

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ФІТОТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ ГЕРБІЦИДІВ У ПОСІВАХ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В.І. Стародуб, Є.Д. Ткач, В.І. Шавріна

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: myrzavica88@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3883-9453  
e-mail: bio\_eco@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0666-1956  
e-mail: eco\_agro@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2370-7530*

*Дослідження щодо вивчення ефективного використання гербіцидів, а в подальшому їх вплив безпосередньо на рослини сільськогосподарських культур є актуальним завданням як в агроєкології, так і в агрономії. Тому, в польових умовах, на території Сквирської дослідної станції органічного виробництва (СДСОВ) м. Сквиря, впродовж жовтня–грудня 2022 р. у фазі ВВСН 13–20 (до фази куцнення) нами було проведено дослідження з визначення ефективності й інтенсивності фітотоксичного впливу одно- та двокомпонентних гербіцидів системної дії у посівах пшениці озимої. Визначено ефективність дії гербіцидів через 21 добу після проведення обприскування посівів. Так, препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21 добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83, що була найвищою серед досліджуваних варіантів. Після обприскування посівів та вивчення ефективності гербіцидів проводили визначення інтенсивності фітотоксичного впливу препаратів на рослини пшениці озимої. Найвищий прояв фітотоксичності дії на рослини мав гербіцид із препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га. Визначено, що на 7-му добу після його використання інтенсивність прояву фітотоксичності сягала 12,02%, а через 21 добу після внесення — 7,14%. Також визначали фітотоксичну дію гербіциду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг за норми витрати 2,0 л/га, на рослини пшениці, що на 7-му добу становила 9,16%, через 21 добу після внесення — 4,80%. У варіантах, де вносили вищезгадані препарати спостерігали пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі), незначні некрози на верхівках листків. Доведено, що за шкалою прояву фітотоксичності всі досліджувані гербіциди мали ледь помітний ступінь прояву фітотоксичності — 10%, що відповідало 1 балу.*

**Ключові слова:** хімічні препарати, бур'яни, пшениця озима, діюча речовина.

### ВСТУП

Відомо, що зернові культури в Україні посідають одне з найбільш провідних місць у галузі рослинництва. Вітчизняний та зарубіжний досвід свідчить про те, що застосування інтенсивних технологій вирощування зернових культур на сучасному етапі розвитку землеробства дає можливість у зонах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами постійно одержувати понад 5,0 т/га зерна. Однак, нещодавно фітосанітарний стан посівів озимих зернових культур значно погіршився. Це передусім зумовлено нестабільними погодними умовами (останніми роками спос-

терігаються малосніжні теплі зими та бездошові спекотні літа), кризовими явищами в економіці, загальним зниженням рівня агротехніки, порушенням технології вирощування та ін.

Варто відмітити, що посіви пшениці озимої засмічують понад 80 видів бур'янів. Найбільш розповсюдженими є багаторічні коренепаросткові, зимуючі та однорічники.

Доведено, що забур'яненість озимих зернових значно впливає на врожайність культури. Наявність у посівах проростків багаторічних (15–35 шт./м<sup>2</sup>) та насіння однорічних бур'янів (до 3500 шт./м<sup>2</sup>) втрати врожаю можуть становити від 25–55% [1].

У системі захисних заходів у світовому сільському господарстві насамперед домінує хімічний метод. Для отримання високих та стабільних урожаїв зернових захист посівів від бур'янів є надзвичайно важливим елементом технології вирощування культур.

Однак, з іншого боку, використання гербіцидів може негативно впливати на саму культуру. Тобто, здійснюється фітотоксична дія препарату на рослину. Такий вплив препаратів призводить до значних пошкоджень культурних рослин, а в деяких випадках до повної втрати їх продуктивності.

Досліджено, що гербіциди, за їх не правильного використання, а також за несприятливих умов під час використання, можуть завдавати значної шкоди культурній рослині.

Наслідками фітотоксичної дії гербіцидів можуть бути зниження схожості, енергії проростання насіння, зменшення накопичення сухої речовини. Також ознаками фітотоксичної дії хімічних сполук або речовин є опіки надземних органів рослин, листків, колоса, хлороз листків, опадання листків, розростання деяких органів і тканин рослин, викривлення стебел, пригнічення росту й розвитку, порушення обміну речовин, зниження врожаю і його якості і в результаті накопичення залишкових кількостей в урожаї та ґрунті. Загалом, унаслідок фітотоксичної дії пригнічується ріст і розвиток рослин культур, знижується їх врожайність, рослина стресує або повністю гине [2].

Тому, **метою наших досліджень** було визначення ефективності досліджуваних одно- та двокомпонентних гербіцидів проти спектра найпоширеніших видів бур'янів, що засмічували посіви в осінній період вегетації, після сходів пшениці озимої, а також обстеження цих посівів, після проведення обприскування, для визначення інтенсивності фітотоксичної дії препаратів на рослини пшениці озимої, аби під час вирощування озимих зернових культур забезпечити правильне використання засобів захисту.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Європейською та Середземноморською організаціями із захисту рослин було розроблено рекомендації з оцінки фітотоксичності пестицидів, де зазначено, що оцінка фітотоксичності засобів захисту рослин для сільськогосподарських культур або рослинного продукту є важливим елементом оцінки його ефективності.

Основні принципи оцінки фітотоксичності однакові незалежно від того чи є досліджувана сполука гербіцидом, фунгіцидом, інсектицидом і т. д., різниця лише полягає не в методиці оцінки, а в плані експерименту. Стандартами ЄОКЗР (Європейська організація карантину та захисту рослин) у пункті 1 щодо оцінки ефективності гербіцидів включають випробування як на ефективність, так і на селективність препаратів через більший ризик для врожаю від хімічних сполук, які розроблені для впливу на рослини.

Методи, які використовуються для оцінки фітотоксичності також можуть бути використані, якщо засоби захисту рослин мають «позитивний» вплив на культуру під час випробування селективності. Вибір сорту також є важливим з огляду на оцінку фітотоксичності. Втім може бути корисним проведення спеціальних випробувань для порівняння фітотоксичності декількох сортів культури [3].

За кордоном дослідженнями з визначення фітотоксичності пестицидів почали займатися ще в 1973 р. Так, у 2020 р. канадськими вченими з лісового господарства було проведено експерименти (польові й тепличні), аби визначити можливі фітотоксичні ефекти пестицидів, які вносили на насіння, розсаду, молоді саджанці сосни, ялини та туї [4].

Науковці з факультету ботаніки Державного наукового коледжу Мадхав, Уджайн, Мадх'я-Прадеш (Індія, 2022 р.), проводили польові досліди на пшениці озимій із використанням трьох різних пестицидів, що належали до різних хімічних груп, а саме: вітавакс пауер, тріазоцел, супер-Кіллер 25. Здійснювали контроль у посівах пшениці

озимої, досліджуючи вплив цих препаратів на проросле насіння, при цьому збільшуючи концентрацію препаратів.

Було виявлено, що всі пестициди знижували відсоток схожості насіння пшениці порівняно з контролем, за винятком вітавакс пауер, який дав позитивні результати. Всі використані концентрації пестицидів мали фітотоксичний вплив на проростання насіння та проросле насіння загалом [5].

В Україні також чимало вчених займаються вивченням та дослідженням фітотоксичності пестицидів, адже це є актуальним питанням в агропромисловому виробництві. Як доводить у своїх працях І. Сторчоус, що фітотоксичний моніторинг є обов'язковим. Під час контролю запропоновано здійснювати оцінку інтенсивності (характеру) і масштабів пошкодження рослин у балах за критеріями. За умов виявлення проявів фітотоксичності з інтенсивністю два бали рекомендовано здійснити додаткове обстеження таких полів фахівцями токсикологами [6; 7].

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження з визначення ефективності та інтенсивності прояву фітотоксичності гербицидів на пшениці озимій сорту Колонія було проведено за загальноприйнятою методикою С.О. Трибеля [2], в польових умовах на території Сквирської дослідної станції органічного виробництва (СДСОВ)

Інституту агроєкології і природокористування НААН у період жовтень–грудень 2022 р., у фазі сходи — початок кушення (ВВСН — 13–20 — до кушення). Тому, що саме в цій фазі розвитку культури спостерігали значне засмічення посівів бур'янами.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки: чорноземи глибокі малогумусні, середньосуглинкового складу на карбонових породах та на лесі. Орний шар характеризувався такими агрохімічними показниками: рН<sub>сол.</sub> — 6,65; вміст гумусу (за Тюриним) — 4,25%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 124,25 мг/кг, обмінного калію і рухомого фосфору (за Чириковим) — відповідно 119,2 мг/кг і 126,1 мг/кг ґрунту.

Досліджувані пестициди — це одно- й двокомпонентні гербициди для післясходової обробки пшениці озимій проти широкого спектра одно- та дводольних бур'янів. За характеристикою дії вони відносяться до групи системних гербицидів, за групою за хімічним складом — сульфонілсечовини, діфінілові ефіри, арилоксіалкарбонові кислоти. За механізмом дії це препарати, що безпосередньо інгібують фермент ацетоллактатсинтазу. Цей фермент бере участь в утворенні деяких амінокислот, що мають розгалужений ланцюг. А це, своєю чергою, зумовлює зупинку клітинного росту і ділення рослин бур'янів.

Основними критеріями відбору для проведення дослідження саме таких гербицидів були: кількість ввезених і викорис-

Таблиця 1. Схема дослідів

№ з/п	Варіант	Норма внесення
1	Контроль (обробка водою)	—
2	Трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг	20 г/га
3	Аклоніфен 520 г/кг	2,0 л/га
4	2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л	0,8 л/га
5	2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг	0,7 л/га
6	2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон метил натрію 5 г/кг	0,5 л/га
7	Йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг	0,1 л/га
8	Йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л	0,35 л/га
9	Йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мефенпір-діетил, 15 г/кг	0,3 л/га

таних в Україні, вартість, доступність, а також ефективність їх використання.

Ефективність дії гербіцидів визначали за показниками щільності бур'янів у контролі та дослідних варіантах. Під час післясходового обприскування препаратами визначали спочатку початкове забур'янення посівів, а потім після обробки, через 21 добу. До того ж, обраховували загальну щільність бур'янів.

Ефективність дії гербіцидів визначали за формулою:

$$E\partial = \frac{100(A - B)}{A}, \quad (1)$$

де  $A$  – щільність бур'янів у дослідному варіанті до обробки, шт./м<sup>2</sup>;  $B$  – щільність бур'янів у дослідному варіанті після обробки, шт./м<sup>2</sup>.

Наступним етапом наших досліджень було візуальне визначення прояву гер-

біцидної фітотоксичності та визначення критеріїв пошкодження на всіх варіантах, де вносили препарати за різних норм, в трьохкратній повторності у посівах пшениці озимої (9 варіантів) методом підрахунку загальної кількості рослин культур у кожному варіанті й кількості уражених рослин, якщо такі були у варіантах та визначали середнє по повторностях.

Відомо, що фітотоксичність – це здатність хімічних сполук (у цьому досліді засобів захисту рослин – гербіцидів) спричиняти тимчасову або тривалу шкоду рослинам культури.

Тому, після проведення обприскування, на третю добу, оглядали рослини, відмічали кількість рослин з опіками та візуально оцінювали ступінь опіків за шкалою в балах (табл. 2). Оцінку інтенсивності та масштабів пошкодження здійснювали за критеріями пошкодження. Через 7-му та

Таблиця 2. Шкала визначення критеріїв пошкодження рослин культури

Бал пошкодження	Критерії пошкодження
I	Хлороз, пожовтіння листків, скручування країв та кінчиків листків, вигини стебел і черешків та інші морфологічні зміни. Вищезгадані форми (одна або одночасно декілька) в слабкорозвинутій формі проявляються плямами
II	Хлороз, пожовтіння листків, скручування країв та кінчиків листків, вигини стебел і черешків та інші морфологічні зміни. Вищезгадані форми проявляються великою мірою відставання у рості рослин, зрідженість посівів
III	Випадання рослин становить понад 30%, є осередки без рослин площею понад 100 м <sup>2</sup>
IV	Загибель рослин на значних площах с/г посівів (понад 1 га) або повністю на полях, площа яких не перевищує 1 га

Таблиця 3. Шкала визначення прояву фітотоксичності пестицидів для рослин культури

Бал	Ступінь прояву фітотоксичності	Площа листової пластинки охоплена опіком, %
0	Відсутній	0
1	Ледь помітний	До 10
2	Слабкий	11–25
3	Середній	26–50
4	Сильний	51–75
5	Дуже сильний	Понад 75 та опалі листки

21-шу доби після обробки препаратами обліки повторювали, визначаючи середнє під час трьох обліків.

Доведено, що під час візуального обстеження не завжди можна достовірно виявити фітотоксичність як основну причину пригнічення рослин. Тому, що аналогічні ознаки пригнічення і загибель рослин можуть бути викликані й іншими причинами, такими як, наприклад, вимокання рослин, засоленням ґрунтів, передозуванням добрив, хворобами та іншими чинниками. Одноточний висновок про прояв пестицидної фітотоксичності, як правило, може бути встановлено лише після огляду рослин, відбору ґрунтових проб та їх аналізу на вміст залишкових кількостей пестицидів і їх фітотоксичних метаболітів. Попередні висновки можливо будуть зроблені також на підставі історії поля: асортименту і кількості внесених пестицидів, зокрема на полях, розташованих і поряд з полями, які обстежуються [10–20].

Існують критерії, за якими візуально визначають інтенсивність та масштаби пошкодження рослин (див. *табл. 2*).

Інтенсивність фітотоксичної дії пестицидів визначали за формулою:

$$I_{\Phi} = \frac{100 \sum (a \cdot b)}{a}, \quad (2)$$

де  $I_{\Phi}$  – інтенсивність прояву фітотоксичності, %;  $a$  – загальна кількість листків в обліку, шт.;  $(a \cdot b)$  – добуток кількості пошкоджених листків на відповідний бал. (*табл. 3*) [2].

Оскільки наразі заходи контролю фітотоксичності відсутні, слід зосередитися на їх профілактиці.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОРОЕННЯ

Під час огляду посівів пшениці озимої, у фазі 2–5 листків культури, нами було виявлено зимуючі види сеgetальних бур'янів, як-от однодольні – метлоку звичайний (*Apera spica venti* L.), стоколос покрівельний (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski), дводольні – волошка синя (*Centaurea cyanus* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.),

латук дикий (*Lactuca serriola* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), осот городній (*Sonchus oleraceus* L.), кучерявець Софії (*Descurainia sophia* L.) [11].

Для того щоб рослини пшениці озимої не конкурували з сеgetальною рослинністю до входу в зиму та аби в подальшій технології використання азотних добрив у посівах, по мерзло-талому ґрунту було ефективним (оскільки паралельно відбувається і підживлення бур'янів, а це, своєю чергою, призводить до великих втрат азоту, тому, що бур'яни відновлюють свою вегетацію швидше, тим самим швидше засвоюють азот із ґрунту). Тому обробку гербіцидами здійснювали в осінній період, оскільки температура повітря коливалась у межах від +5 до +8°C, що сприяло проведенню обприскування.

Доведено, що за низьких температур, деякі препарати спрацьовують повільно або взагалі не проявляють свою ефективність відносно рослин бур'янів. До того ж, визначали ефективність досліджуваних препаратів (гербіцидів) у посівах пшениці озимої у фазі ВВНС 13 – 20 (до кущення), що спричинило значне зменшення кількості бур'янів на м<sup>2</sup> (*табл. 4*).

Через 21 добу після внесення препарату з діючою речовиною Трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг його ефективність становила 63,8–80,6%.

За використання гербіциду Аклоніфен 520 г/кг ефективність на 21-шу добу сягала 47,6–82,8%.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л за норми витрати 0,8 л/га був ефективним на 56,8 – 71,2% через 21 добу після обприскування посівів.

Гербіцид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21-шу добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83%, а також найкращий результат серед досліджуваних варіантів.

Препарат із діючою речовиною трибенурон-метил, 560 г/кг + тифенсульфурон-метил, 180 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га

Таблиця 4. Ефективність дії гербіцидів на пшениці озимій, 2022 р.

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*						
	на 21 добу після обробки						
	1	2			3		
	шт./м	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	17	16	3,1	80,6	15	5,1	66
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	16	15	3,7	75,3	14	2,4	82,8
<i>Centaurea cyanus</i> L.	21	19	9,8	48,4	20	10	50
<i>Erigeron canadensis</i> L.	25,2	24,2	8,3	65,7	18	5,2	71,1
<i>Lactuca serriola</i> L.	19	18	6,5	63,8	17	8,9	47,6
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	21	20,9	7,1	66	19	7,2	62,1
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	15	14,6	3,5	76,	13	5,8	55,4
<i>Descurainia sophia</i> L.	14	13,9	2,8	79,8	12	4,2	65

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*						
	на 21 добу після обробки						
	4			5			
	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	
<i>Apera spica venti</i> L.	12	4,2	65	10,5	3,1	70,5	
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	13	3,9	70	13	2,2	83	
<i>Centaurea cyanus</i> L.	16	5,2	67,5	12	4,3	64,2	
<i>Erigeron canadensis</i> L.	9	2,5	72,2	10	3,4	66	
<i>Lactuca serriola</i> L.	16	6,9	56,8	11,5	3	74	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	12	4,2	65	12	4,1	65,8	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	13	4,2	67,7	8	1,5	81,2	
<i>Descurainia sophia</i> L.	11	3,7	66,4	12	3,2	73,3	

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*						
	на 21 добу після обробки						
	6			7			
	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	
<i>Apera spica venti</i> L.	13	3,8	70,7	12,5	5,1	59,2	
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	12	3,6	70	11	2,4	78,1	
<i>Centaurea cyanus</i> L.	19	6,4	66,3	10	3,3	67	
<i>Erigeron canadensis</i> L.	16	6,6	58,7	14	5,2	62,8	
<i>Lactuca serriola</i> L.	12	4,5	62,5	11	3,8	65,4	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	11	3,8	65,4	13	4,2	67,7	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12	5	58,3	9	2,4	73,3	
<i>Descurainia sophia</i> L.	10	2,1	79	10,2	3,8	62,7	

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*					
	на 21 добу після обробки					
	8			9		
	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %	до обробки, шт./м <sup>2</sup>	після обробки, шт./м <sup>2</sup>	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	11	4,2	62	10,5	3,1	70,4
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	13	3,9	70	13	6,2	52,3
<i>Centaurea cyanus</i> L.	11	2,3	79	12	4,3	64,1
<i>Erigeron canadensis</i> L.	9	2,5	72	10	2,2	78
<i>Lactuca serriola</i> L.	16	6,9	57	11,5	3	74
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	12	4,2	65	12	3,4	71,6
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12	5	58	9	2	78
<i>Descurainia sophia</i> L.	10	3,8	62	12	4,2	65

Примітка: \* 1 – контроль (обробка водою), 2 – трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг (20 г/га), 3 – аклоніфен 520 г/кг (2,0 л/га), 4 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л (0,8 л/га), 5 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг (0,7 л/га), 6 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг (0,5 л/га), 7 – йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг (0,1 л/га), 8 – йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л (0,35 л/га), 9 – йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг+мефенпір-діетил, 15 г/кг (0,3 л/га).

на 21-шу добу після обробки мав ефективність на рівні 58,3–79%.

Гербицид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг за норми витрати 0,1 л/га через 21 добу після обробки мав результативність 59,2–78,1%.

Препарат із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л, за норми витрати 0,35 л/га, через 21 добу після внесення мав ефективність 57–79%.

Гербицид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мефенпір-діетил, 15 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га через 21 добу мав результативність дії 52,3–78%.

Під час візуального огляду рослин пшениці озимої за шкалою критеріїв пошкодження рослин та оцінки інтенсивності фітотоксичності визначено вплив досліджуваних гербицидів (рис.).

Вивчаючи дію гербициду з препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га, визначено, що на 7 добу після його використання інтенсивність прояву фітоток-

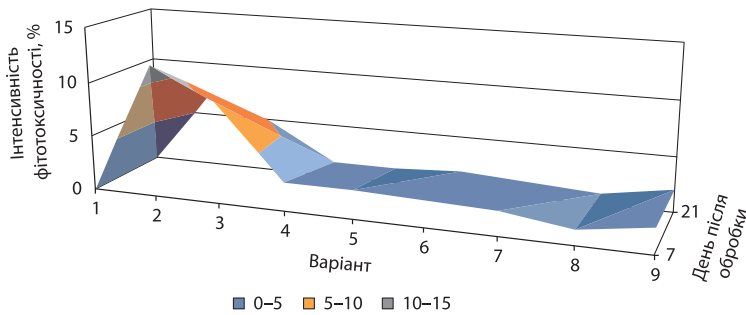
сичності становить 12,02% через 21 добу після внесення – 7,14%, цей гербицид мав найвищий прояв фітотоксичності на рослині пшениці озимої.

Фітотоксична дія гербициду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг на рослині пшениці на 7-му добу становила 9,16%, через 21 добу після внесення – 4,80%. У варіантах, де вносили перші два препарати спостерігали пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі) та незначні некрози на верхівках листків.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л за норми витрати 0,8 л/га, на 7-му добу мав інтенсивність фітотоксичної дії на рослині культури – 2,61%, на 21-шу добу – 1,36%.

Гербицид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га впливав на рослині пшениці, вражаючи культуру на 7-му добу до 2,59%, на 21-шу добу – до 1,40%.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг, за норми витрати 0,5 л/га на 7-му добу після внесення мав



Оцінка фітотоксичної дії гербіцидів у посівах пшениці озимої (7-му та 21-шу доби після обробки) (м. Сквир, 2022 р.)

*Примітка:* варіанти: \* 1 – контроль (обробка водою), 2 – трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг (20 г/га), 3 – аклоніфен 520 г/кг (2,0 л/га), 4 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л (0,8 л/га), 5 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг (0,7 л/га), 6 – 2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг (0,5 л/га), 7 – йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг (0,1 л/га), 8 – йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л (0,35 л/га), 9 – йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мепенпір-діетил, 15 г/кг (0,3 л/га).

фітотоксичну дію на рослини пшениці на рівні 2,44%, на 21-шу добу – інтенсивність знизилася до 1,71%.

Гербіцид із препаративною формою йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг за норми витрати 0,1 л/га через 7 діб після обробки посівів мав інтенсивність фітотоксичної дії на рослину на рівні 2,20%, через 21 добу після внесення відбулась тенденція зниження – 1,34%.

Під час обприскування пшениці препаратом із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л, за норми витрати 0,35 л/га фітотоксична дія на 7-му добу була на рівні 1,35%, на 21-шу добу – 0,98%.

Гербіцид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мепенпір-діетил, 15 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га впливав на рослини пшениці, пошкоджуючи їх на 7-му добу до 2,27%, на 21-шу добу зменшився до 2,05% (див. *рис.*).

За шкалою прояву фітотоксичності всі досліджувані гербіциди мали ледь помітний ступінь прояву фітотоксичності – 10%.

## ВИСНОВКИ

Отже, вивчаючи ефективність дії досліджуваних гербіцидів на 21-шу добу після об-

робки визначено, що найбільш ефективним виявився гербіцид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21-шу добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83%, а також серед досліджуваних варіантів проти бур'янів.

Однак досліджуючи інтенсивність прояву фітотоксичності на пшениці озимій, можна зробити висновки, що використання гербіцидів, які підлягали дослідженню в польових умовах були практично «безпечними» для рослин пшениці озимої, тобто мали мінімальний прояв фітотоксичності (уражено приблизно 10% листкової поверхні). Так, найвищий прояв фітотоксичності дії на рослини мав гербіцид із препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га. Визначено, що на 7-му добу після його використання інтенсивність прояву фітотоксичності становила 12,02%, а через 21 добу після внесення – 7,14%.

Фітотоксична дія гербіциду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг за норми витрати 2,0 л/га, на рослини пшениці на 7-му добу сягала 9,16%, через 21 добу після внесення – 4,80%. У варіантах, де вносили вищезгадані препарати спостерігали



пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі), незначні некрози на верхівках листків.

За шкалою визначення критеріїв пошкодження, нами візуально було виявлено, що відповідали 1 балу (ледь помітний хлороз, що більше нагадував вірусне захворювання, пожовтіння листків (особливо верхніх частин рослин) скручування країв та кінчиків листків – поодинокі).

Для того щоб уникнути фітотоксичного (негативного) впливу препаратів на рослини слід дотримуватися деяких реко-

мендацій: по-перше – погодних умов (не варто обробляти рослини за надто високих температур та вологості повітря, а також за низьких – (менше 5°C)). Також варто звернути увагу на норми дозування препарату, інструкцію із застосування та інформацію про фітотоксичність, яку можна знайти на етикетці; потрібно використовувати чистий бак для води та розпилювач після кожного обприскування, тому що залишки тих чи інших препаратів можуть викликати фітотоксичну дію.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Васильева В.П., Лісовий М.П. Довідник із захисту польових культур / за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1993. 224 с.
2. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
3. EPPO Bulletin — 2014 — PP 1 135 4 Phytotoxicity assessment.pdf (pp. 265–273). DOI: <https://doi.org/10.1111/epp.12134>.
4. Sutherland J. and Ilnytsky S. Pesticide phytotoxicity studies with seeds, germinants and seedlings of british Columbia conifers. Canadian Forestry Service. 1973. 7 p.
5. Сторчоус І. Фітотоксичність ЗЗР: причини виникнення та критерії оцінки ураження посівів. URL: <https://www.growhow.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychynu-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/2020>.
6. Arshid Ahmad Khanday. Phytotoxicity of common pesticides to physiological and biochemical makeup of Triticum aestivum var. Lok-1. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2022. Vol. 18 (03). P. 092–099. URL: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/sites/default/files/GSCBPS-2021-0337.pdf>.
7. Maria Celeste Dias. Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Botany Volume*. 2012. Article ID 135479, 4 p. DOI: <https://doi.org/doi:10.1155/2012/135479>.
8. Boutin C., Strandberg B., Carpenter D. et al. Herbicide impact on non-target plant reproduction: What are the toxicological and ecological implications. *Environmental Pollution*. 2014. Vol. 185. P. 295–306.
9. Перелік пестицидів і агрохімікатів для використання в Україні. 2022. 893 с. URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588>.
10. Стародуб В.І., Ткач Є.Д., Бунас А.А. Визначення фітотоксичності гербіцидів у посівах пшениці озимої. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. 2023. С. 121.
11. Косолап М.П. Проект ДСТУ: Гербологія. Терміни та визначення. Київ: Національний аграрний університет, 2006. С. 12–14.
12. Післядія гербіцидів: прихована токсичність для сільськогосподарських культур. URL: <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/pislyadiya-gerbicidiv-prikhovana-toksi>.
13. Ryzhenko N.O. and Kavetsky V.M. Probit analysis for cd, pb, cu, zn phytotoxicity assessment. *BIOTECHNOLOGIA ACTA*. 2017. Vol. 10. No 2. P. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.067>
14. Uhran Song and Han Eol Kim. Assessing the phytotoxicity of cetrimonium bromide in plants using eco-physiological parameters. *Journal of Ecology and Environment*. 2016. P. 1–5.
15. Phytotoxicity Evaluation of MSWC by Germination of Gram Seeds (*Cicer arietinum*) and Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*). *International Journal of Research in Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 3. P. 2348–3997.
16. Ambarish S., Biradar A. and Jagginavar S. Phytotoxicity and their bio-efficacy of pesticides against key insect pests of Rabi sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017. Vol. 5 (2). P. 716–720.
17. Марков І.Л. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин: посібн. / за ред. І.Л. Маркова. Київ: ТОВ Аграр Медіа. Груп, 2012. 264 с.
18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
19. Завірюха П.Д., Косилович Г.О., Голячук Ю.С. Агрофармакологія (Хімічний захист рослин): практикум. Львів, 2014. 159 с.
20. Євтушенко М.Д., Марюїн Ф.М., Туренко В.П. та ін. Фітофармакологія: підручн. Київ: Вища освіта, 2004. 432 с.

## REFERENCES

- Vasylyev, V. (Ed.) & Lisovuj, M. (1993). *Dovidnyk iz zakhystu polovyykh kultur [Handbook on the protection of field crops]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
- Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P. & Ivashchenko, O.O. (2001). *Metodyky vyprovuvannia i zas-tosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
- EPP0 Bulletin — 2014 — PP 1 135 4 Phytotoxicity assessment.pdf. DOI: <https://doi.org/10.1111/epp.12134>. [in English].
- Sutherland, J., Woods, T. & Inytsky, S. (1973). Pesticide phytotoxicity studies with seeds, germinants and seedlings of british columbia. *Conifers Canadian Forestry Service*, 7 [in English].
- Storchous, I. (2020). *Fitotoksychnist ZZR: prychny vynyknennia ta kryterii otsinky urazhennia posiviv [Phytotoxicity of ZZR: reasons for detection and criteria for evaluating positive lesion]*. URL: <https://www.growthow.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychny-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/> [in Ukrainian].
- Arshid Ahmad, Khanday (2022). Phytotoxicity of common pesticides to physiological and biochemical makeup of *Triticum aestivum* var. Lok-1. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 18 (03), 092–099. URL: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/sites/default/files/GSCBPS-2021-0337.pdf> [in English].
- Maria, Celeste Dias (2012). Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Botany*, Article ID 135479. DOI: <https://doi.org/doi:10.1155/2012/135479> [in English].
- Boutin, C., Strandberg, B., Carpentera, D. et al. (2014). Herbicide impact on non-target plant reproduction: What are the toxicological and ecological implications. *Environmental Pollution*, 185, 295–306 [in English].
- Perelik pestytsydiv i ahrokhimikaty dlia vykorystannia v Ukraini [List of pesticides and agrochemicals for use in Ukraine]. (2022). URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588> [in Ukrainian].
- Starodub, V.I., Tkach, Ye.D. & Bunas, A.A. (2023). Vyznachennia fitotoksychnosti herbitysydiv u posivakh pshenytsi ozymoi [Determination of phytotoxicity of herbicides in winter wheat crops]. *Selektsiya, henetyka ta tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur: materialy XI mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh i spetsialistiv [Breeding, genetics and technologies of growing agricultural crops: materials of the 11th international scientific and practical conference of young scientists and specialists]*. (pp. 121–122). [in Ukrainian].
- Kosolap, M.P. (2006). *Herbolohiia. Terminy ta vyznachennia [Herbology. Terms and definitions]*. Proekt DSTU. Kyiv [in Ukrainian].
- Pisliadiia herbitysydiv: prykhovana toksychnist dlia silskohospodars'kykh kultur [Aftereffects of herbicides: latent toxicity to agricultural crops]. (n.d.). URL: <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/pislyadiya-gerbicidiv-prikhovana-toksi> [in Ukrainian].
- Ryzhenko, N.O. & Kavetsky, V.M. (2017). Probit analysis for cd, pb, cu, zn phytotoxicity assessment. *BIOTECHNOLOGIA ACTA*, 10 (2), 67–74. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.067> [in English].
- Uhran, Song & Han Eol, Kim (2016). Assessing the phytotoxicity of cetrimonium bromide in plants using eco-physiological parameters. *Journal of Ecology and Environment*, 1–5 [in English].
- Phytotoxicity Evaluation of MSWC by Germination of Gram Seeds (*Cicer arietinum*) and Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*). (2016). *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 3, 3, 2348–3997 [in English].
- Ambarish, S., Biradar, A. & Jagginavar, S. (2017). Phytotoxicity and their bio-efficacy of pesticides against key insect pests of Rabi sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5, 716–720 [in English].
- Markov, I.L. (Ed.). (2012). *Praktykum iz osnov naukovykh doslidzhen u zakhysti roslyn: posibnyk [Practicum on the basics of scientific research in plant protection: manual]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Yeshchenko, V.O. (Ed.), Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V. & Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy: textbook]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
- Zaviriukha, D., Kosylovych, H. & Holiachuk, Yu. (2014). *Ahrofarmakolohiia (Khimichniy zakhyst roslyn): praktykum [Agropharmacology (Chemical plant protection): practicum]*. Lviv [in Ukrainian].
- Yevtushenko, M.D., Mariutin, F.M., Turenko, V.P. et al. (2004). *Fitofarmakolohiia: pidruchnyk [Phytopharmacology: a textbook]*. Kyiv: Vuscha osvita [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.09.2023