

УДК 632.5:632.934/935

## Визначення конкурентного тиску бур'янів та ефективності гербіцидної дії в посівах сої за різних систем захисту в умовах Лісостепу України

 О. П. Конопольський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: konop@ukr.net

**Мета.** Оцінити конкурентний тиск бур'янів у посівах сої та ефективність різних систем гербіцидного захисту за повних, зменшених і оптимізованих норм препаратів із використанням поверхнево-активної речовини (ПАР) в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на базі «ВП Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківський район, Київська область) за схемою, що включала двокомпонентні (Базагран + Селект; Хармоні + Селект; Пас + Селект) та трикомпонентну (Базагран + Хармоні + Селект) системи у варіантах: 100 % норма гербіцидів без ПАР; 100 % + ПАР Скаба KE, 0,2 л/га; 75 % норма + ПАР, 0,3 л/га; оптимізована норма (–33...40 %) + ПАР, 0,4 л/га. Системи захисту оцінювали на основі інтегральних показників – індексу конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) та індексу ефективності гербіцидної дії (ІЕГД), а також кореляційного аналізу між забур'яненістю, фотосинтетичною діяльністю та врожайністю сої. **Результати.** Рівень ІКТ істотно залежав від складу гербіцидних систем і застосування ПАР. Найвищий конкурентний тиск бур'янів формувався у двокомпонентних схемах без ПАР (ІКТ 2,61–2,86). Уведення ПАР знижувало ІКТ на 36–42 %, а мінімальні його значення (0,98–1,18) зафіксовано у трикомпонентних системах із ПАР незалежно від зменшення норм гербіцидів. Оптимізація норм препаратів на 25–40 % у поєднанні з ПАР не супроводжувалася істотним зростанням конкурентного тиску бур'янів. ІЕГД зростав у міру підвищення ресурсної ефективності систем захисту: від 0,17 у базовій двокомпонентній схемі без ПАР до 0,78–0,92 у трикомпонентних системах за зменшених і оптимізованих норм гербіцидів із ПАР. Кореляційний аналіз виявив тісний позитивний зв'язок між ІКТ і сухою масою бур'янів ( $r = 0,94$ ) та сильні негативні залежності між ІКТ і показниками фотосинтетичної діяльності й урожайністю сої ( $r$  до  $-0,87$ ). **Висновки.** Інтегральні індекси ІКТ та ІЕГД є інформативними критеріями оцінювання гербіцидних систем у посівах сої. Найбільш ефективними та ресурсоощадними є трикомпонентні системи захисту за 75 %-х і оптимізованих норм із застосуванням ПАР, що дають змогу істотно знизити гербіцидне навантаження без втрати рівня контролю бур'янів і реалізації продуктивного потенціалу культури.

**Ключові слова:** гербіциди; ад'ювант (ПАР); суха маса бур'янів; індекс конкурентного тиску (ІКТ); індекс ефективності гербіцидної дії (ІЕГД); фотосинтетичний потенціал; кореляція.

### Вступ

Вирощування сої має важливе господарське значення як джерела високоякісного рослинного білка та олії, проте стабільність її продуктивності істотно обмежується рівнем забур'яненості посівів. Бур'яни конкурують із культурними рослинами за вологу, елементи мінерального живлення та світло, змінюють мікроклімат агроценозу і знижують ефективність формування асиміляційного апарату, що в підсумку обмежує реалізацію потенціалу врожайності та якості насіння. У зв'язку з цим підвищення рівня контролювання бур'янів до порогів, нижчих за шкодочинність, за

**Як цитувати:** Конопольський О. П. Визначення конкурентного тиску бур'янів та ефективності гербіцидної дії в посівах сої за різних систем захисту в умовах Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2025. Т. 13, № 3. <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.348546>



© The Author(s) 2025. Published by Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

одночасного зниження екологічних ризиків і технологічних витрат є одним із ключових завдань сучасних систем захисту посівів сої [1–3].

Найбільш поширеним та оперативним способом зниження забур'яненості в агроценозі сої залишається хімічний метод. Водночас посилення вимог до ресурсоощадності та екологічної безпеки зумовлює потребу не лише в доборі високоефективних діючих речовин, а й в оптимізації норм їх витрати, раціональному поєднанні механізмів дії та використанні ад'ювантів як засобу підвищення біологічної реалізації гербіцидів і стабілізації їхньої дії за різних погодних умов. У цьому контексті особливої актуальності набуває застосування бакових сумішей, здатних одночасно контролювати злаковий і дводольний компоненти забур'яненості, а також упровадження технологічних прийомів, що дають змогу зменшувати гербіцидне навантаження без зниження рівня захисного ефекту [4, 5].

Водночас методичною проблемою залишається те, що традиційні показники біологічної ефективності гербіцидів, зокрема зниження чисельності або маси бур'янів, не завжди адекватно відображають реальний рівень конкурентної взаємодії в системі «культура – бур'яни». Тому доцільним є використання інтегральних індикаторів, які узагальнюють силу конкурентного тиску бур'янів на посів і дають змогу оцінювати системи захисту не лише за фактом пригнічення небажаної рослинності, а й за їхнім впливом на продуктивність культури. У цьому аспекті застосування індексу конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) та індексу ефективності гербіцидної дії (ІЕГД) забезпечує перехід від фрагментарних оцінок до більш цілісного аналізу результативності гербіцидних схем у виробничо значимих параметрах [6–8].

Додатковим чинником, що ускладнює прогнозування ефективності гербіцидних композицій, є міжрічна мінливість погодних умов, яка одночасно впливає на конкурентоспроможність бур'янів, фізіологічний стан культури та формування технологічно оптимальних строків застосування препаратів. У таких умовах вирішального значення набувають гідротермічні умови до та після внесення гербіцидів, а також точність дотримання фаз розвитку культури і бур'янів [9–12].

За умов проведення досліджень вегетаційний період 2023 р. характеризувався надмірно вологим квітнем із подальшим різким дефіцитом опадів у травні та серпні, що обмежувало ранній ріст рослин і процес наливу насіння. У 2024 р. найбільший рівень стресу припав на генеративні фази розвитку сої внаслідок аномально сухого та спекотного липня (10 мм опадів; середня температура повітря 23,5 °С). У 2025 р. дефіцит опадів у поєднанні з підвищеним температурним фоном проявлявся вже з травня та посилювався в липні – серпні, унаслідок чого водний фактор послідовно ставав лімітуючим у ключові фази онтогенезу сої. За таких умов оцінювання конкурентного тиску бур'янів і ефективності гербіцидної дії доцільно здійснювати в багаторічному аспекті, що дає змогу коректно врахувати вплив погодної мінливості на результативність систем захисту.

*Мета досліджень* – оцінити конкурентний тиск бур'янів у посівах сої та ефективність різних систем гербіцидного захисту за повних, зменшених і оптимізованих норм препаратів із використанням поверхнево-активної речовини в умовах Правобережного Лісостепу України.

### **Матеріали та методика досліджень**

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. в умовах ВП «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківський р-н, Київська обл.), у зоні Лісостепу України.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний, середньосуглинковий за механічним складом, сформований на лесі. Уміст гумусу в орному шарі становив 3,5 % (за Тюрінім), забезпеченість елементами мінерального живлення – середня. Потужність гумусового горизонту – 25–30 см.

Погодні умови вегетаційного періоду 2023 р. характеризувалися контрастним поєднанням факторів: надмірно вологий квітень сприяв накопиченню запасів ґрунтової вологи, водночас екстремально посушливі травень і серпень лімітували відповідно початкові етапи росту рослин і процес наливу. Серед років досліджень 2024 р. був найбільш стресовим у генеративні фази розвитку через аномально сухий і спекотний липень (10 мм опадів; середня температура 23,5 °С), що безпосередньо пояснює потенційне зниження реалізації елементів структури врожаю. У 2025 р. погодні умови характеризувалися відносною стабільністю за типом «тепло + дефіцит опадів» починаючи з травня та особливо в липні – серпні, внаслідок чого водний фактор послідовно виступав лімітуючим упродовж ключових фаз онтогенезу (формування листкового апарату → зав'язування → налив).

Схема дослідів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

## Визначення ефективності хімічного захисту посівів сої від бур'янів

Базова комбінація	Базова комбінація + ПАР Скаба КЕ, 0,2 л/га	Зменшена до 75 % норма + ПАР Скаба КЕ, 0,3 л/га	Оптимізована норма + ПАР Скаба КЕ, 0,4 л/га
Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,5 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,5 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,1 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,45 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,0 л/га (-33 %) + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,4 л/га (-33 %)
Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 10 г/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 10 г/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 7,5 г/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,45 л/га	Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 6 г/га (-40 %) + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,4 л/га (-33 %)
Пас (імазетапір, 100 г/л), 0,6 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Пас (імазетапір, 100 г/л), 0,6 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,6 л/га	Пас (імазетапір, 100 г/л), 0,45 л/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,45 л/га	Пас (імазетапір, 100 г/л), 0,4 л/га (-33 %) + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,4 л/га (-33 %)
Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,2 л/га + Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 6 г/га + Селект (Клетодим, 120 г/л), 0,5 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 1,2 л/га + Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 6 г/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,5 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 0,9 л/га + Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 4,5 г/га + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,4 л/га	Базагран (бентазон, 480 г/л), 0,8 л/га (-33 %) + Хармоні (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), 4 г/га (-33 %) + Селект (клетодим, 120 г/л), 0,3 л/га (-40 %)

Загальна площа ділянок у досліді із гербіцидами становила 32 м<sup>2</sup>, облікових – 25 м<sup>2</sup>. Дослід закладали за триразового повторення з послідовним розміщенням варіантів.

Індекс конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) визначали як інтегральну характеристику конкурентного впливу бур'янового компонента на агрофітоценоз сої (на основі відносних величин чисельності / сухої маси бур'янів порівняно з контролем або мінімально забур'яненым варіантом – відповідно до прийнятого у роботі алгоритму).

Методика розрахунку ІКТ.

$$ІКТ = \frac{\text{Суха маса бур'янів, г/м}^2}{\text{Площа листкової поверхні сої, тис. м}^2/\text{га}}$$

Чим менше значення ІКТ, тим нижчий конкурентний тиск бур'янів. Показник є інтегральним і безпосередньо пов'язує забур'яненість та фотосинтетичний апарат культури.

Для розрахунків використано:

- сумарну суху масу бур'янів;
- середню площу листкової поверхні на завершення вегетативного періоду.

Одиниця виміру: умовні одиниці (г/м<sup>2</sup> на тис. м<sup>2</sup>/га).

Індекс ефективності гербіцидної дії (ІЕГД) розраховували як узагальнений показник результативності системи захисту, який відображає співвідношення між рівнем пригнічення бур'янів і реакцією культури (урожайністю / продуктивністю), що дає змогу порівнювати повні, зменшені та оптимізовані норми гербіцидів і роль ПАР.

Методика розрахунку ІЕГД. За основу прийнято зниження сухої маси бур'янів проти контролю без гербіцидів.

Контроль (без гербіцидів): 120 г/м<sup>2</sup> сухої маси бур'янів.

$$ІЕН = \frac{\text{Зниження сухої маси бур'янів, \%}}{\text{Індекс норми гербіцидів}}$$

де індекс норми:

- 100 % норма без ПАР → 1,00;
- 100 % норма + ПАР → 1,00;
- 75 % норма + ПАР → 0,75;
- оптимізована норма + ПАР (-33...40 %) → 0,67.

Чим вище ІЕН, тим ефективніше використовується одиниця гербіцидного навантаження.

Польові досліді по визначенню ефективності гербіцидів на забур'яненість, ефективність їх використання і врожайність посівів сої проводили за загально прийнятими методиками, а також спеціальними [13–15].

### Результати досліджень

Індекс конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) є інтегральним показником, що поєднує характеристику рівня забур'яненості посівів (суху масу бур'янів) і потенціал культури до протидії конкуренції, який оцінювали за площею листової поверхні сої. Аналіз даних таблиці 2 засвідчує суттєву варіабельність величини ІКТ залежно від складу системи гербіцидного захисту, норм витрати препаратів та застосування поверхнево-активної речовини (ПАР) Скаба КЕ.

Найвищі значення ІКТ відзначено у двокомпонентних системах без використання ПАР. Зокрема, у варіанті Базагран + Селект індекс конкурентного тиску становив 2,86, що свідчить про високий рівень конкурентного впливу бур'янів на культурні рослини. У системі Хармоні + Селект величина ІКТ зменшувалася до 2,61, або на 9 % порівняно з попереднім варіантом, однак залишалася на відносно високому рівні.

Таблиця 2

#### Індекс конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) у посівах сої (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіант захисту	Суха маса бур'янів, г/м <sup>2</sup>	Площа листової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га	ІКТ
Без ПАР (100 % норма)			
Базагран + Селект	100	35,0	2,86
Хармоні + Селект	94	36,0	2,61
Пас + Селект	80	37,2	2,15
Базагран + Хармоні + Селект	68	38,4	1,77
100 % норма + ПАР Скаба КЕ (0,2 л/га)			
Базагран + Селект	72	39,2	1,84
Хармоні + Селект	64	40,4	1,58
Пас + Селект	52	41,6	1,25
Базагран + Хармоні + Селект	42	42,8	0,98
75 % норма + ПАР (0,3 л/га)			
Базагран + Селект	80	38,5	2,08
Хармоні + Селект	72	39,7	1,81
Пас + Селект	60	40,9	1,47
Базагран + Хармоні + Селект	50	42,2	1,18
Оптимізована норма + ПАР (0,4 л/га)			
Базагран + Селект	76	39,4	1,93
Хармоні + Селект	68	40,6	1,67
Пас + Селект	56	41,8	1,34
Базагран + Хармоні + Селект	46	43,0	1,07

Застосування системи Пас + Селект забезпечувало подальше зниження індексу конкурентного тиску бур'янів до 2,15, що на 25 % менше порівняно з варіантом Базагран + Селект. Таке зменшення ІКТ зумовлювалося вищою ефективністю пригнічення дводольних, а частково й багаторічних бур'янів.

Найменший конкурентний тиск серед варіантів без використання ПАР відзначено у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект, де величина ІКТ становила 1,77, що на 38 % нижче, ніж у базовій двокомпонентній схемі Базагран + Селект. Уведення до бакових сумішей ПАР Скаба КЕ зумовлювало суттєве зниження індексу конкурентного тиску в усіх досліджуваних системах захисту.

Зокрема, у варіанті Базагран + Селект + ПАР ІКТ зменшувався до 1,84, що на 36 % менше, ніж без застосування ПАР. У системі Хармоні + Селект + ПАР індекс становив 1,58, а у варіанті Пас + Селект + ПАР – 1,25, що відповідно на 40 та 42 % нижче порівняно з відповідними варіантами без ПАР.

Мінімальне значення індексу конкурентного тиску бур'янів зафіксовано у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект + ПАР – 0,98. Це свідчить про практично повне усунення конкурентного впливу бур'янового компоненту на посіви сої та створення оптимальних умов для реалізації продуктивного потенціалу культури.

За використання зменшеної (75 %) норми гербіцидів у поєднанні з ПАР індекс конкурентного тиску бур'янів зберігався на низькому рівні. У двокомпонентних системах величина ІКТ коливалася в межах 2,08–1,81, тоді як у системі Пас + Селект зменшувалася до 1,47. У трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект за 75 %-ї норми гербіцидів у поєднанні з ПАР індекс конкурентного тиску становив 1,18, що лише на 0,2 перевищувало мінімальне значення, зафіксоване за повної норми гербіцидів із ПАР, і не створювало суттєвих обмежень для росту й розвитку культури.

У разі застосування оптимізованих норм гербіцидів у поєднанні з максимальною нормою ПАР величина ІКТ була співставною з показниками варіантів із 75 %-ю нормою. У двокомпонентних системах індекс коливався від 1,93 до 1,67, у системі Пас + Селект знижувався до 1,34, а у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект становив 1,07. Різниця між варіантами із 75 %-ю та оптимізованою нормою не перевищувала 0,10–0,15, що перебуває в межах експериментальної похибки та свідчить про стабільність ефективності досліджуваних систем захисту за умов зменшення гербіцидного навантаження.

Індекс ефективності гербіцидної дії (ІЕГД) характеризує віддачу одиниці гербіцидного навантаження, поєднуючи рівень зниження сухої маси бур'янів із нормами внесення препаратів. На відміну від абсолютних показників біологічної ефективності, ІЕГД дає змогу оцінити ресурсну та екологічну доцільність різних систем захисту посівів сої. Аналіз даних таблиці 3 засвідчив істотну варіабельність значень ІЕГД залежно від складу та інтенсивності системи захисту.

Найнижчі значення індексу ефективності гербіцидної дії зафіксовано у варіантах із повною нормою гербіцидів без застосування ПАР. Зокрема, у двокомпонентній системі Базагран + Селект величина ІЕН становила лише 0,17, що свідчить про низьку віддачу одиниці діючої речовини.

Таблиця 3

**Індекс ефективності гербіцидної дії (ІЕГД) (середнє за 2023–2025 рр.)**

Варіант	Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Зниження, %	Індекс норми	ІЕН
Без ПАР (100 % норма)				
Базагран + Селект	100	16,7	1,00	0,17
Хармоні + Селект	94	21,7	1,00	0,22
Пас + Селект	80	33,3	1,00	0,33
Базагран + Хармоні + Селект	68	43,3	1,00	0,43
100 % норма + ПАР Скаба КЕ (0,2 л/га)				
Базагран + Селект	72	40,0	1,00	0,40
Хармоні + Селект	64	46,7	1,00	0,47
Пас + Селект	52	56,7	1,00	0,57
Базагран + Хармоні + Селект	42	65,0	1,00	0,65
75 % норма + ПАР Скаба КЕ (0,3 л/га)				
Базагран + Селект	80	33,3	0,75	0,44
Хармоні + Селект	72	40,0	0,75	0,53
Пас + Селект	60	50,0	0,75	0,67
Базагран + Хармоні + Селект	50	58,3	0,75	0,78
Оптимізована норма + ПАР Скаба КЕ (0,4 л/га)				
Базагран + Селект	76	36,7	0,67	0,55
Хармоні + Селект	68	43,3	0,67	0,65
Пас + Селект	56	53,3	0,67	0,80
Базагран + Хармоні + Селект	46	61,7	0,67	0,92

У системі Хармоні + Селект індекс ефективності гербіцидної дії зростав до 0,22, а Пас + Селект – до 0,33, що відповідно на 29 та 94 % перевищувало показник базової двокомпонентної схеми Базагран + Селект. Найвищу ефективність серед варіантів без застосування ПАР забезпечувала трикомпонентна система Базагран + Хармоні + Селект, у якій значення ІЕГД досягало 0,43, тобто було у 2,5 раза вищим порівняно з базовим варіантом.

Уведення ПАР до бакових сумішей істотно підвищувало індекс ефективності гербіцидної дії. Зокрема, у варіанті Базагран + Селект + ПАР значення ІЕГД зростало до 0,40, що більш ніж удвічі перевищувало відповідний показник без застосування ПАР. У системах Хармоні + Селект + ПАР та Пас + Селект + ПАР індекс ефективності становив відповідно 0,47 та 0,57.

Максимальне значення ІЕГД за повної норми гербіцидів із ПАР зафіксовано у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект + ПАР – 0,65. Це свідчить про суттєве зростання віддачі одиниці гербіцидного навантаження, що зумовлено поліпшенням проникнення й транслокації діючих речовин у рослинах бур'янів.

За зменшення норми гербіцидів до 75 % у поєднанні з ПАР відзначено подальше зростання індексу ефективності гербіцидної дії. У двокомпонентних системах значення ІЕГД коливалося від 0,44 (Базагран + Селект) до 0,53 (Хармоні + Селект), тоді як у системі Пас + Селект досягало 0,67. Найвищий показник у цьому фоні отримано у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект, де ІЕГД становив 0,78, що на 20 % перевищувало значення варіанта з повною нормою гербіцидів і ПАР та більш ніж у 4,5 раза – базову двокомпонентну систему без ПАР.

Максимальні значення індексу ефективності гербіцидної дії зафіксовано за застосування оптимізованих (знижених на 33–40 %) норм гербіцидів у поєднанні з підвищеною нормою ПАР. У двокомпонентних системах ІЕГД перебував у межах 0,55–0,65, у системі Пас + Селект досягав 0,80, а у трикомпонентній системі Базагран + Хармоні + Селект – 0,92.

Таким чином, порівняно з варіантом повної норми гербіцидів без ПАР ефективність використання одиниці гербіцидного навантаження у трикомпонентній оптимізованій системі зростала у 5,4 раза. Отримані результати мають принципове значення з позицій екологізації землеробства та ресурсозбереження.

З метою встановлення кількісних взаємозв'язків між рівнем забур'яненості посівів, показниками фотосинтетичної діяльності рослин сої та ступенем реалізації їхнього продуктивного потенціалу було проведено кореляційний аналіз. До аналізу залучено ключові інтегральні показники, які відображають як конкурентний тиск бур'янів, так і фізіологічний стан культури (табл. 4).

Таблиця 4

Кореляційні залежності між досліджуваними ознаками

Показник	СМБ	ІКТ	ФП	ЧПФ	Урожайність
СМБ	1,00	0,94	-0,86	-0,79	-0,83
ІКТ	0,94	1,00	-0,88	-0,81	-0,87
ФП	-0,86	-0,88	1,00	0,84	0,90
ЧПФ	-0,79	-0,81	0,84	1,00	0,86
Урожайність	-0,83	-0,87	0,90	0,86	1,00

**Примітка:** СМБ – суха маса бур'янів, г/м<sup>2</sup>; ІКТ – індекс конкурентного тиску бур'янів; ФП – фотосинтетичний потенціал (млн м<sup>2</sup>·доба/га, генеративний період); ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу (г/м<sup>2</sup>·доба, генеративний період); У – урожайність сої, т/га.

Між сухою масою бур'янів та індексом конкурентного тиску бур'янів встановлено дуже тісний прямий кореляційний зв'язок ( $r = 0,94$ ). Це свідчить про те, що ІКТ адекватно відображає рівень забур'яненості посівів і може використовуватися як надійний інтегральний показник конкурентного впливу бур'янів на культуру.

Виявлено стійкі негативні кореляційні залежності між показниками забур'яненості та фотосинтетичними характеристиками рослин сої. Зокрема, між сухою масою бур'янів і фотосинтетичним потенціалом (ФП) коефіцієнт кореляції становив  $r = -0,86$ , а між ІКТ і ФП –  $r = -0,88$ . Це вказує на те, що зростання конкурентного тиску бур'янів безпосередньо обмежує формування асиміляційної поверхні та знижує тривалість і інтенсивність функціонування фотосинтетичного апарату сої.

Аналогічна закономірність простежувалася і щодо чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Негативний кореляційний зв'язок між сухою масою бур'янів і ЧПФ становив  $r = -0,79$ , а між ІКТ і ЧПФ –  $r = -0,81$ , що свідчить про пригнічення інтенсивності накопичення сухої речовини рослинами сої в умовах підвищеної конкуренції з боку бур'янового компоненту агроценозу.

Між фотосинтетичним потенціалом та врожайністю сої встановлено дуже тісний позитивний кореляційний зв'язок ( $r = 0,90$ ), що підтверджує визначальну роль асиміляційної поверхні та тривалості її функціонування у формуванні врожаю. Високий позитивний зв'язок також зафіксовано між чистою продуктивністю фотосинтезу та урожайністю ( $r = 0,86$ ), що вказує на значення ефективності використання листової поверхні поряд із її абсолютною величиною.

Між фотосинтетичним потенціалом і чистою продуктивністю фотосинтезу встановлено тісний позитивний кореляційний зв'язок ( $r = 0,84$ ), що свідчить про узгодженість структурних і функціональних складових фотосинтетичної діяльності рослин сої.

Особливо важливим є виявлений тісний негативний зв'язок між урожайністю сої та показниками забур'яненості посівів. Коефіцієнт кореляції між сухою масою бур'янів та врожайністю становив  $r = -0,83$ , а між ІКТ і врожайністю –  $r = -0,87$ . Це свідчить про те, що зростання конкурентного тиску бур'янів є одним із ключових чинників зниження врожайності сої та пояснює переваги високоефективних мультисайтових систем захисту посівів.

Усі наведені коефіцієнти кореляції з абсолютним значенням  $r \geq 0,79$  були статистично значущими ( $p < 0,01$ ), що підтверджує надійність встановлених залежностей і репрезентативність отриманих результатів.

## Висновки

Індекс конкурентного тиску бур'янів (ІКТ) адекватно й інформативно відображав рівень взаємодії бур'янового та культурного компонентів агроценозу й був тісно пов'язаний із сухою масою бур'янів ( $r = 0,94$ ). Мінімальні значення ІКТ формувалися у трикомпонентних системах захисту з використанням поверхнево-активної речовини (0,98–1,18), що свідчить про істотне послаблення конкурентного впливу бур'янів на посіви сої.

Індекс ефективності гербіцидної дії (ІЕГД) виявив високу чутливість до оптимізації норм гербіцидів і застосування ПАР. Найвищі значення ІЕГД (0,78–0,92) зафіксовано у трикомпонентних системах за 75 % та оптимізованих норм внесення препаратів у поєднанні з ПАР, що у 4,6–5,4 рази перевищувало показник найменш ефективного варіанта з повною нормою гербіцидів без ПАР (ІЕГД = 0,17) і підтверджує ресурсощадну та екологічно доцільну спрямованість таких систем захисту.

Результати кореляційного аналізу підтвердили визначальну роль забур'яненості у формуванні фотосинтетичної діяльності та врожайності сої. Установлено тісний негативний кореляційний зв'язок між сухою масою бур'янів і фотосинтетичним потенціалом ( $r = -0,86$ ) та між ІКТ і врожайністю ( $r = -0,87$ ), тоді як між фотосинтетичним потенціалом і врожайністю виявлено дуже тісний позитивний зв'язок ( $r = 0,90$ ), що свідчить про ключове значення асиміляційної поверхні у реалізації продуктивного потенціалу культури.

## Використана література

1. Bradley C. A., Hartman G. L., Wax L. M., Pedersen W. L. Quality of Harvested Seed Associated with Soybean Cultivars and Herbicides Under Weed-Free Conditions. *Plant Disease*. 2002. Vol. 86, Iss. 9. P. 1036–1042. <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.9.1036>
2. Chauhan B. S., Singh R. G., Mahajan G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*. 2012. Vol. 38. P. 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.010>
3. Crookston R. K., Kurle J. E., Copeland P. J. et al. Rotational cropping sequence affects yield of corn and soybean. *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83, Iss. 1. P. 108–113. <https://doi.org/10.2134/agronj1991.00021962008300010026x>
4. Dhane J. B., Jawale S. M., Shaikh A. A. et al. Effect of integrated weed management on yield and economics of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 2009. Vol. 34. P. 141–143.
5. Gupta A., Saxena S. C. Weed management in soybean (*Glycine max* L.) in Tarai region of Uttarakhand to sustain productivity. *Pantnagar Journal of Research*. 2008. Vol. 6. P. 1–5.
6. Herbert S. J., Litchfield G. V. Growth response of short-season soybean to variations in row spacing and density. *Field Crops Research*. 1984. Vol. 9. P. 163–171. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(84\)90022-4](https://doi.org/10.1016/0378-4290(84)90022-4)
7. Knezevic S. Z., Evans S. P., Mainz M. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 2003. Vol. 17, Iss. 4. P. 666–673. <https://doi.org/10.1614/WT02-49>
8. Meese B. G., Carter P. R., Oplinger E. S., Pendleton J. W. Corn/soybean rotation effect as influenced by tillage, nitrogen, and hybrid/cultivar. *Journal of Production Agriculture*. 1991. Vol. 4, Iss. 1. P. 74–80. <https://doi.org/10.2134/jpa1991.0074>
9. Melo H. B., Ferreira L. R., Silva A. A. et al. Weed interference in soybean crop cultivated in two row spacings. *Planta Daninha*. 2001. Vol. 19, Iss. 2. P. 187–191. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582001000200005>
10. Radosevich S., Holt J., Ghera C. Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. New York : Wiley, 2007. 455 p. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470168943>
11. Reddy K. N. Glyphosate-resistant soybean as a weed management tool: opportunities and challenges. *Weed Biology and Management*. 2001. Vol. 1, Iss. 4. P. 193–202. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00032.x>

12. Teasdale J. R. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*. 1996. Vol. 9, Iss. 4. P. 475–479. <https://doi.org/10.2134/jpa1996.0475>
13. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Київ : Нілан-ЛТД, 2021. 300 с. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2>
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0 : методичні вказівки. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.
15. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

## References

1. Bradley, C. A., Hartman, G. L., Wax, L. M., & Pedersen, W. L. (2002). Quality of harvested seed associated with soybean cultivars and herbicides under weed-free conditions. *Plant Disease*, 86(9), 1036–1042. <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.9.1036>
2. Chauhan, B. S., Singh, R. G., & Mahajan, G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.010>
3. Crookston, R. K., Kurle, J. E., Copeland, P. J., Ford, J. H., & Lueschen, W. E. (1991). Rotational cropping sequence affects yield of corn and soybean. *Agronomy Journal*, 83(1), 108–113. <https://doi.org/10.2134/agronj1991.00021962008300010026x>
4. Dhane, J. B., Jawale, S. M., Shaikh, A. A., Dalav, N. D., & Dalavi, P. N. (2009). Effect of integrated weed management on yield and economics of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 34, 141–143.
5. Gupta, A., & Saxena, S. C. (2008). Weed management in soybean (*Glycine max* L.) in Tarai region of Uttarakhand to sustain productivity. *Pantnagar Journal of Research*, 6, 1–5.
6. Herbert, S. J., & Litchfield, G. V. (1984). Growth response of short-season soybean to variations in row spacing and density. *Field Crops Research*, 9, 163–171. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(84\)90022-4](https://doi.org/10.1016/0378-4290(84)90022-4)
7. Knezevic, S. Z., Evans, S. P., & Mainz, M. (2003). Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 17(4), 666–673. <https://doi.org/10.1614/WT02-49>
8. Meese, B. G., Carter, P. R., Oplinger, E. S., & Pendleton, J. W. (1991). Corn/soybean rotation effect as influenced by tillage, nitrogen, and hybrid/cultivar. *Journal of Production Agriculture*, 4(1), 74–80. <https://doi.org/10.2134/jpa1991.0074>
9. Melo, H. B., Ferreira, L. R., Silva, A. A., Miranda, G. V., Rocha, V. S., & Silva, C. M. M. (2001). Weed interference in soybean crop cultivated in two row spacings. *Planta Daninha*, 19(2), 187–191. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582001000200005>
10. Radosevich, S., Holt, J., & Ghera, C. (2007). *Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470168943>
11. Reddy, K. N. (2001). Glyphosate-resistant soybean as a weed management tool: Opportunities and challenges. *Weed Biology and Management*, 1(4), 193–202. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00032.x>
12. Teasdale, J. R. (1996). Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*, 9(4), 475–479. <https://doi.org/10.2134/jpa1996.0475>
13. Prysiazniuk, O. I., Klymowych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2> [In Ukrainian]
14. Ermantraut, E. R., Prysiazniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: guidelines*. PolihrafKonsaltnyh. [In Ukrainian]
15. Trybel, S. O. (Ed.). (2001). *Methods of testing and application of pesticides*. Svit. [In Ukrainian]

UDC 632.5:632.934/935

**Konopolskyi, O. P.** (2025). Determination of weed pressure and herbicide efficacy in soybean sowings under different weed control systems in the Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 13(3). <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.348546> [In Ukrainian]

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: konop@ukr.net*

**Purpose.** To assess weed pressure in soybean sowings and the efficacy of different herbicide weed control systems at full, reduced, and optimised application doses with the use of surfactant in the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The study was conducted in 2023–2025 at the Agronomic Research Station (Pshenychne, Vasylkiv district, Kyiv region). Experimental design included two-component (Basagran + Select; Harmony + Select; Pas + Select) and three-component (Basagran + Harmony + Select) herbicide control systems and the following treatments: 100% herbicide dose without surfactant; 100% + Scaba EC surfactant, 0.2 l/ha; 75% dose + surfactant, 0.3 l/ha; optimised

dose (-33...40%) + surfactant, 0.4 l/ha. Weed control systems were evaluated based on integral indicators, such as the Weed Pressure Index (WPI) and the Herbicide Efficacy Index (HEI), as well as correlation analysis between weed infestation, photosynthetic activity, and soybean yield. **Results.** The WPI depended significantly on the herbicide systems and the use of surfactant. The highest weed pressure was found in two-component system without surfactant (WPI 2.61–2.86). The introduction of surfactant reduced WPI by 36–42%, with minimum values (0.98–1.18) recorded in three-component systems with surfactant, regardless of reduced herbicide doses. Optimisation of herbicide dose (25–40%) in combination with surfactant did not cause a significant increase in weed pressure. The HEI increased from 0.17 in the basic two-component system without surfactant to 0.78–0.92 in three-component system with reduced and optimised herbicide doses with surfactant. Correlation analysis revealed a close positive relationship between WPI and weed dry mass ( $r = 0.94$ ) and strong negative dependencies between WPI and indicators of photosynthetic activity and soybean yield ( $r$  up to  $-0.87$ ). **Conclusions.** The integral indices WPI and HEI are informative criteria for evaluating herbicide systems for soybean sowings. The most effective and resource-saving are three-component systems at 75% and optimised doses combined with surfactant that ensure a significant reduction in herbicide load without loss of weed control and realisation of the crop's productive potential.

**Keywords:** herbicides; surfactant; weed dry mass; Weed Pressure Index (WPI); Herbicide Efficacy Index (HEI); photosynthetic potential; correlation.

*Надійшла / Received 22.09.2025*  
*Погоджено до друку / Accepted 04.11.2025*