

УДК 633.854.78:631.527

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.38>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ДО ВОВЧКА В ЕКОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ СОНЯШНИКА

Шарипіна Я.Ю. – к.б.н.,

очільник екологічних випробувань

Товариство з обмеженою відповідальністю «ВНІС Генетікс»

Боровська І.Ю. – д.с.-г.н., с.н.с.,

начальник відділу імунітету рослин до хвороб та шкідників

Товариство з обмеженою відповідальністю «ВНІС Генетікс»

Бабич В.О. – головний селекціонер соняшника компанії,

Товариство з обмеженою відповідальністю «ВНІС Генетікс»

На основі узагальнення отриманих даних щодо ураження гібридів соняшнику вовчком у локаціях екологічних випробувань в умовах 2020–2022 рр. на провокаційному фоні паразита запропоновано методику щодо оцінки рівня інфекційного фону вовчка, яка містить три розрахованих компоненти і полягає у визначенні: кількісного наповнення гібридами груп з характеристикою «стійкі» / «сприйнятливі»; середнього балу стійкості за сукупністю гібридів у локації; відповідного йому середнього значення ураженості. Розраховані показники відображають ступінь напруженості інфекційного фону у локації та сумісність таких значень по локаціях і роках, а також дозволяють оцінити здатність інфекційного фону щодо достовірності диференціації гібридів за стійкістю до вовчка.

На основі аналізу погодних показників у локаціях екологічних випробувань, проведено перегляд умов для розвитку паразита і підтверджено підвищення температур у червні і липні – місяцях, протягом яких відбувається стрімкий розвиток паразита на корінні соняшнику. Впродовж 2020–2022 рр. у кожній з п'яти локацій (Одеської, Миколаївської, Запорізької, Дніпропетровської, Харківської областей), визначено перевищення кліматичної норми температурних показників на 0,7–4,7 °С і 1–3,8 °С, відповідно.

Застосування розробленої методики оцінки достатності рівня інфекційного фону, дозволило виділити високоурожайні гібриди, які довели свою стійкість до вовчка, визначену в умовах достатнього і високого для їх диференціації рівня інфекційного фону.

У результаті вивчення гібридів соняшнику за урожайністю в екологічних випробуваннях і в умовах провокаційного фону паразита локації «Харків» (2020 р.), виділено п'ять високоурожайних ІМІ – гібридів з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка. В середньому за локаціями їх урожайність становила 2,52–2,63 т/га. Виділено високоурожайний SU – гібрид з високою стійкістю до паразита (бал 7) і рівнем урожайності 2,63 т/га в середньому з восьми локацій.

При вивченні гібридів соняшнику в умовах провокаційного фону паразита локації «Дніпро» (2022 р.) виділено чотири високоурожайних SU – гібриди з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка і рівнем середньої за локаціями урожайності 3,26–3,45 т/га.

Ключові слова: селекція, соняшник, гібрид, екологічні випробування, вовчок, оцінка стійкості, розповсюдженість.

Sharypina Ya. Yu., Borovska I. Yu., Babych V. O. Methodological peculiarities of assessment of resistance to broomrape in environmental trials of sunflower

A method for assessing infectious levels of broomrape background is proposed. The method is based on summarization of data on broomrape-induced damage to sunflower hybrids under provocative conditions in environmental trial locations in 2020–2022. The method implies determination of three calculated components: hybrid numbers in resistant and susceptible groups, the mean resistance score across a sample of hybrids in a location, and the corresponding mean value of the damage. The calculated indicators reflect the infectious background intensity in a location and comparability of values between locations and years; in addition, they allow assessing the capacity of infectious backgrounds to reliably differentiate hybrids by resistance to broomrape.

Having analyzed the weather in the environmental trial locations through the lens of conditions favoring the parasite development, we confirmed rapid development of the parasite on sunflower roots in June and July when the temperature had increased. In 2020–2022, the temperature was higher than the climatic average by 0,7–4,7°C and 1,0–3,8°C, respectively, in each of the five locations (Odeska, Mykolaivska, Zaporizhska, Dnipropetrovska, and Kharkivska Oblasts).

The developed method for assessing the infectious background adequacy allowed us to identify high-yielding hybrids, which were proven to be broomrape-resistant at sufficient and high differentiating levels of the infectious backgrounds.

As a result of measuring the sunflower hybrid yields in the environmental trials and under the provocative conditions in the “Kharkiv” location (2020), five high-yielding IMI – hybrids with very high resistance to broomrape (score 9) were selected. On average across the locations, their yield was 2,52–2,63 t/ha. A high-yielding (yielding 2,63 t/ha on average across eight locations) SU – hybrid with high resistance to the parasite (score 7) was also selected.

When studying the sunflower hybrids under the provocative conditions in the “Dnipro” location (2022), we selected four high-yielding (yielding 3,26–3,45 t/ha on average across the locations) SU – hybrids with very high resistance (score 9) to broomrape.

Key words: breeding, sunflower, hybrid, environmental trials, broomrape, assessment of resistance, prevalence.

Постановка проблеми. Високий рівень розповсюдженості квіткового паразита вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.) у посівах соняшника знижує урожайність культури. Це спонукає селекціонерів до вирішення цієї проблеми, шляхом застосування системи методів дослідження стійкості гібридів культури до вовчка у дослідях з екологічних випробувань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) посідає третє місце за рейтингом вирощування у країнах – виробниках олійних культур у світі, із загальною часткою майже 10,0%. Рекордними результатами світового виробництва соняшнику відзначився 2021/22 маркетинговий рік – 57,2 млн. т. Для України, як і для світу, виробництво соняшнику стало абсолютним рекордом – 17,5 млн. т, або 31,0% від світового обсягу. На той же час в нашій країні збиральна площа склала 7,1 млн. га, або 25,0% від загальної її кількості у світі. Станом на 28.04.2022 в Україні соняшник висіяний на площі 1 367,8 тис. га, що на 36,4% менше, ніж за аналогічний період минулого року. За урожайністю країна займає одну з провідних позицій ТОП-10 виробників культури з показником у 2,46 т/га [1].

Водночас, як і більшість країн світу, Україна вже відчуває на собі зміну клімату, що безумовно позначається на особливостях виробництва цієї культури. Так, за останнє двадцятиліття кожен рік в Україні був теплішим, ніж середньостатистичні показники за довготривалий період, а 2020 рік став найспекотнішим роком у Європі та Україні, перевищивши на 2,8°C середній показник 1961–1990 рр. Очікується, що залежно від концентрації парникових газів (ПГ) до 2050-х років середня температура по Україні може зрости порівняно з кінцем ХХ століття на 1,2–3,0°C за сценарієм помірної концентрації ПГ (RCP 4.5) і 1,7–4,1°C – за сценарієм високої концентрації ПГ (RCP 8.5) [2, с. 6].

На основі аналізу бази даних Укргідрометцентру, сформованих за 100 і більше років метеорологічних спостережень, фахівцями прогнозується ймовірність сценаріїв розвитку синоптичної ситуації. За результатами аналізу температурних показників зимового періоду в Україні 1991–2020 рр., визначено ряд сталих змін. Перехід середньої добової температури через +8°C у бік зниження навіть у північних регіонах України здійснюється в третій декаді жовтня, в інших регіонах України – на початку листопада та пізніше. Середня температура зимового періоду (грудень–лютий) на 1–2°C вища за норму. Суттєво скоротилась тривалість зимового періоду з температурою нижче нуля градусів. Сума від’ємних температур

протягом зимового періоду скоротилась майже удвічі. Суттєві похолодання набули характер короткочасних, їх тривалість становить 1–5 діб. Водночас перехід середньої добової температури весною через +8°C у бік підвищення здійснюється у першій декаді квітня та раніше [3; 4].

Також слід зазначити, кількість атмосферних опадів, що випадає на території країни в останні десятиліття зазнало незначної зміни, але зазнав змін характер та інтенсивність їх випадання. Збільшення температури повітря в тепле півріччя у сукупності з нерівномірним розподілом опадів не забезпечують ефективного накопичування вологи у ґрунті, і призводять до зростання повторюваності та інтенсивності посух [5, с. 61].

Зазначені тенденції є небезпечними для агропомислового комплексу, впливають як на урожайність вирощуваних культур, так і на зміни у розвитку біотичних чинників і їх патогенного комплексу.

З огляду на кліматичні зміни для забезпечення сталого виробництва рослинницької продукції важливе значення має розміщення сільськогосподарських культур і їх співвідношення по окремих природно – кліматичних зонах, в межах яких вони реалізують генетично обумовлені властивості та відповідний потенціал пристосування щодо конкретних природнокліматичних умов [6, с. 7]. Також, стабільність отримання урожаю, агротехнічна і економічна ефективність вирощування соняшнику залежать від ряду факторів, основними серед яких є генотипові особливості гібридів культури, рівень застосованої технології та наявності комплексу шкідливих організмів, більшістю з яких є збудники хвороб. Важливою проблемою у виробництві соняшнику є бур'яни, до яких відноситься і вовчок (*O. cymana* Wallr.) [7, с. 76].

Вовчок – паразитичний організм, володіє невичерпним потенціалом актуальності, через його високу расоутворюючу здатність, високу шкідливість і розповсюдження.

У країнах – виробниках соняшнику по всьому світу, що потерпають від вовчка, на основі багаторічних даних виявлено загальну тенденцію: зміна погодних умов, таких як вищі температури та нижча вологість, сприятиме не тільки зараженню рослин соняшнику в регіонах його сталого вирощування, де вовчок присутній вже тривалий час [8, с. 165; 9, с. 1216], а й поширенню паразита в регіони, де він зустрічався спорадично [10, с. 79].

Мета статті – спираючись на отримані дані щодо ураженості гібридів вовчком (*O. cymana* Wallr.), трансформувати загальновідому методика оцінки стійкості зразків до вовчка у методика визначення рівня інфекційного фону паразита. Уточнити параметри погодних умов, які сприяють його розвитку. За результатами вивчення гібридів соняшника в екологічному випробуванні, виділити перспективні для виробництва високоурожайні і стійкі до вовчка ІМІ – і SU – гібриди соняшнику в умовах провокаційного фону паразита.

Постановка завдання. Широкомасштабні екологічні випробування гібридів різних груп стійкості до гербіцидів селекції ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції» (ТОВ «ВНІС») розпочато в 2019 році з закладкою дослідних ділянок у восьми локаціях, розташованих таким чином, щоб охоплювати контрастні регіони агроекологічних зон України.

У 2019 р. це були Київська, Тернопільська, Полтавська, Чернігівська, Вінницька, Дніпропетровська, Миколаївська і Херсонська області. У 2020 р. – Хмельницька, Чернігівська, Черкаська (дві локації), Київська, Харківська, Одеська, Херсонська. У 2021 р. – Хмельницька, Чернігівська, Київська, Черкаська (дві локації),

Харківська, Одеська, Херсонська. У 2022 р. Дніпропетровська, Кіровоградська, Вінницька, Київська, Черкаська, Запорізька, Чернівецька.

Закладку дослідних ділянок, спостереження та обліки проведено відповідно до загальноприйнятих для соняшника методик. Агротехніка – загальноприйнята для зон України. Спосіб сівби – рядковий, з шириною міжрядь 75 см. Висів рендомізованих зразків здійснено в двократній повторності блоками по 23 зразки, в кожен блок введено 2 стандарти. Як стандарти урожайності в блоках використано зареєстровані в Україні гібриди іноземної селекції. Кількість вивчених гібридів у 2019–2021 рр. – 300 шт., у 2022 р. – 70 шт.

Блокова рендомізація використана для створення еквівалентних груп. У межах блоку вплив умов знівельованій випадковістю розташування гібриду відносно інших. Загальний розмір ділянки 20 м², розмір облікової ділянки 10 м². Густота стояння рослин до збирання в зоні достатнього зволоження – 60–65 тис. рослин на гектар, в зоні з дефіцитом вологи – 40–45 тис. рослин на гектар. Збирання соняшнику проведено селекційним комбайном Haldrup CTS – 95 Twin Shaker, з програмним забезпеченням, наданим виробником. У процесі збирання визначено врожайність гібрида з ділянки (кг), вологість насіння і проведено відбір проб із зразка для подальших лабораторних досліджень [11, с. 228; 12, с. 73].

При розробці концепції проведення екологічних випробувань ТОВ «ВНІС» щодо розміщення локацій було заплановано щорічне вивчення стійкості гібридів соняшника до вовчка у двох південних локаціях для порівняння отриманих результатів щодо стійкості гібридів. Загальновідомо, що саме південні області характеризуються більш високим рівнем розповсюдження і шкідливості цього паразита [10, с. 81]. Дослідні ділянки розміщали на полях, де в минулому році було зафіксовано значне розповсюдження вовчка (*O. cumana* Wallr.) і високий рівень ураження соняшнику паразитом. Тобто, визначення стійкості до вовчка у гібридів, стійких до гербіцидів різних хімічних груп, було заплановано проводити в умовах провокаційного фону паразита.

Однак, завжди існує ймовірність не отримати запланованого результату, через погодні умови, які можуть сприяти, а можуть і обмежувати розвиток будь-якого біологічного об'єкту, особливо – вовчка. Також, слід зазначити складність такого роду досліджень через расову неоднорідність паразита навіть в межах одного поля.

В статті наведено дані щодо стійкості гібридів до вовчка, отримані у локації «Харків» (Лозівський район Харківської області) у 2020 р., у локації «Одеса» (Вілковський район Одеської області) у 2020 р., у локації «Миколаїв» (Первомайський район Миколаївської області) у 2021 р., у локації «Дніпро» (Дніпропетровського району Дніпропетровської області) і локації «Запоріжжя» (Запорізького району Запорізької області) у 2022 р.

Стійкість гібридів соняшника до вовчка визначали за п'ятибальною шкалою [13, с. 61]. З метою отримання максимально достовірної інформації щодо стійкості гібриду, оцінку ділянки проводили одночасно двома обліковцями з двох доріжок.

Урожайність гібридів соняшника, надано за усередненими за повтореннями показниками по кожній локації і як середнє значення з локацій екологічних випробувань. Виділення високоурожайних проведено по кожному блоку гібридів (за типом вирощування), згідно меж довірчого інтервалу (ДІ) найменшої істотної різниці (НІР₀₅): високоурожайні – урожайність вище за $\bar{X} + \text{НІР}_{05}$ [14, с. 127].

Метеорологічні дані [15] представлені не в абсолютних показниках. Від значення середньої багаторічної (кліматичної норми) віднімали показники середньої температури повітря місяців представлених років. Тому перевищення у вигляді

відхилень над показником норми надано у від'ємних величинах. Показники опадів надано як частка від норми.

Виклад основного матеріалу досліджень. Одним із наріжних питань фітоімунології є достовірність оцінки стійкості селекційного матеріалу, який вивчаємо, до збудників хвороб. На даний час продовжує бути відкритим питання щодо оцінки рівня інфекційного фону шкідливого організму – вовчка, на стійкість до якого вивчають гібриди у екологічних випробуваннях, і, відповідно, достовірності отриманих результатів. Ця проблема ускладнюється і широким територіальним розташування дослідних полів і, витікаючою з цього, значною неоднорідністю расового складу популяції паразита у регіонах.

В ході виконання екологічних випробувань на тлі прикладних, вирішується багато теоретичних питань. Одним із них стало вирішення питання оцінки рівня інфекційного фону вовчка, шляхом трансформування загальновідомої методики оцінки стійкості гібридів соняшнику до вовчка.

Методика оцінки рівня інфекційного фону вовчка полягає у визначенні кількісного наповнення гібридами груп з характеристикою «стійкі» / «сприйнятливі»; середнього балу стійкості за сукупністю гібридів у локації і відповідного йому середнього значення ураженості. Ці три показники дозволяють оцінити рівень інфекційного фону вовчка у локації щодо його достатності для достовірної диференціації гібридів за стійкістю.

Розроблена методика включає декілька етапів:

1. Стійкість гібридів до вовчка визначали в умовах провокаційного фону щорічно за даними оцінки ступеня ураженості рослин соняшнику у локаціях за загальновідомою шкалою. Для зручності описання ступеня ураженості гібридів на ділянках, в роботі надано оригінальні фото (рис. 1 – рис. 5).

2. Надалі, з метою спрощення групування, ряд з характеристикою гібридів соняшника за стійкістю до вовчка (стовпчик електронної таблиці Excel) сортуємо за спаданням стійкості – від балу 9 до балу 1.



Рис. 1 – Бал 9 – ділянка без ознак ураження вовчком



Рис. 2 – Бал 7 – до 10,0% уражених вовчком рослин на ділянку



Рис. 3 – Бал 5 – 10–30,0% уражених вовчком рослин на ділянку



Рис. 4 – Бал 3 – 30,0–80,0% уражених вовчком рослин на ділянку



Рис. 5 – Бал 1 – більше 85,0% уражених рослин на ділянку

3. Шляхом підрахування кількості «стійких» (сума кількості гібридів з балами стійкості 9 і балом 7) і «сприйнятливих» (сума кількості гібридів з балами 5, 3 і 1), отримуємо їх альтернативний розподіл. Кількісне наповнення цих груп відображає рівень інфекційного фону паразита.

З літературних джерел відомо, що кількісним регулятором інфекційного фону шкідливого організму в умовах штучного або провокаційного фону є значення, що перевищує 30,0% сприйнятливих зразків [16, с. 83]. Тому, у відповідності до відсотку сприйнятливих гібридів на полі провокаційні фони розподілено на достатні (ті, на яких більше 30,0% сприйнятливих зразків, що дозволяє отримати достовірну оцінку стійкості гібриду до вовчка) та недостатні (на явних сприйнятливих зразків менше 30,0%). Також слід зазначити, що рівень фону може бути надмірним, що не дозволить провести достовірну диференціацію гібридів за стійкістю до вовчка (табл. 1).

Таблиця 1

Описові характеристики альтернативного розподілу гібридів соняшнику за стійкістю до вовчка в локаціях екологічних випробувань

Локація	Рік випробування	Альтернативний розподіл груп за кількісним наповненням, %		Характеристика рівня інфекційного фону вовчка
		група «стійкі»	група «сприйнятливі»	
«Миколаїв»	2021	0,00	100,00	надмірний
«Харків»	2020	13,93	86,07	високий
«Дніпро»	2022	35,71	64,29	достатній
«Одеса»	2020	70,34	29,66	недостатній
«Запоріжжя»	2022	91,9	9,0	недостатній

Цієї оцінки фону достатньо, у разі якщо ми вивчаємо гібриди за ознакою стійкості до вовчка один рік. Розуміння достатності фону дозволяє нам провести адекватну інтерпретацію результатів оцінки гібридів.

4. Для повноти описання і можливості порівняння рівня інфекційного фону вовчка по локаціях і роках (сумісність оцінок), у разі, якщо гібриди потребують поглибленого вивчення у екологічних випробуваннях, визначаємо чисельні значення:

а) середній бал стійкості у локації – визначаємо шляхом розрахунку середнього в діапазоні значень балів стійкості по сукупності гібридів у локації;

Таблиця 2

Показники ураженості гібридів соняшнику вовчком, використані для визначення розповсюдженості паразита

Бал стійкості	Значення ураженості, надане у шкалі	Значення ураженості по балу стійкості, використане для розрахунків, %	
		середнє (min + max) / 2	максимальне
9	0,0	0,0	0,0
7	до 10,0	10,0	10,0
5	10,1...30,0	$(10,0 + 30,0) / 2 = 20,0$	30,0
3	30,0...80,0	$(30,0 + 80,0) / 2 = 55,0$	80,0
1	> 85,0	85,0	85,0

б) ураженість – шляхом визначення середнього значення по відповідній певному балу середній або максимальній кількості уражених рослин на ділянку по кожному гібриду (табл. 2).

Для порівняння, розраховано середнє і максимальнє значення ураженості по певному балу. У значному ступені відрізняється показник різниці у локації «Дніпро», рівень інфекційного фону якої за роки досліджень визнаний достатнім (оптимальним для диференціації) (табл. 3).

Таблиця 3

Розраховані параметри рівня інфекційного фону вовчка у локаціях, 2020–2022 рр.

Локація	Середній бал	Середня частка уражених рослин (= ураженість) для локації, %		Різниця між максимальним і середнім значеннями ураженості, %
		середня по балу	максимальна по балу	
«Миколаїв»	1,79	72,53	77,03	4,5
«Харків»	2,50	62,98	70,62	7,64
«Дніпро»	3,94	41,98	58,40	16,42
«Одеса»	5,71	23,20	26,70	3,5
«Запоріжжя»	6,02	14,91	19,82	4,91
Середнє за локаціями	3,65	48,51	54,11	5,6

Різниця між максимальним і середнім значеннями ураженості в решті локацій коливається в межах 3,5–7,64%, що в середньому за локаціями становить 5,6%. І хоча різниця є незначною, для оцінки пропонуємо використовувати саме максимальнє значення ураженості для визначення середнього значення кількості уражених рослин (%) у локації, виходячи з імунологічного постулату використовувати при багаторічному вивченні, чи в повтореннях при однорічному вивченні, найменший бал стійкості і відповіднє йому вище значення за ураженістю. Тобто: для балу 7 – це 10,0%; для балу 5 – це 30,0%; для балу 3 – це 80,0%; для балу 1 – це 85,0%.

Розраховані показники відображають ступінь напруженості інфекційного фону у локації та сумісність таких значень по локаціях і роках, а також дозволяють оцінити здатність інфекційного фону щодо достовірності диференціації гібридів за стійкістю до вовчка.

Так, в ході виконання екологічних випробувань 2019–2022 рр. у локації «Миколаїв» виявлено дуже високий рівень засміченості ґрунту насінням вовчка, про що свідчить кількість уражених рослин на ділянку – 77,03%. Відсутність стійких гібридів (бал 9 і бал 7) у цій локації також доводить надмірність інфекційного фону паразита, агресивність якого не дозволила рослинам соняшнику протистояти ураженню.

Спираючись на отримані нами результати розрахунків, пропонуємо такі орієнтовні характеристики рівня інфекційного фону вовчка у локації «Дніпро»:

- кількісна наповненість груп «стійкі» / «сприйнятливі» – 35,7% / 64,3% зразків;
- середній бал стійкості у локації – 3,94, емпірично визнаний достатнім для достовірної диференціації гібридів за стійкістю до вовчка;
- середнє значення ураженості (кількість уражених рослин на ділянку) – 58,40%.

Зважаючи на наявність стійких гібридів (13,93%), виділених у локації «Харків», вважаємо рівень інфекційного фону вовчка високим (середній бал стійкості у локації 2,5), але вибірково прийнятним для диференціації гібридів за стійкістю до вовчка.

Надана таблиця наглядно демонструє можливе різноманіття рівня інфекційного фону вовчка в польових умовах.

Наявність гібридів з балами 1–5, зміщує альтернативний розподіл гібридів у напрямі сприйнятливих (100,0%), що визначає рівень інфекційного фону вовчка як надмірний – той, що не дає змоги диференціювати гібриди за стійкістю до паразита. Надмірний інфекційний фон локації «Миколаїв» описаний найвищим серед решти показником кількості уражених рослин на ділянку (77,03%) і найменшим балом стійкості 1,79.

У локації «Харків» рівень інфекційного фону вовчка був високим: група «сприйнятливі» (86,01%) мала значне переважання (у 6,18 разів) над стійкими (13,93%), але за значенням була проміжною між надмірним показником локації «Миколаїв» і достатнім показником фону у локації «Дніпро». Середній показник кількості уражених рослин на ділянку по цій локації становив 70,62%, що відповідає низькому значенню середнього балу стійкості 2,50.

Достатнім для диференціації рівнем інфекційного фону паразита визнано фон в локації «Дніпро» за кількісним наповненням груп «стійкі» / «сприйнятливі», 35,7% і 64,3%, відповідно. Середній показник кількості уражених рослин на ділянку по цій локації становив 58,40%, що відповідає середньому балу стійкості 3,94.

У локації «Одеса» за переважаючою кількістю стійких гібридів (70,34%) проти сприйнятливих (29,66%), рівень інфекційного фону вовчка визнано недостатнім. Це підкреслює високий рівень середнього балу стійкості (5,71) і низьке значення середнього показника кількості уражених рослин на ділянку у цій локації – 26,70%.

Також недостатнім для диференціації гібридів за стійкістю до вовчка рівнем інфекційного фону характеризувався фон вовчка у локації «Запоріжжя». Кількість стійких гібридів у 10 разів перевищувала кількість сприйнятливих (71,43% проти 28,57%). Це підкреслює і самий високий рівень середнього балу стійкості (6,02) і низьке значення середнього показника кількості уражених рослин на ділянку у цій локації – 19,82%.

Таким чином, за результатами вивчення стійкості гібридів соняшнику в умовах провокаційного фону паразита, нами запропоновано методіку щодо оцінки рівня інфекційного фону вовчка у локаціях екологічних випробувань.

Ще одним напрямом дослідження є перегляд впливу погодних умов на розвиток вовчка. Загальновідомо, що для розвитку вовчка соняшникового необхідні певні погодні умови. Оптимальна температура для проростання насіння і розвитку проростків вовчка +16,0...+25,0°C. За температури нижче +10,0°C і вище за +35,0°C вони не проростають. Також вологість ґрунту суттєво впливає на шкідливість вовчка. Насіння вовчка проростає за вологості ґрунту 70,0–85,0%. В перезволоженому ґрунті воно швидко втрачає схожість [17, с. 120; 18]. Представлені параметри надано більше ніж 30 років тому і на тлі повсюдних заяв про зміни у кліматі спонукають дослідників до якщо не перегляду, то більш уважного переосмислення попередньої інформації.

У досліджені було проаналізовано, за яких умов відбувалось ураження рослин соняшнику паразитом в роки проведення випробувань?

Так, у квітні 2020–2021 рр. відхилення за температурою або відповідало кліматичній нормі (0,0°C, локація «Миколаїв»), або було несуттєвим – 0,2°C (локації

«Харків» і «Одеса»). Також незначне перевищення кліматичної норми (0,4°C) встановлено в умовах 2022 р. у локації «Дніпро». У локації «Запоріжжя» перевищення кліматичної норми становило 2,1°C.

Температура травня у локації «Миколаїв» (2021 р.) відповідала кліматичній нормі і дуже незначно (на 0,2°C) відхилилась у локації «Запоріжжя» (2022 р.). У локаціях «Одеса» (2020 р.), «Харків» (2020 р.) і «Дніпро» (2022 р.) відхилення у бік нестачі температур становило 1,4–1,7°C.

У червні перевищення кліматичної норми коливалось від 0,7°C у локації «Одеса» (2020 р.) до рекордних позначок 3,1 °C і 4,7°C у локації «Харків» (2020 р.) і локації «Запоріжжя» (2022 р.), відповідно.

У липні незначні перевищення температури (0,2°C і 0,5°C) встановлено у локаціях «Дніпро» і «Запоріжжя» в умовах 2022 р. Значні перевищення температури (1,8°C і 2,3°C) виявлено у локаціях «Одеса» і «Харків» в умовах 2020 р. і 3,0°C у локації «Миколаїв» в умовах 2021 р.

У серпні перевищення температури становили: мінімальне значення 1,0°C – у локації «Миколаїв» (2021 р.); максимальне – 3,8°C – у локації «Запоріжжя». Температурні перевищення решти локацій («Харків» і «Одеса» 2020 р., «Дніпро» 2022 р.) коливались в межах 1,5–2,4°C.

Отже, впродовж 2020–2022 рр. у кожній з п'яти зазначених локацій, у червні і липні – місяців, які мають суттєвий вплив на розвиток вовчка, визначено перевищення температурних показників на 0,7–4,7°C і 1–3,8°C, відповідно.

Таким чином, при проведенні оцінки стійкості до вовчка в локаціях екологічних випробувань, у регіонах з високим рівнем його розповсюдження (41,98–74,8% уражених рослин на ділянку), ми мали можливість підтвердити зміну погодних умов у напрямку підвищення температур у місяцях, впродовж яких відбувається стрімкий розвиток паразита на корінні соняшнику і визначити значний розвиток паразита при даних температурах.

Також було проаналізовано наявність та достатність опадів у локаціях випробування.

У квітні 2020 р. нестачею опадів відзначились умови локацій «Одеса» і «Харків» – 26,4% і 48,1%, відповідно. В решті локацій в цьому місяці зафіксовано

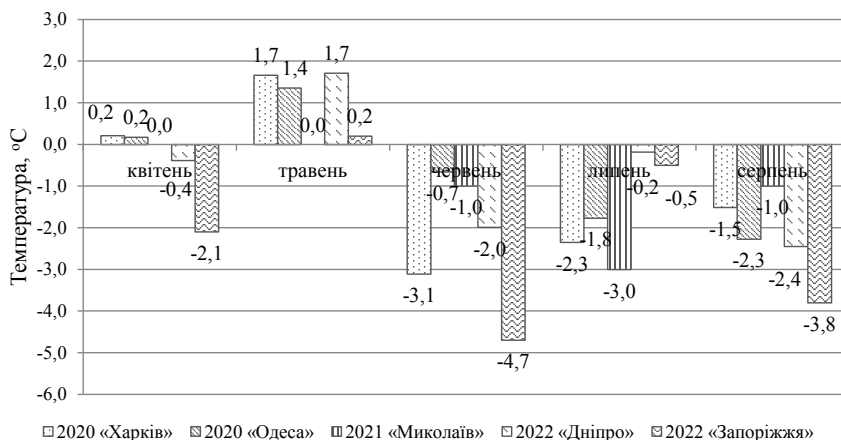


Рис. 6. Відхилення температури від кліматичної норми в локаціях екологічних випробувань гібридів соняшнику, 2019–2022 рр.

перевищення від 124,2% у локації «Миколаїв» (2021 р.) до 259,8% у локації «Дніпро» (2022 р.).

Ознакою нестачі опадів (40,0% і 64,2%) відзначився травень 2020 р. у локації «Одеса» і 2022 р. у локації «Запоріжжя». В решті локацій коливання надмірної кількості опадів відбувалось від 131,8% у локації «Дніпро» (2022 р.) до 206,2% у локації «Харків» (2020 р.). Червень більше ніж вдвічі від норми (222,4%) вирізнявся у локації «Миколаїв» (2021 р.). У локації «Дніпро» частка опадів наближалася до норми (95,1%) в умовах 2022 р., а у локації «Харків» (2020 р.) незначно її перевищувала (114,6%). У південних локаціях «Одеса» (2020 р.) і «Запоріжжя» (2022 р.) у червні визначено нестачу опадів, яка не досягала навіть половини кліматичної норми (32,0% і 48,4%, відповідно). В цих же локаціях і в ці ж роки («Одеса», 2020 р. і «Запоріжжя», 2022 р.) зафіксовано нестачу опадів у липні (45,3% і 51,7%, відповідно). У локації «Миколаїв» нестача опадів становила 86,2% в умовах 2021 р. Надмірну проти кліматичної норми частку опадів (132,7%) визначено у локації «Харків» (2020 р.). У локації «Миколаїв» (2022 р.) частка опадів у липні втричі (318,6%) перевищила кліматичну норму. Подібною і вкрай незвичною особливістю серпня локації «Дніпро» було випадіння десяти кліматичних норм в умовах 2022 р. – 996,7%). Перевищенням кліматичної норми за опадами у цьому місяці (127,5–162,5%) відзначено у локації «Запоріжжя» (2022 р.), локації «Одеса» (2020 р.) і локації «Миколаїв» (2021 р.). Значну нестачу опадів (14,2%) визначено в умовах 2020 р. у локації «Харків».

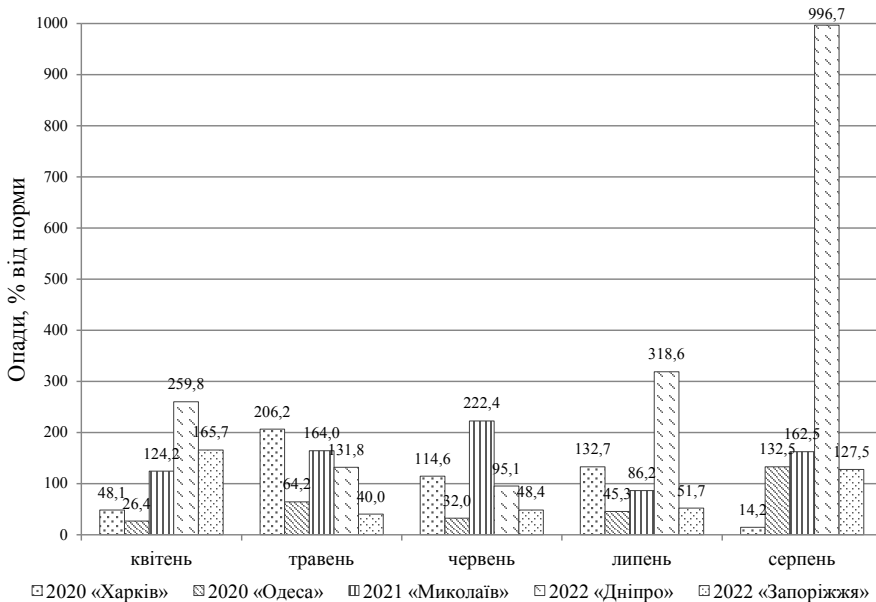


Рис. 7. Відхилення частки опадів від кліматичної норми в локаціях екологічних випробувань гібридів соняшнику, 2019–2022 рр.

При узагальненні інформації щодо опадів, визначено, що їх випадіння мало різноманітний характер – спостерігали як нестачу, так і перевищення кліматичної норми по локаціях і роках.

Застосування розробленої методики оцінки достатності рівня інфекційного фону, дозволило виділити високоурожайні гібриди, які довели свою стійкість до вовчка, визначену в умовах достатнього для їх диференціації рівня інфекційного фону.

В результаті вивчення гібридів соняшнику за урожайністю в екологічних випробуваннях і в умовах провокаційного фону паразита локації «Харків» (2020 р.), виділено п'ять високоурожайних ІМІ – гібридів з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка (табл. 4).

Таблиця 4

Виділені в умовах провокаційного фону вовчка високопродуктивні ІМІ – гібриди соняшника, 2020 р.

Entry Name	Урожайність за локаціями, т/га									Стійкість до вовчка, бал локація «Харків»
	«Херсон»	«Одеса»	«Київ»	«Шпола»	«Умань»	«Хмельницький»	«Чернігів»	«Харків»	середнє за локаціями	
гібриди, стійкі до імідазолінів (ІМІ – гібриди)										
ІМІ St 1	0,66	1,39	4,10*	3,64	2,62	2,12	4,06*	2,53*	2,64*	9
ВН123418	0,86*	1,01	3,47*	3,76*	2,45	3,19*	3,49	2,85*	2,63*	9
VN0000166	0,49	1,85*	2,93	3,86*	3,19*	2,20	3,98*	2,58*	2,63*	9
ВН08896-1	0,79	1,31	3,20	4,01*	2,42	3,82*	2,82	2,01*	2,55*	9
Євро	1,01*	1,20	3,46*	3,73*	2,44	3,12*	3,41	1,91*	2,54*	9
VN0000141	0,91*	1,80*	3,36*	3,21	2,72	2,97*	2,97	2,22*	2,52*	9
ІМІ St 2	0,92*	1,51	3,57*	4,17*	2,28	3,53*	4,94*	2,07*	2,87*	5
Середнє	0,67	1,41	3,31	3,63	2,59	2,82	3,34	2,10	2,48	–
НІР ₀₅	0,04	0,07	0,10	0,09	0,07	0,11	0,14	0,07	0,04	–
гібриди, стійкі до трибенурон – метилу (SU – гібриди)										
VN0393721	0,96*	1,84*	3,44*	3,64	2,67	2,74	3,95*	1,81	2,63*	7
SU St 1	0,72	1,70*	3,23*	4,41*	2,82*	3,51*	4,79*	3,37*	3,07*	1
SU St 2	0,81	1,64*	2,41	3,65	3,11*	4,22*	4,34*	2,28*	2,81*	5
Середнє	0,85	1,57	2,99	3,56	2,84	2,68	3,92	1,76	2,53	–
НІР ₀₅	0,04	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09	0,10	0,06	0,03	–

Примітка. * – достовірно на 5,0% рівні значущості.

В середньому за локаціями їх урожайність становила 2,52–2,63 т/га і коливалась від 0,86–1,01 т/га у жорстких умовах Південного Степу (локація «Херсон») до 3,73–4,10 т/га в умовах центральної частини Лісостепу (локація «Шпола»).

Також на провокаційному фоні вовчка у локації «Харків» було виділено високоурожайний SU – гібрид з високою стійкістю до паразита (бал 7) і рівнем урожайності 2,63 т/га в середньому за восьми локацій, і коливанням урожайності в них від 0,96 т/га до 3,95 т/га.

При вивченні гібридів соняшнику в умовах провокаційного фону паразита локації «Дніпро» (2022 р.) виділено чотири високоурожайних SU – гібриди з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка і рівнем середньої за локаціями урожайності 3,26–3,45 т/га (табл. 5).

Таблиця 5

Виділені в умовах провокаційного фону вовчка високопродуктивні SU – гібриди соняшника, 2022 р.

Entry Name	Урожайність за локаціями, т/га							Середнє за локаціями	Стійкість до вовчка, бал локація «Дніпро»
	«Чернігів»	«Кіровоград»	«Київ»	«Умань»	«Вінниця»	«Запоріжжя»	«Дніпро»		
21ВН000562	3,92*	4,63*	3,05	4,05*	3,09*	2,14	3,26*	3,45*	9
SU St 1	3,78*	5,03*	2,99	3,28	2,55	2,21	3,11*	3,28*	9
21ВН000532	3,53	4,80*	2,82	3,86*	2,69	2,09	3,06*	3,26*	9
21ВН000554	3,95*	4,18	2,32	4,08*	2,58	2,47*	3,27*	3,26*	9
21ВН000560	3,52	4,11	3,42*	3,69*	2,76	2,75*	2,60	3,26*	9
SU St 2	3,70	5,16	2,87	4,40	3,14	2,38	2,53	3,45*	7
Середнє	3,52	4,44	2,97	3,54	2,75	2,34	2,81	3,19	–
НІР ₀₅	0,08	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,10	0,05	–

Примітка. * – достовірно на 5,0% рівні значущості

Висновки і пропозиції. На основі узагальнення отриманих даних щодо ураження гібридів соняшнику вовчком у локаціях екологічних випробувань в умовах 2020–2022 рр. на провокаційному фоні паразита запропоновано методику щодо оцінки рівня інфекційного фону вовчка, яка містить три розрахованих компоненти і полягає у визначенні: кількісного наповнення гібридами груп з характеристикою «стійкі» / «сприйнятливі»; середнього балу стійкості за сукупністю гібридів у локації; відповідного йому середнього значення ураженості. Розраховані показники відображають ступінь напруженості інфекційного фону у локації та сумісність таких значень по локаціях і роках, а також дозволяють оцінити здатність інфекційного фону щодо достовірності диференціації гібридів за стійкістю до вовчка.

На основі аналізу погодних показників у локаціях екологічних випробувань, нами проведено перегляд умов для розвитку паразита і підтверджено підвищення температур у червні і липні – місяців, впродовж яких відбувається стрімкий розвиток паразита на корінні соняшнику. Впродовж 2020–2022 рр. у кожній з п'яти зазначених локацій (Одеської, Миколаївської, Запорізької, Дніпропетровської, Харківської областей), визначено перевищення температурних показників на 0,7–4,7оС і 1–3,8оС, відповідно.

Застосування розробленої методики оцінки достатності рівня інфекційного фону, дозволило виділити високоурожайні гібриди, які довели свою стійкість до вовчка, визначену в умовах достатнього і високого для їх диференціації рівня інфекційного фону.

В результаті вивчення гібридів соняшнику за урожайністю в екологічних випробуваннях і в умовах провокаційного фону паразита локації «Харків» (2020 р.), виділено п'ять високоурожайних ІМІ – гібридів з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка. В середньому за локаціями їх урожайність становила 2,52–2,63 т/га. Виділено високоурожайний SU – гібрид з високою стійкістю до паразита (бал 7) і рівнем урожайності 2,63 т/га в середньому з восьми локацій.

При вивченні гібридів соняшнику в умовах провокаційного фону паразита локації «Дніпро» (2022 р.) виділено чотири високоурожайних SU – гібриди з дуже високою стійкістю (бал 9) до вовчка і рівнем середньої за локаціями урожайності 3,26–3,45 т/га.

Результати досліджень підтверджують світову тенденцію щодо підвищення температур на території України і відповідно цьому фактору є можливість прогнозувати подальше розповсюдження вовчка у регіонах з високою концентрацією культури в сівозміні, де соняшник вирощували у незначних кількостях і відповідно тиск паразита на виробництво в них.

Отримані результати – як методичного, так і прикладного характеру, пропонуються до використання у екологічних і імунологічних випробуваннях для добору високоурожайних гібридів соняшнику стійких до вовчка, різного типу вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демчук В. Виробництво соняшнику у 2021/22 МР. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-sonyashniku-2021-22-mr> (дата звернення 30.01.2023).
2. Wilson L., New S., Daron J., Golding N. Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. URL: https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegov-uk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_ukrainian.pdf. (дата звернення 26.01.2023).
3. Якою буде зима 2022-2023 в Україні – УкрГідрометцентр. URL: <https://chas.cv.ua/meteosituasya/112592.html>. (дата звернення 30.01.2023).
4. В УкрГідрометцентрі зробили прогноз на зиму 2022/2023: деталі. URL: <https://nikcenter.org/newsItem/73866> (дата звернення 30.01.2023).
5. Сліже М. О. Порівняльний аналіз повторюваності суховіїв в Україні в середині ХХ і на початку ХХІ століття. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 2018, 22, 57–63. doi: 10.31481/uhmj.22.2018.06 URL: <https://uhmj.org.ua/index.php/journal/article/view/107/104> (дата звернення 20.02.2023).
6. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10–12 квітня 2019 р. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ-Миколаїв-Херсон, 2019. С. 6–8.
7. Duca M., Glijin A. The broomrape effect on some physical and mechanical properties of sunflower seeds. *Analele Științifice ale Universității «Al. I. Cuza» Iași s. II a. Biologie vegetală*, 2013. 59, 2: p.p. 75–83. URL: http://www.bio.uaic.ro/publicatii/anale_vegetala/anale_veg_index.html (дата звернення 25.11.2022).
8. Burlov V., Burlov V. Breeding of sunflower resistant to new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). *Helia* 33(53): 165–172.
9. Gagne G., Roedel – Drevet P., Grezes – Besset B., Shindrova P., Ivanov P., Grand-Ravel C., Vear F., Tourvieille de Labrouhe D., Charmet G., Nicolas P. Study of the variability and evolution of *Orobanche cumana* populations infesting sunflower in different European countries. *Theor Appl Genet*. 1998. 96: p.p. 1216–1222.
10. Duca M. 2015. Historical aspects of sunflower researches in the Republic of Moldova. *Helia*. 38 (62): 79–93.

11. Sharypina Ya., Borovska I., Parii Ya., Parii Yu., Babych V., Nakonechna M., Kostenko Yu., Sirko A. Adaptability of sunflower hybrids originated at the VNIS in the Ukrainian conditions. *Селекція і насінництво*. 2020. Випуск 117. С. 226–234. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-71-80

12. Шарипіна Я. Ю., Боровська І.Ю., Парій Я. Ф. та ін. Мінливість основних господарсько – цінних ознак у стійких до гербіцидів соняшнику селекції ТОВ «ВНІС» в умовах Лісостепу і південного степу України. *Вісник уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 71–80. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-71-80

13. Петренко В. П., Кириченко В. В., Черняєва І. М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб. / за редакцією академіка НААН В. В. Кириченка, члена-кореспондента НААН В. П. Петренкової. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

14. Системний аналіз в селекції польових культур : навчальний посібник / П. П. Літун, В. В. Кириченко, В. П. Петренко, В. П. Коломацька / УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2009. 351 с.

15. Weather and Climate. URL: <https://tckctck.org/ukraine>. (дата звернення 06.02.2023).

16. Гешеле Э. Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса : Изд. ВСГИ, 1971. 180 с.

17. Болезни сельскохозяйственных культур: в 3-х т. / Под общей ред. члена – корреспондента ВАСХНИЛ доктора биол. наук В. Ф. Пересыпкина. Киев : Урожай, 1989. ISBN 5-337-00269-4. / Том 2. Болезни технических культур и картофеля / В. Ф. Пересыпкин, З. П. Пожар, Н. Н. Кирик и др. 248 с. ISBN 5-337-00503-0.

18. Duca M., Clapco S., Nedealcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova. OCL, 2019, 26, 3. Contribution to the Topical Issue «Sunflower and climate change». URL: https://www.ocl-journal.org/articles/oc1/full_html/2019/01/oc1180049s/oc1180049s.html. DOI: <https://doi.org/10.1051/oc1/2018049>. (дата звернення 31.01.2023)

УДК 632.4:633.88

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.39>

БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH. ВІД АЛЬТЕРНАРІОЗУ

Швидченко К.Р. – аспірантка кафедри фітопатології

імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Гентош Д.Т. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті описано збудник альтернаріозу ехінацеї пурпурової. Відомо, що дана хвороба є однією з найпоширеніших серед грибних плямистостей рослини, які призводять до значних втрат врожаю. У роботі наведено систематичне положення збудника, його біологічні та екологічні особливості, можливі джерела інфекції, симптоми прояву та шкідливість.
