проти несправжньої борошнистої роси потрібно контролювати в лабораторії, адже лише там можна досягти необхідних для стабільного прояву збудника хвороби погодних умов.

Створений новий вихідний матеріал – константні, стабільно продуктивні лінії (серед яких лінії-відновники фертильності пилку), застосовувані в подальшій селекційній програмі.

References

- Mazur, S., & Matusevych, H. (2023). Influence of soil herbicides on biometric indicators and yield of sunflower. *Balanced Nature Using*, 1, 90–96. doi: 10.33730/2310-4678.1.2023.278544 [In Ukrainian]
- Gutyansky, R., Popov, S., Kostromitin, V., Kuzmenko, N., & Gluboky, O. (2021). The influence of basic tillage and fertilizer on weediness of sunflower crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 1, 60–68. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109) [In Ukrainian]
- Rauf, S. (2019). Breeding strategies for sunflower (*Helianthus annuus* L.) genetic improvement. *Advances in Plant Breeding Strategies: Industrial and Food Crops*, 6, 637-673. doi: 10.1007/978-3-030-23265-8_16
- Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezedi, N. G. (2019). Weeds Species in winter wheat crops depending on predecessors and different systems of basic cultivation in the Black Sea Steppe Region. *Taurian Scientific Herald*, 108, 54–62. doi: 10.32851/2226-0099.2019.108.8 [In Ukrainian]
- Tan, S., Evans, R. R., Dahmer, M. L., Singh, B. K., & Shaner, D. L. (2005). Imidazolinone tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, 61(3), 246–257. doi: 10.1002/ps.993
- Dicu, G., Dumitrescu, N., Radu, M., Fui, S., & Diaconescu, O. (2009). Improving sunflower for resistance to *Orobanche* and tribenuron methyl herbicides-sunflower hybrid PF100. *Helia*, 32(51), 119–125. doi: 10.2298/HEL0951119D

7. Mitkov, A., Yanev, M., Neshev, N., Tonev T., Joița-Păcureanu, M., & Cojocaru, F. (2019). Efficacy against broomrape and selectivity of imazamox-containing herbicides in sunflower. *Romanian Agricultural Research*, 36, 201–207. doi: 10.59665/rar3623
8. Atlagić, J., & Terzić, S. (2016). The challenges of maintaining a collection of wild sunflower (*Helianthus*) species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63(7), 1219–1236. doi: 10.1007/s10722-015-0313-8
9. Seiler, G., Gulya, T., & Marek, L. (2023). Fifty years of collecting wild *Helianthus* species for cultivated sunflower improvement. *Helia*, 46(78), 1–51. doi: 10.1515/helia-2023-0003
10. Koleshkova, T. N., Riabchun, V. K., Leonova, N. M., Leonov, O. Yu., Kuzmishina, N. V., Suprun, O. H., Ilchenko, N. K., & Sheliakina, T. A. (2016). Formation of a working collection of sunflower varieties by protein and oil contents in seeds. *Plant Genetic Resources*, 19, 102–117 [In Ukrainian]
11. Al-Khatib, K., & Miller, J. F. (2000). Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidazolinone herbicides. *Crop Science*, 40(3), Article 869.
12. Miller, J. F., & Al-Khatib, K. (2004). Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide. *Crop Science*, 44(3), 1037–1039. doi: 10.2135/cropsci2004.1037
13. Molinero-Ruiz, L. (2022). Sustainable and efficient control of sunflower downy mildew by means of genetic resistance: a review. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(1), 3757–3771. doi: 10.1007/s00122-022-04038-7
14. Ban, R., Kiss, J., Palinkas, Z., & Körösi, K. (2023). Placing Management of Sunflower Mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni) under an Integrated Pest Management (IPM) System Approach: Challenges and New Perspectives. *Agronomy*, 13(4), Article 1029. doi: 10.3390/agronomy13041029
15. Firestone, D. (Ed.). (1998). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society* (5th ed.). Champaign: AOCS Press.
16. Jocić, S., Malidža, G., Cvejić, S., Hladni, N., Miklič, V., & Škorić, D. (2011). Development of sunflower hybrids tolerant to tribenuron-methyl. *Genetika*, 43(1), 175–182. doi: 10.2298/GEN-SR1101175J
17. Solodenko, A. Ye., Fayt, V. I., Christodorova, K. M., & Varenyk, B. F. (2017). Using of DNA markers of gene PLARG while creating of resistant to downy mildew sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred lines. *Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI*, 30, 53–60 [In Ukrainian]
18. Solodenko, A. Ye., Varenyk, B. F., Alexandrova, O. Ye., & Syvolap, Yu. M. (2013). Downy mildew race composition and definition of resistance of sunflower lines. *Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI*, 22, 134–140 [In Ukrainian]
19. Picard, C., Afonso, T., Benko-Beloglavec, A., Karadjova, O., Matthews-Berry, S., Paunovic, S. A., ... Ward, M. (2018). Recommended regulated non-quarantine pests (RNQPs), associated thresholds and risk management measures in the European and Mediterranean region. *EPPPO Bulletin*, 48(3), 552–568. doi: 10.1111/epp.12500
20. Kutishcheva, N. M., Shugurova, N. O., Krasnokutska, Y. V., Odinets, S. I., & Shudria, L. I. (2023). Scientific and applied aspects of sunflower breeding for the pathogen complex. *Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 35, 40–50. doi: 10.36710/IOC-2023-35-04 [In Ukrainian]

UDC 633.15:631.9:527

Ilchenko, A. S. *, Varenyk, B. F., & Karapira, S. I. (2024). Selection evaluation of new self-pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines with resistance to sulfonylurea herbicides and downy mildew [*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(1), 19–25. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.300134>

Plant Breeding & Genetics Institute – National Center of Seeds and Cultivar Investigation, 3 Ovidiopolska doroha St., Odesa, 65036, Ukraine, e-mail: alena_1410@ukr.net

Purpose. To determine the breeding value of a new sunflower source with complex resistance to sulfonylurea herbicides and downy mildew. **Methods.** In the research process, field (hybridization, line testing, individual selection, line evaluation), visual (phenological observations), laboratory (immunological evaluation of resistance to DM), vegetation (evaluation of resistance to herbicides) and mathematical and statistical (processing of experimental data and determination of reliability of research results) methods were used. **Results.** During 2020–2023, new self-pollinated sunflower lines were studied in the cross-pollination and breeding department of the Plant Breeding & Genetics Institute – National Center of Seeds and Cultivar Investigation (PBGI – NCSCI). Based on the results of the work, 33 self-pollinated sunflower lines with complex resistance to sulfonylurea herbicides and downy mildew (DM) were created and evaluated. The lines were created using domestic breeding populations that were able to reach their full genetic potential in various conditions. These populations were adapted to cultiva-

tion in the southern steppe of Ukraine and were resistant to a complex of diseases and pests. Additionally, they had increased seed yield and plasticity. The new source material obtained is constant, stably productive lines used in the subsequent breeding programme. According to the results of the trials, almost all the hybrids obtained (F₂) showed a yield of more than 1.0 t/ha. Lines with the highest level of combining ability in terms of yield (heterozygous hybrid progeny with increased viability for the main economic and valuable traits) will be selected for further research and will be involved in the creation of new hybrids resistant to sulfonylurea herbicides and DM. **Conclusions.** Research showed that traits such as sulfonylurea herbicide resistance and downy mildew resistance can be combined in one line. Herbicide resistance in sunflowers is easy to control in the field, while downy mildew resistance needs to be controlled in the laboratory.

Keywords: sunflower; lines; resistant; herbicides; tribenuron-methyl; downy mildew.

Надійшла / Received 09.02.2024
Погоджено до друку / Accepted 15.03.2024