

УДК 633.854.78:631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.20>

УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ РІЗНИХ ГРУП СТІЙКОСТІ ДО ГЕРБІЦИДІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗРІДЖЕНОСТІ ДІЛЯНОК У ЕКОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ

Шарипіна Я.Ю. – к.б.н.,

начальник відділу екологічних випробувань,

ТОВ «ВНІС ГЕНЕТИКС»

Боровська І.Ю. – д.с.-г.н., с.н.с.,

начальник відділу імунітету рослин до хвороб та шкідників,

ТОВ «ВНІС ГЕНЕТИКС»

Бабич В.О. – к.б.н.,

начальник відділу селекції соняшника,

ТОВ «ВНІС ГЕНЕТИКС»

Парій Я.Ф. – заступник директора,

ТОВ «ВНІС»

У статті наведено результати оцінки гібридів соняшнику селекції ВНІС класичного типу вищівування (CON) і стійких до гербіцидів сульфонілсечовинної (SU) і імідазолінонів (IMI) груп за передзбиральною густрою стояння рослин на ділянках щодо їх відповідності отриманій урожайності у екологічних випробуваннях у локаціях з охопленням всіх агроекологічних зон України. Гібриди розподілено на п'ять груп зріженості. Через незначну кількість зразків у п'ятій групі наведено статистичні розрахунки у чотирьох групах. Встановлено ступінь зниження врожайності гібридів у кожній групі зріженості і різницю між ними. Виявлено, що CON – і IMI – гібриди мали більш високу зріженість у пунктах випробувань. SU – гібриди, незалежно від значної розбіжності агроекологічних умов локацій екологічних випробувань, мали більш низький рівень зріженості. Визначено кількісне наповнення кожної групи зріженості і встановлено суттєву різницю як за кількістю рослин, так і за урожайністю.

Розмір різниці між групами зріженості визначали від групи «один» (ділянки, без ознак зріженості), приймаючи його значення за 100,0%. В середньому за локаціями різниця між кількістю рослин на ділянках, позначених групою зріженості «один» і групою зріженості «два», становила 5,0% для SU – гібридів і для 9,0% у IMI – гібридів, що відповідало 3–4 рослинам, відсутнім на ділянці в умовах 2019 р. Майже однакову різницю за кількістю рослин (12 і 13 шт.) виявлено у групі зріженості «три» проти значення групи зріженості «один» у гібридів, стійких до обох гербіцидів. Зріженість ділянок гібридів, віднесених до групи «чотири», відносно групи зріженості «один» становила 38 відсотків на ділянці рослин у SU – гібридів і 23 відсотків на ділянці рослин у IMI – гібридів.

При побудові прогностичної моделі впливу зріженості ділянок на урожайність з використанням інтервальних значень цієї ознаки у SU-, IMI – і CON – гібридів за результатами випробувань 2020 р. встановлено її прийнятність ($R_2 = 0,538$).

Створено і статистично обґрунтовано п'ятибальну шкалу оцінки зріженості (найкраща оцінка – бал 9, найгірша – бал 1), у якій кожен бал описує зріженість ділянки і відображає певну частку відсутніх рослин від 10,0% і понад 60,0% рослин.

Практичну цінність оцінки зріженості ділянок гібридів соняшнику у екологічних випробуваннях підтверджено визначеними значеннями урожайності кожної групи зріженості. Усереднена різниця у кожній з трьох груп стійкості гібридів (CON, IMI, SU), за локаціями становила 0,4 т/га між групами зріженості «один» і «два», 0,5 т/га між групами зріженості «один» і «три», 0,8–1,1 т/га між групами зріженості «один» і «чотири».

Ключові слова: соняшник, гібрид, екологічні випробування, урожайність, передзбиральна густина стояння рослин, зріженість ділянки, шкала оцінки зріженості.

Sharypina Ya.Yu., Borovska I.Yu., Babych V.O., Parii Ya.F. Yields of sunflower hybrids belonging to different herbicide resistance groups depends on thinning in environmental trial plots

The article presents results on the yields of VNIS-bred sunflower hybrids of the classic cultivation type (CON), sulfonylurea (SU) herbicide-resistant hybrids, and imidazolinone (IMI) herbicide-resistant ones depending on pre-harvest thinning of plants in environmental trial plots located in each of the agro-ecological zones of Ukraine. The hybrids were categorized into five thinning groups. Due to the small number of hybrids in group 5, statistical calculations are presented for four groups. Reductions in the hybrids' yields in each thinning group and the differences between them were assessed. It was found that the thinning of the CON – and IMI-resistant hybrids was greater in the trial locations. The SU-resistant hybrids, regardless of the significant variations in the agro-ecological conditions of the environmental trial locations, grew much more densely. The number of hybrids, number of plants per plot, and yields in each thinning group were calculated. The groups significantly differed both in the number of plants and yields.

The thinning increment between the groups was determined from group I (plots without thinning signs), taking its value as 100,0%. On average, by location, the difference between the number of plants in the plots in thinning group I and thinning group II was 5,0% for the SU herbicide-resistant hybrids and 9,0% for the IMI herbicide-resistant hybrids, which corresponded to the absence of 3–4 plants in the plots in 2019. There were very similar differences in the number of plants (12 and 13 plants) between the SU herbicide- and IMI herbicide-resistant hybrids in group III vs. the corresponding values for the SU herbicide- and IMI herbicide-resistant hybrids in group I. The plant thinning in group 4 related to thinning group I was as follows: there were 38 and 23 plants fewer in the plots of the SU herbicide- and IMI herbicide-resistant hybrids, respectively.

When constructing a prognostic model for the effect of thinning in a plot on yield using the interval values of this trait in SU herbicide-, IMI herbicide-resistant hybrids, and CON hybrids based on the 2020 trial results, we established its acceptability ($R_s = 0,538$).

A five-point scale for thinning assessment was developed and statistically justified (the best score is 9 points, while the worst one is 1 point). On the scale, each point describes the thinning in a plot, reflecting a percentage of absent plants from 10,0% to >60,0% of plants.

The practical value of assessing the thinning in plots of sunflower hybrids in environmental trials was confirmed by determining yield in each thinning group. The average difference in each of the three resistance categories of hybrids (CON, IMI, SU) across locations was 0,4 t/ha between thinning groups I and II, 0,105 t/ha between thinning groups I and III, and 0,8–1,1 t/ha between thinning groups I and IV.

Key words: sunflower, hybrid, environmental trials, yield, pre-harvest plant density, plot thinning, thinning assessment scale.

Постановка проблеми. Соняшник має генетично детерміновані обмеження ростових процесів, які обумовлюють різну інтенсивність росту рослин та його обмеження при будь – якому сполученні агротехнічних і метеорологічних чинників [1]. На результатах оцінки сполучення чинників «погода–урожай» розроблено метод прогнозування урожайності насіння культури [2]. Однак, дослідження, пов'язані з визначенням впливу густоти рослин на урожайність соняшнику, як правило, базуються на засадах агротехнологічних чинників рослинництва. Зв'язок між урожайністю і зрідженістю ділянок у екологічних випробуваннях, тим паче на гібридах, стійких до різних хімічних груп гербіцидів, раніше не висвітлювався.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник посідає провідне місце в Україні за господарським значенням серед олійних культур. Ця культура є привабливою для агровиробників усіх агрокліматичних зон вирощування України внаслідок стабільності попиту на насіння та його високу вартість на ринку. Сортова агротехніка вирощування культури займає не останнє місце у вирішенні проблеми підвищення урожайності соняшника.

При вирощуванні соняшнику наукове й практичне значення має встановлення впливу природних та технологічних чинників на строки настання та тривалість

проходження як міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду, а також висоти рослин, оскільки ці складові елементи продукційного процесу позначаються на показниках урожайності насіння та його якості [6].

Також густота стояння рослин є способом регуляції продуктивності гібридів та виходу продукції з одиниці площі [3–5]. Для цього необхідно впроваджувати у виробництво інтенсивні гібриди з високим потенціалом урожайності, який може бути реалізованим в умовах сучасних технологій вирощування із наданням наукового супроводу росту та розвитку їх рослин упродовж всієї вегетації [7].

Головною метою досліджень в екологічних випробуваннях є виділення перспективних високоврожайних гібридів соняшнику для впровадження у виробництво. Визначення цінності гібрида серед значного обсягу зразків забезпечується комплексом оцінок у польових умовах у декількох екологічних локаціях. Враховуючи значні обсяги селекційного матеріалу, а також віддаленість локацій, оцінки, які проводяться у передзбиральний період, мають бути проведені за короткий проміжок часу з дотриманням запланованих термінів обліків.

Тому метою наших досліджень було визначення ступеня зниження урожайності в залежності від зрідженості ділянок гібридів соняшнику селекції ВНІС класичного типу вирощування (CON), стійких до імідазолінонів (ІМІ) та сульфонілсечовини (SU) у екологічних випробуваннях і створення шкали оцінки зрідженості ділянок гібридів соняшнику в екологічних випробуваннях щодо їх відповідності отриманій урожайності.

Постановка завдання. Широкомасштабні екологічні випробування (ЕВ) гібридів різних груп стійкості до гербіцидів селекції ВНІС розпочато в 2019 році. Досліди закладено в восьми областях України (Київській, Полтавській, Черкаській, Дніпропетровській, Вінницькій, Тернопільській, Миколаївській, Херсонській). У 2020 році екологічні випробування також проведено у восьми областях України, а саме Хмельницькій, Чернігівській, Київській, Черкаській (дві локації), Харківській, Одеській та Херсонській [8].

Об'єктом екологічних випробувань є гібриди соняшнику класичного типу вирощування (CON – гібриди), у якості стандартів групи в дослідження залучено гібриди Вероніка, Бріо; гібриди, стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів (ІМІ – гібриди), стандарти NK Neoma, Genesis ES; гібриди, стійкі до гербіцидів сульфонілсечовинної групи (SU – гібриди), стандарти SY Sumiko, P64LE25.

Посів рендомізованих зразків здійснено в дворазовій повторності блоками по 20 зразків, з введенням в кожен блок двох стандартів. Блокова рендомізація використана для створення еквівалентних груп. У межах блоку умови розподілені випадковим чином. Загальний розмір ділянки 20 м², розмір облікової ділянки 10 м². Густота стояння рослин перед збиранням в зоні достатнього зволоження – 60–65 тис. рослин на гектар, в зоні з дефіцитом вологи – 40–45 тис. рослин на гектар. Закладка дослідних ділянок, комплекс оцінок, в тому числі імунологічних, проведені відповідно до загальноприйнятих для соняшнику методик [9–13].

З метою розробки шкали, яка дозволить прискорити оцінку зрідженості ділянок перед збиранням урожаю в 2019–2020 рр. проведено дві оцінки ділянок:

– перша – окомірна – яка включала віднесення ділянки до певної групи зрідженості;

– друга – фактична оцінка зрідженості ділянок – яка включала підрахунок кількості рослин двох середніх облікових рядків соняшника у кожному повторенні у кожній локації, зважаючи на стан супутніх рядків (першого і четвертого) за просівами.

Окомірна оцінка гібридів при значних обсягах кількості ділянок, повинна виконуватись у значному темпі. Довжина рядка становить 10,0 м. Погляд проникає в середину ділянки на п'ять метрів. Тому в оцінці приймають участь три співробітника. Один йде по доріжці попереду ділянки, звіряючись з маркуванням, другий стає позаду ділянки. Обидва переміщуються синхронно. Кожен по черзі оголошує бал зрідженості своїх оглянутих п'яти метрів. Третій записує результат. При статистичному аналізі з двох балів, наданим кожній повторності, виводять середній бал.

Підходячи до ділянки і стоячи перед нею між другим і третім рядками (двома середніми, зрізані кошики з яких і визначають урожайність гібриду) поглядом охоплюється ділянка, набуваючи статус «кадра», як при фотозйомці.

В таблицях цієї статті, а саме в таблицях один–три, надано дані за чотирма групами зрідженості. Остання, п'ята, не представлена через вкрай незначну кількість ділянок, на яких відсутня більшість рослин. Однак, зважаючи на наявність комплексу технічних факторів, біо- та абіотичних чинників навколишнього середовища, присутніх в екологічних випробуваннях, вона має право на своє існування.

У 2019 р. використано дані з п'яти локацій (Тернопільська, Черкаська, Дніпропетровська, Миколаївська, Херсонська області) та гібридів двох типів вирощування (SU, IMI). У 2020 р. – опрацьовано результати вирощування гібридів трьох типів стійкості до гербіцидів (SU, IMI, CON) у восьми локаціях.

Урожайність кожного гібриду у 2019–2020 рр. усереднювали за повторностями і групували за групами зрідженості у кожній локації, з наступним усередненням по локаціях. Мінливість урожайності у гібридів по кожному балу визначали за коефіцієнтом варіації (C_v , %). Представлені у таблицях дані отримували за етапами усереднення значень (кількості рослин і урожайності) починаючи з: повторностей гібриду; по групі зрідженості гібриду; по сукупності гібридів в кожній групі стійкості до гербіциду; по локації; по всім локаціям щорічно.

Для визначення відмінностей за урожайністю гібридів різного типу вирощування, згрупованих в кожній групі зрідженості, нами використано ліміти урожайності (мінімальне (min), максимальне (max)), їх середнє (mean) значення, і інтервальні значення (різниця між мінімальним і максимальним значенням (max – min)).

Аналіз експериментальних даних здійснювали методами статистичного аналізу за використання пакету прикладних програм Microsoft Office Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Окомірна оцінка – загальновідомий і поширений метод, який передбачає оцінку гібридів на ділянці за сукупністю окремих рослин [11, 13]. Такого виду оцінки застосовуються залежно від завдань розробника. При виконанні наших завдань така оцінка розглядається у дослідженні як потенційно надійний критерій визначення отриманої урожайності гібриду, яка надає можливість рекомендувати його у виробництво.

За нашими спостереженнями ступінь зрідженості ділянки може діаметрально протилежно впливати на урожайність: за рахунок підвищення площі живлення, через відсутність рослин, які повинні були стояти поруч, можемо отримати недостовірно високу урожайність; водночас при значній зрідженості ділянки урожайність гібриду може бути заниженою. У результаті це може призвести до невиправданого бракування гібриду, але не свідчитиме про його низьку урожайність в цілому, а потребує переоцінки отриманих результатів, аналізу результатів урожайності цього гібриду з інших локацій випробування, а також його повторного випробування.

Тому, для оцінки ступеня зрідженості при проведенні окомірної оцінки визначали однорідність стояння рослин у облікових рядках за орієнтовною часткою

відсутніх рослин. Надалі, на основі цієї оцінки гібриди розподіляли на групи і з додаванням інформації по підрахунку рослин вирішували такі питання:

- яка фактична кількість рослин формує ту чи іншу групу зрідженості?
- на скільки групи зрідженості відрізняються одна від одної за кількістю відсутніх рослин і, відповідно, за недобором урожайності у гібридів, згрупованих за певним рівнем зрідженості;
- також розглядали питання, чи є відмінність між вищезначеними показниками у гібридів, різних за стійкістю до гербіцидів.

Всі три питання вирішували за узагальненням даних, отриманих у 2019–2020 рр. Гібриди групували за результатами оцінки. Відмінність між групами зрідженості визначали за кількістю рослин, надалі визначаючи частку відсутніх на ділянці. Розмір різниці між групами зрідженості визначали від групи «один» (ділянки, без ознак зрідженості), приймаючи його значення за 100,0% (табл. 1).

Таблиця 1

Кількісне вираження зрідженості ділянок гібридів соняшнику, стійких до різних груп гербіцидів, середнє за локаціями ЕВ (2019 р.)

Група зрідженості	SU – гібриди				ІМІ – гібриди			
	кількість гібридів, %	кількість рослин, шт.	різниця між групами зрідженості *		кількість гібридів, %	кількість рослин, шт.	різниця між групами зрідженості *	
		$\frac{\min \div \max}{\bar{x}}$	шт.	%		$\frac{\min \div \max}{\bar{x}}$	шт.	%
1	38,59	$\frac{34 \div 66}{49}$	0,0	0,0	28,55	$\frac{38 \div 60}{49}$	0,0	0,0
НІР _{0,05}		0,83				4,86		
CV, %		9,21				10,42		
2	46,52	$\frac{33 \div 61}{46}$	3	5	36,52	$\frac{34 \div 58}{45}$	4	9
НІР _{0,05}		0,98				1,16		
CV, %		12,72				12,48		
3	21,68	$\frac{22 \div 54}{37}$	12	24	31,81	$\frac{23 \div 54}{36}$	13	26
НІР _{0,05}		2,84				2,51		
CV, %		21,62				20,47		
4	0,93	$\frac{8 \div 15}{11}$	38	77	5,07	$\frac{14 \div 35}{26}$	23	46
НІР _{0,05}		2,21				2,65		
CV, %		11,76				15,72		

Примітка. * – різниця від значення групи зрідженості 1

Так, в середньому за локаціями, різниця в кількості рослин на ділянках, позначених групою зрідженості «один» і групою зрідженості «два» становила 5,0% SU – гібридів і 9,0% у ІМІ – гібридів, що відповідало 3–4 рослинам, відсутнім на ділянці.

Майже однакову різницю за кількістю рослин (12 і 13 шт.) у ІМІ – і SU – гібридів виявлено у групі зрідженості «три» проти значення групи зрідженості «один».

Вона становила чверть від заданої густоти стояння рослин (24,0% і 26,0%) у гібридів, стійких до обох гербіцидів. Зрідженість ділянок гібридів, віднесених до групи «чотири» становила 77,0% у гібридів, стійких до трибенурон – метилу. У ІМІ – гібридів в групі зрідженості «чотири» частка відсутніх рослин була вдвічі меншою (46,0%). Це відповідало 38 відсутнім на ділянці рослинам у SU – гібридів і 23 відсутнім на ділянці рослинам у ІМІ – гібридів.

Слід відмітити, що сумарна частка ділянок гібридів сояшнику без ознак зрідженості (група «один») і з незначною зрідженістю (група «два») становила переважну більшість гібридів, які вивчали у екологічних випробуваннях. Так, у SU – гібридів це значення сягнуло 85,11% (38,59% гібридів у групі 1 і 46,52% у групі 2). У ІМІ – гібридів це значення було дещо меншим (в 1,3 рази) і становило 65,07% (28,55% у групі зрідженості «один» і 36,52% у групі зрідженості «два»). Незначну кількість (0,93% і 5,07%) ділянок з дуже високим рівнем зрідженості (група «чотири») було виявлено у гібридів, стійких до обох гербіцидів.

Наступним питанням, яке вирішували в ході виконання екологічних випробувань сояшнику було визначення недобору урожайності за рахунок зрідженості у гібридів, згрупованих за певною кількістю рослин – власне, фактична «вага», яку у кожній групі зрідженості недобрали гібриди через відсутність певної кількості рослин.

Так, у SU – гібридів, різниці між урожайністю гібридів у групах зрідженості «один» і «два» не виявлено (табл. 2).

Різниця в урожайності SU – гібридів групи зрідженості «три» проти значення урожайності гібридів, що не мали ознак зрідженості ділянки (група «один») становила 0,18 т/га (7,0%). Різниця в урожайності SU – гібридів групи зрідженості «чотири» становила вже 64,0%, що дорівнювало 1,7 т/га проти значення урожайності гібридів групи зрідженості «один».

У ІМІ – гібридів, як і у SU – гібридів, у групах зрідженості «один» і «два» різницю не виявлено. Різниця в урожайності групи зрідженості «три» у ІМІ – гібридів становила 0,17 т/га (6,0%) проти значення урожайності гібридів, що не мали ознак зрідженості ділянки (група «один»).

Нетиповим у ІМІ – гібридів виявилось високе значення групи зрідженості «чотири»: незважаючи на високий ступінь зрідженості на ділянках була доволі висока кількість рослин у порівнянні з середньою кількістю рослин у групах «один» і спостерігалася активна реакція гібридів на підвищення площі живлення. В групі зрідженості «чотири» мінімальний рівень урожайності ІМІ – гібридів був самий високий і становив 1,63 т/га, що є найближчим до мінімальної урожайності з ділянок гібридів без ознак зрідженості (група зрідженості «один»). Саме в цій групі зрідженості угруповано гібриди з найвищими середнім (2,98 т/га) і максимальним значеннями. Тому показники мають негативний знак і не відображають тенденції до зниження урожайності проти групи зрідженості «один», виявленої у SU – гібридів.

Тому отримані результати щодо групи «чотири» у ІМІ гібридів відображали нетипові дані і потребували подальшого коригування.

Різницю за урожайністю у SU – і ІМІ – гібридів, також визначали між групами зрідженості. Відмічено подібність різниці за групами зрідженості «два–два», «три–три» у ІМІ – гібридів і SU – гібридів.

Таким чином, по трьох групах зрідженості (від «один» до «три») відмічено тенденцію до зниження урожайності як у SU – , так і ІМІ – гібридів.

Таблиця 2

Різниця значень груп зрідженості за урожайністю у гібридів різних груп стійкості до гербіцидів, середнє за пунктами ЕВ (2019 р.)

Група зрідженості	Гібриди, стійкі до сульфонілсечовини (SU)				Гібриди, стійкі до імідазоліонів (IMI)			
	кількість гібридів, %	урожайність, т/га $\frac{\text{min} \div \text{max}}{\bar{x}}$	різниця між групами зрідженості *		кількість гібридів, %	урожайність, т/га $\frac{\text{min} \div \text{max}}{\bar{x}}$	різниця між групами зрідженості *	
			т	%			т	%
1	38,59	$\frac{1,30 \div 3,89}{2,64}$	0,0	0,0	28,55	$\frac{2,01 \div 3,76}{2,74}$	0,0	0,0
НІР _{0,05}		0,07				0,50		
CV, %		14,05				14,93		
2	46,52	$\frac{1,43 \div 3,96}{2,65}$	0,0	0,0	36,52	$\frac{1,13 \div 3,96}{2,66}$	0,08	3,0
НІР _{0,05}		0,08				0,13		
CV, %		19,21				20,55		
3	21,68	$\frac{1,17 \div 3,49}{2,47}$	0,18	7,0	31,81	$\frac{0,82 \div 3,92}{2,57}$	0,17	6,0
НІР _{0,05}		0,14				0,16		
CV, %		21,68				22,07		
4	0,93	$\frac{0,52 \div 1,42}{0,94}$	1,70	64,0	5,07	$\frac{1,63 \div 4,10}{2,98}$	-0,24	-9,0
НІР _{0,05}		0,35				0,37		
CV, %		16,53				15,20		

Примітка. * – різниця від значення середньої урожайності гібридів групи зрідженості 1

Високий рівень різниці між гібридами групи зрідженості «чотири» обох груп стійкості до гербіцидів, пояснюється значною розбіжністю, середніх показників урожайності у SU – гібридів (0,94 т/га) і IMI – гібридів (2,98 т/га). За середніми значеннями за локаціями, частка ділянок з високою зрідженістю (група «чотири») SU – гібридів становила 1,0%.

В умовах 2020 р., у досліді ЕВ додали групу гібридів класичного типу вирощування (CON). Додавання CON – гібридів розширило можливості дослідження, а поєднання даних, отриманих у дослідженні з трьох груп стійкості до гербіцидів, дозволило підтвердити припущення, висунуті у попередньому 2019 році.

Так, кількість гібридів у групі зрідженості «один» по гібридам трьох груп стійкості до гербіцидів (CON, IMI, SU) коливалась від 21,5% у CON – гібридів до 26,8% у SU – гібридів (табл. 3).

В решті груп зрідженості (від групи «два» до групи «чотири») найменша кількість гібридів належала SU – гібридам (відповідно до груп 39,2%, 25,3% і 13,1%), а найбільша CON – гібридам (відповідно до груп 40,8%, 28,8% і 20,5%).

Варіативність урожайності середнього рівня (CV до 20,0%) встановлена в групі зрідженості «один» у ІМІ – і CON – гібридів, 15,75% і 19,26%, відповідно. Високу варіативність зрідженості (CV понад 20,0%) визначено для решти груп зрідженості у гібридів всіх груп стійкості до гербіцидів.

Таблиця 3

Різниця за урожайністю в групах зрідженості у гібридів різних груп стійкості до гербіцидів, середнє за локаціями ЕВ (2020 р.)

Група зрідженості	Гібриди класичного типу вирощування (CON)				Гібриди, стійкі до сульфонілсечовини (SU)				Гібриди, стійкі до імідазолінів (ІМІ)			
	кількість гібридів, %	урожайність, т/га	різниця між групами зрідженості *		кількість гібридів, %	урожайність, т/га	різниця між групами зрідженості *		кількість гібридів, %	урожайність, т/га	різниця між групами зрідженості *	
			т	%			т	%			т	%
		$\frac{\min \div \max}{\bar{x}}$					$\frac{\min \div \max}{\bar{x}}$					$\frac{\min \div \max}{\bar{x}}$
1	21,5	$\frac{2,08 \div 4,14}{3,01}$	0,0	0,0	26,8	$\frac{1,93 \div 4,52}{2,96}$	0,0	0,0	25,5	$\frac{2,06 \div 3,95}{2,59}$	0,0	0,0
НІР _{0,05}		0,47				1,04				0,58		
CV, %		19,26				20,76				15,75		
2	40,8	$\frac{1,53 \div 3,93}{2,63}$	0,36	12,0	39,2	$\frac{1,42 \div 3,92}{2,57}$	0,39	13,18	39,8	$\frac{1,60 \div 3,78}{2,59}$	0,0	0,0
НІР _{0,05}		0,20				0,09				0,12		
CV, %		21,91				21,10				19,30		
3	28,8	$\frac{1,77 \div 3,44}{2,49}$	0,52	17,3	25,3	$\frac{1,46 \div 3,89}{2,54}$	0,42	14,19	26,1	$\frac{1,49 \div 3,46}{2,48}$	0,11	4,3
НІР _{0,05}		0,24				0,13				0,17		
CV, %		20,38				21,69				20,37		
4	20,5	$\frac{1,22 \div 3,01}{2,01}$	1,0	33,2	13,1	$\frac{1,28 \div 3,41}{2,20}$	0,76	25,68	17,1	$\frac{1,23 \div 2,63}{1,86}$	0,73	28,2
НІР _{0,05}		0,46				0,89				0,29		
CV, %		32,94				27,51				28,37		

Отже, в цілому SU – гібриди, незалежно від значної розбіжності умов локацій випробувань, мали більш низький рівень зрідженості, ніж ІМІ – гібриди. В свою чергу, в цілому, CON – гібриди мали більш високу зрідженість у локаціях випробувань

Щодо різниці в урожайності гібридів по групах зрідженості у гібридів різного типу вирощування, то у CON – гібридів, різниця між урожайністю гібридів у групі зрідженості «два» проти групи зрідженості «один» становила 0,36 т/га, що дорівнює 12,0%.

Різниця в урожайності CON – гібридів групи зрідженості «три» проти значення урожайності гібридів, що не мали ознак зрідженості ділянки (група «один») становила 0,52 т/га (17,3%). Різниця в урожайності CON – гібридів групи зрідженості «чотири» становила вже 33,2%, що дорівнювало 1,0 т/га проти значення урожайності гібридів групи зрідженості «один».

У SU – гібридів, різниці між урожайністю гібридів у групах зрідженості «один» і «два» становила 0,39 т/га, що відповідало 13,18%. Різниця в урожайності SU – гібридів групи зрідженості «три» проти значення урожайності гібридів без ознак зрідженості ділянки (група «один») становила 0,42 т/га (14,19%). Різниця в урожайності SU – гібридів групи зрідженості «чотири» становила 25,68%, що дорівнювало 0,76 т/га проти значення урожайності гібридів групи зрідженості «один».

В умовах 2020 року у ІМІ – гібридів різниці між урожайністю у групах зрідженості «один» і «два», не виявлено, як у SU – гібридів в умовах 2019 року. Різниця в урожайності ІМІ – гібридів групи зрідженості «три» проти значення урожайності гібридів без ознак зрідженості ділянки (група «один») становила 0,11 т/га (4,3%). Різниця в урожайності ІМІ – гібридів групи зрідженості «чотири» становила вже 28,2%, що дорівнювало 0,73 т/га проти значення урожайності гібридів групи зрідженості «один».

Таким чином, припущення щодо тенденції подібності впливу зрідженості ділянок на гібриди всіх груп стійкості до гербіцидів, виявлену в 2019 році, було підтверджено на базі отриманих результатів в умовах 2020 року.

Один із найважливіших етапів у роботі з даними – це знаходження математичних функцій, що найкраще описують набір даних. При дослідженні процесів в системах, явищ різного походження, часто виникає задача вивчення та оцінювання взаємозалежностей (їх характеристик, показників) з метою отримання нових достовірних даних для потреб моделювання, прогнозування, прийняття правильних рішень, нових планів, стратегій, знань [14].

У нашому випадку, для виявлення відмінностей за урожайністю між гібридами різних груп стійкості до гербіцидів і рівня впливу зрідженості на цю провідну ознаку виробництва нами використано лінійну апроксимацію. Її побудовано на основі найбільш стійкого параметра – інтервальних значень урожайності у кожній групі зрідженості (рис. 1).

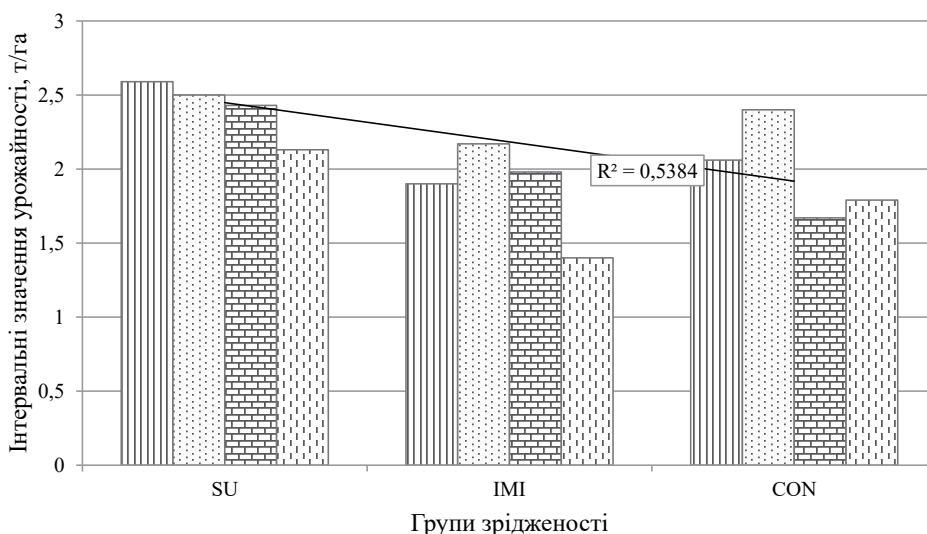


Рис. 1. Інтервальні значення урожайності гібридів різних груп стійкості до гербіцидів за групами зрідженості, середнє за локаціями (2020 рр.)

При побудові моделі на базі отриманих даних в дослідях ЕВ 2020 р. коефіцієнт детермінації ($R_2 = 0,538$) надав можливість підтвердити наше припущення про однотипність впливу у групах зрідженості ділянок незалежно від типу вирощування гібридів сояшнику.

Значна кількість ділянок гібридів сояшника у кожній локації екологічного випробування і щільний графік їх відвідування у передзбиральний період не дозволяють визначити кількість рослин на ділянках кожної повторності шляхом підрахунку рослин. Тому на основі узагальнення отриманих результатів екологічних випробувань впродовж 2019–2020 рр., для зручності використання було розроблено п'ятибальну шкалу, яка відповідає опрацьованим у дослідженні групам зрідженості значенням. В розробленій шкалі найкращою характеристикою ділянки є бал «дев'ять», найгіршою – бал «один».

Встановлено, що гібриди, віднесені до балів «пять–три–один» через критичну зрідженість ділянки, мають значно знижену урожайність.

Бали, залучені до шкали, розташовані з інтервалом в дві одиниці. Це надає можливість підрахунку середнього значення зрідженості ділянок за повторностями у екологічному випробуванні (табл. 4).

Бал «дев'ять» отримують ділянки з рівномірною густиною рослин (без помітних ознак зрідженості). Хоча в результаті проведеного нами статистичного аналізу насправді на ній можуть бути відсутніми чотири–шість рослин, що становить 10,0% відсутніх рослин.

Наданню ділянці гібриду балу зрідженості «сім» спонукають просіви в дві–чотири рослини поспіль в декількох місцях ділянки. Нами визначено, що це відповідає 20,0% відсутніх рослин, а ділянка виглядає як незначно зріджена.

Ділянки з балом «п'ять» – шість–десять відсутніх поспіль рослин, в декількох місцях ділянки візуально суттєво відрізняються від двох попередніх градацій. Ця «суттєвість» становить 35,0% відсутніх рослин, але відповідає середньому ступеню зрідженості.

Таблиця 4

**Шкала оцінки зрідженості ділянок гібридів сояшнику в ЕВ,
щодо їх відповідності отриманій урожайності**

Бал зрідженості	Група зрідженості	Опис ділянки при окомірній оцінці	Орієнтовна кількість рослин, що відсутні	Оцінка ступеня зрідженості ділянки
9	1	просіви майже не помітні, відсутні поодинокі рослини, не більше 4–6 на всю ділянку	до 10,0 %	ознаки зрідженості не помітні
7	2	в декількох місцях ділянки просіви по 2–4 рослини поспіль	до 20,0 %	незначна зрідженість
5	3	в декількох місцях ділянки просіви по 6–10 рослин поспіль	до 35,0 %	середня зрідженість
3	4	декілька просівів по 11–15 рослин поспіль	до 50,0 %	висока зрідженість
1	5	більшість рослин відсутня	понад 60,0 %	дуже висока зрідженість

Наступні ділянки виглядають найбільш пошкодженими. Окомірно на ділянках з балом зрідженості «три» відсутні половина рослин. Це декілька просівів по 11–15 рослин поспіль. Ступінь оцінки зрідженості – високий. На ділянках з балом зрідженості «один» відсутніми є більше ніж половина рослин. Ступінь оцінки зрідженості – дуже високий. Як правило, таких ділянок у випробуваннях дуже незначна кількість, і їх стан пов'язаний з впливом ряду біо- та абіотичних чинників навколишнього середовища, таких як зайці, козулі, кабани, вітер, град, зливи.

Висновки і пропозиції. Таким чином, в ході виконання завдань ЕВ гібридів соняшнику селекції ВНС, стійких до гербіцидів основних хімічних груп, щодо вивчення їх адаптивності за урожайністю в різних агрометеорологічних умовах України, на основі підрахунку кількості рослин на ділянці оцінено гібриди соняшнику класичного типу вирощування і стійкі до гербіцидів сульфонілсечовинної групи і імідазолінонів, за зрідженістю, щодо їх відповідності отриманій урожайності впродовж 2019–2020 рр. В цілому, з різних груп стійкості до гербіцидів, CON – гібриди мали більш високу зрідженість у пунктах випробувань. SU – гібриди, незалежно від значної розбіжності агроекологічних умов локацій ЕВ, мали менший рівень зрідженості, ніж ІМІ – гібриди за обидва роки дослідження.

Гібриди розподілено на п'ять груп зрідженості у кожній локації в результаті окомірної оцінки. Визначено кількісне наповнення кожної групи зрідженості і встановлено суттєву різницю як за кількістю рослин, так і за урожайністю між ними для гібридів кожного типу вирощування щорічно. Різниця між групами зрідженості «один» і «два» за урожайністю становить 0,08 т/га і 4 рослини у ІМІ – гібридів. У SU – гібридів різницю групами зрідженості «один» і «два» за урожайністю не виявлено, через майже однакову середню урожайність (2,64 і 2,65 т/га). Між групами зрідженості «три» і «два» у SU – гібридів різниця становила 0,18 т/га і 12 рослин. Аналогічний рівень значення має різниця між групами зрідженості «три» і «два» у ІМІ – гібридів 0,17 т/га і 13 рослин.

Групи для усіх гібридів достовірно відрізнялися за урожайністю. Зручність використання оцінки зрідженості ділянок гібридів соняшнику у екологічних випробуваннях підтверджено визначеними ваговими значеннями урожайності кожної групи зрідженості і різницею між ними. Так, усереднена різниця у кожній з трьох груп гібридів, стійких до різних гербіцидів становить 0,4 т/га між групою зрідженості «один» і групою зрідженості «два», 0,5 т/га між групою зрідженості «один» і групою зрідженості «три» і 0,8–1,1 т/га – між групою зрідженості «один» і групою зрідженості «чотири».

При побудові прогностичної моделі впливу зрідженості на урожайність, з використанням інтервальних значень цієї ознаки, встановлено її прийнятність по всіх групах гібридів (SU, ІМІ, CON) за результатами 2020 р. ($R_2 = 0,538$).

Розроблено п'ятибальну шкалу оцінки зрідженості, коли найкраща оцінка – бал 9, найгірша – бал 1, у якій кожен бал описує зрідженість ділянки і відображає орієнтовну частку рослин, які відсутні, відповідно до балів.

Встановлено, що для оптимальної оцінки урожайності гібридів, до досліджень слід залучати ділянки, які віднесено до балів «дев'ять» і «сім».

Інформація, отримана в результаті окомірно оціненого ступеня зрідженості ділянки, є незаперечною основою аналізу фактичної урожайності, зафіксованої програмним забезпеченням комбайна. Ця оцінка є фінальною для встановлення потенційних можливостей гібриду в кінці вегетаційного періоду і першим кроком для його проходження крізь фільтри статистичного аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лазер П.Н., Остапенко А.І., Величко М.Г. Насінництво соняшника в південному степу України. Херсон: Придніпров'я, 1999. 136 с.
2. Дмитренко В. П., Строкач Н. К., Однолеток Л. П. Метод агрометеорологічної оцінки і прогнозу врожайності соняшнику в Україні *Наук. праці УкрНДДГМІ*. 2005. Вип. 254. С. 31–41.
3. Піньковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 115–123. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123
4. Хасхачих М. В. Вплив густоти стояння рослин та способу сівби на продуктивність гібридів соняшнику в післяукісних посівах в умовах сходу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 79. С. 156–161.
5. Маслійов С. В., Степанов В. В., Калініченко М. В., Ярчук І. І. Ріст та розвиток гібридів соняшника залежно від густоти стояння рослин. *Вісник Полтавської Державної Аграрної Академії*. 2018. № 4. С. 104–110. DOI 10.31210/visnyk2018.04.15
6. Базалій В. В., Гонтарук В. Т. Особливості росту й розвитку материнських ліній соняшнику на ділянках гібридизації в умовах зрошення Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. С. 3–9.
7. Коковіхін С. В., Нестерчук В. В. Вплив густоти стояння рослин та удобрення на формування продуктивності гібридів соняшнику при вирощуванні в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 96. С. 74–79.
8. Sharupina Ia., Borovska I., Parii Ia., Parii Yu., Jvanovic D., Babych V., Nakonechnaya M., Kostenko Yu., Sirko A. Adaptability of sunflower hybrids obtained by breeding at VNIS in the Ukrainian conditions. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник : Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117. С. 226–234 DOI: 10.30835/2413-7510.2020.207193
9. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Влащенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин : Підручник. К.: Вища освіта, 2006. 463 с. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/molockiy_selckciya_i_nasinnictvo.pdf (дата звернення 03.10.2024)
10. Донець М. М. Насінництво з основами селекції: Навчальний посібник Київ, 2007. 337 с.
11. Škorić D, Seiler GJ., Zhao Liu et al. Genetics and breeding of sunflower. Genetics and selection of sunflower: International Monograph. Kharkov : Serbian Academy of Sciences and Arts. Association «Selection and seed production of sunflower». 2015. 540 с.
12. Донцова Ю. І., Махно Ю. О., Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Мінливість урожайності зразків сої в умовах Півдня України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 27. С. 51–58. DOI: 10.36710/ioc-2019-27-06
13. Методологічні основи управління продукційним процесом соняшнику : монографія / В. В. Кириченко, Л. Н. Кобизева, В. П. Коломацька [та ін.] ; за ред. В. В. Кириченка / НААН, Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, Державний біотехнологічний університет. Харків, 2022. 528 с.
14. Інформаційний портал «MathProfi» : URL : <https://mathprofi.net/aproksimaciyafunkcii.html>