УДК 631/635
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.2

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ГЕРБІЦИДНОГО ЗАХИСТУ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИТРАТИ РОБОЧОГО РОЗЧИНУ ТА ОБРАНИХ РОЗПИЛЮВАЧІВ

Бовкун Д.О. *– аспірант кафедри землеробства,*
Державний вищий навчальний заклад
«Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Шепель А.В. *– к.с.-г.н., доцент,*
Державний вищий навчальний заклад
«Херсонський державний аграрно-економічний університет»

У статті розглянуто актуальну проблему ефективності системи гербіцидного захисту соняшника (Helianthus annuus L.) у сучасному сільськогосподарському виробництві. Соняшник є однією з найважливіших олійних культур, яка відіграє ключову роль у формуванні продовольчої та економічної безпеки України. Одним із найсуттєвіших факторів, що впливають на врожайність цієї культури, є конкуренція з бур'янами. За відсутності належного контролю бур'яни можуть спричинити втрати врожайності на рівні 30–50%, що призводить до значних економічних втрат.

У роботі наголошено на важливості впровадження сучасних технологій гербіцидного захисту, які враховують норми витрати робочого розчину та тип розпилювачів. Дослідження показують, що ефективність гербіцидів залежить не лише від вибору препарату, а й від методів його застосування. Зокрема, правильний підбір параметрів обприскування може забезпечити рівномірне покриття рослин, ефективне проникнення у важкодоступні зони та мінімізацію знесення робочого розчину. Встановлено, що використання сучасних типів розпилювачів із заданими характеристиками дозволяє значно підвищити ефективність дії гербіцидів і водночас знизити екологічне навантаження.

У статті також розглянуто вплив норми витрати робочого розчину на ефективність гербіцидного захисту. Оптимізація цієї норми є важливою складовою сучасних технологій захисту рослин, оскільки дозволяє значно зменшити витрати коштів та часу на логістику води, мінімізувати втрати через випаровування та знесення і забезпечити раціональне використання ресурсів. Результати дослідження демонструють, що адаптація норм витрати робочого розчину для конкретних умов вирощування є запорукою підвищення біологічної ефективності гербіцидів.

На основі проведеного аналізу буде сформульовано практичні рекомендації для сільськогосподарських виробників щодо вибору розпилювачів і встановлення оптимальних норм витрати робочого розчину для наявної технології вирощування соняшнику. Використання запропонованих підходів сприяє не лише підвищенню врожайності, але й покращенню екологічної безпеки агровиробництва. Представлені результати мають значний науковий і практичний потенціал, забезпечуючи сталий розвиток аграрної галузі.

Ключові слова: *соняшник, врожайність, бур'яни, норма витрати робочого розчину, розпилювачі, ефективність.*

Bovkun D.O., Shepel A.V. The effectiveness of the sunflower herbicide protection system depends on the rate of consumption of the working solution and the selected nozzles

The article addresses the pressing issue of sunflower (Helianthus annuus L.) herbicide protection system efficiency in modern agricultural production. Sunflower is one of the most important oilseed crops, playing a key role in ensuring Ukraine's food and economic security. One of the most significant factors affecting the yield of this crop is competition with weeds. In the absence of proper weed control, yield losses can reach 30–50%, leading to considerable economic damage.

The study emphasizes the importance of implementing modern herbicide protection technologies that consider the working solution application rates and nozzle types. Research

shows that herbicide efficiency depends not only on the choice of the product but also on the application methods. In particular, selecting appropriate spraying parameters ensures uniform plant coverage, effective penetration into hard-to-reach areas, and minimizes spray drift. It has been established that the use of modern nozzle types with specific characteristics significantly enhances the efficiency of herbicides while reducing environmental impact.

The article also examines the influence of working solution application rates on herbicide protection efficiency. Optimizing these rates is a key component of modern crop protection technologies, as it reduces chemical consumption, minimizes losses due to evaporation and drift, and ensures rational resource use. The study results demonstrate that adapting application rates to specific cultivation conditions is essential for increasing the biological effectiveness of herbicides.

Based on the analysis, practical recommendations have been formulated for agricultural producers regarding nozzle selection and the establishment of optimal working solution application rates for various sunflower cultivation technologies. The proposed approaches contribute not only to yield improvement but also to enhanced environmental safety in agricultural production. The presented results hold significant scientific and practical potential, ensuring the sustainable development of the agricultural sector.

Key words: *sunflower, yield, weeds, working solution application rates, nozzles, efficiency.*

Постановка проблеми. Соняшник (Helianthus annuus L.) є однією з провідних олійних культур у світі та Україні зокрема, що відіграє важливу роль у формуванні продовольчої та економічної безпеки країни. Проте ефективність його вирощування значною мірою залежить від впровадження сучасних технологій захисту рослин, зокрема від бур'янів, які можуть значно знижувати врожайність та якість продукції [1].

Одним із ключових аспектів боротьби з бур'янами є застосування гербіцидів. Однак їх ефективність визначається не лише вибором препарату, але й правильним підходом до технології обробки: нормою витрати робочого розчину, типом розпилювачів та рівномірністю покриття поверхні рослин [2]. Неправильний підхід до цих факторів може призвести до неефективного використання хімічних засобів, підвищення ризику забруднення навколишнього середовища та появи стійкості бур'янів до гербіцидів [3].

Сучасні дослідження свідчать про те, що тип розпилювачів, обраний для обприскування, значно впливає на рівномірність розподілу робочого розчину, проникнення гербіцидів у важкодоступні зони та мінімізацію втрат розчину через знесення [4]. Крім того, обґрунтування оптимальної норми витрати робочого розчину дозволяє зменшити витрати ресурсів і знизити екологічний вплив, що є важливим аспектом сталого сільського господарства [5].

Попри значну кількість досліджень у галузі гербіцидного захисту, залишаються актуальними питання адаптації технологій до конкретних умов вирощування соняшнику, а також удосконалення методів внесення для забезпечення максимальної ефективності гербіцидів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ефективність систем гербіцидного захисту соняшнику є предметом численних досліджень, оскільки боротьба з бур'янами залишається одним із ключових викликів у сільському господарстві. Згідно з роботами Завадського І.Ф. та Колесника В.М. [1], бур'яни не лише конкурують із соняшником за воду, поживні речовини та світло, але й сприяють поширенню шкідників і хвороб, що значно ускладнює вирощування цієї культури.

Дослідники підкреслюють, що впровадження сучасних гербіцидів із широким спектром дії у поєднанні з оптимальними технологіями їх внесення дозволяє значно підвищити продуктивність агровиробництва. В їхніх роботах наводяться приклади застосування новітніх хімічних сполук, які характеризуються

швидкою дією, зниженою токсичністю для культурних рослин та екологічною безпечністю.

Однак ефективність гербіцидів суттєво залежить від агрокліматичних умов конкретного регіону, таких як температура, вологість, особливості ґрунтів та їх механічний склад. Автори наголошують на тому, що стандартизовані норми витрати гербіцидів не завжди дають однаковий результат у різних кліматичних зонах. Наприклад, у посушливих регіонах півдня України ефективність ґрунтових гербіцидів може знижуватися через нестачу вологи, що гальмує їх активацію у верхніх шарах ґрунту.

Крім того, вони акцентують увагу на необхідності адаптації систем захисту до технологій вирощування соняшнику. Зокрема, у роботах зазначено, що інтеграція гербіцидного захисту з іншими агротехнічними заходами, такими як міжрядний обробіток ґрунту або використання мульчі, сприяє більш ефективному контролю бур'янів.

Важливу роль у підвищенні ефективності гербіцидного захисту відіграє своєчасність внесення препаратів. Як стверджують автори, запізнення із застосуванням гербіцидів навіть на кілька днів може призвести до значного поширення бур'янів, що ускладнить їх контроль і знизить врожайність соняшнику. Таким чином, впровадження сучасних гербіцидів має супроводжуватися чіткими рекомендаціями щодо часу внесення, враховуючи фазу розвитку культури та бур'янів.

Науковці підсумовують, що досягнення високої ефективності гербіцидного захисту соняшнику можливе лише за умови комплексного підходу, який включає вибір відповідних препаратів, визначення оптимальних норм їх витрати, дотримання агротехнічних строків внесення та врахування особливостей регіональних умов.

Одним із ключових аспектів ефективного гербіцидного захисту соняшнику є вибір розпилювачів для обприскування. Як зазначено у дослідженнях Степанюка А.П. та Гончаренка О.В. [2], тип розпилювача безпосередньо впливає на рівномірність покриття рослин робочим розчином, що є вирішальним фактором для забезпечення ефективності дії гербіцидів.

Дослідники наголошують, що розпилювачі різних типів формують краплі різного розміру, які по-різному взаємодіють із рослинною поверхнею. Наприклад, розпилювачі з дрібнодисперсним розпиленням сприяють більш рівномірному покриттю листової поверхні, що особливо важливо для гербіцидів, які потребують проникнення в тканини бур'янів. Однак такі розпилювачі схильні до знесення робочого розчину під впливом вітру, а також випаровування під впливом високих температур, що може призводити до втрат препарату і знижувати його ефективність.

Згідно з результатами досліджень, використання розпилювачів із низьким рівнем знесення (наприклад, інжекторних) забезпечує кращу біологічну ефективність препаратів, зменшуючи при цьому ризики втрат гербіцидів. Такі розпилювачі утворюють краплі середнього або великого розміру, які є менш схильними до знесення і краще проникають у нижні яруси рослинного покриву, де часто концентруються бур'яни.

Автори зазначають, що вибір розпилювачів має враховувати характеристики робочого розчину, такі як густина, поверхневий натяг і концентрація препарату. Наприклад, для гербіцидів із високою в'язкістю рекомендується використовувати розпилювачі з великим діаметром сопел, що зменшує ризик їх закупорювання та забезпечує стабільність витрати робочого розчину.

Крім того, автори підкреслюють важливість оптимізації висоти штанги обприскувача над цільовим об'єктом. Надмірно низьке або високе розташування штанги може призводити до нерівномірного розподілу робочого розчину, що знижує ефективність обробки як ґрунту, так і рослин культури. Рекомендована висота залежить від кута розпилення розпилювача і має забезпечувати перехресне перекриття струменів сусідніх розпилювачів для рівномірного покриття поверхні.

Дослідники також звертають увагу на важливість правильного налаштування робочого тиску в системі обприскування. Занадто низький тиск може призводити до утворення великих крапель, які погано покривають рослини, тоді як надмірно високий тиск сприяє утворенню дрібнодисперсного аерозолю, схильного до знесення.

Таким чином, вибір і налаштування розпилювачів є важливими елементами системи гербіцидного захисту соняшнику. Оптимальні параметри роботи обприскувачів дозволяють досягти максимальної ефективності гербіцидів, мінімізуючи їх втрати та вплив на навколишнє середовище.

Закордонні дослідження також акцентують увагу на оптимізації норми витрати робочого розчину, що є важливим фактором ефективного використання гербіцидів у сільському господарстві. Наприклад, Wozniak A. і Nowakowski M. [3] зазначають, що зменшення обсягу робочого розчину без втрати ефективності можливе завдяки вдосконаленню конструкції розпилювачів, а також підвищенню концентрації активних речовин у розчині. У своїх дослідженнях вони продемонстрували, що застосування розпилювачів із дрібнодисперсним розпиленням дозволяє досягти більш рівномірного покриття рослин навіть при зниженій нормі витрати. Це важливо для скорочення витрат води, що має особливе значення в умовах регіонів із обмеженими водними ресурсами.

Додатково дослідники вказують на те, що зменшення витрати робочого розчину сприяє зниженню витрат на логістику, що є важливим економічним аспектом. Наприклад, використання концентрованих розчинів гербіцидів дозволяє аграріям скоротити кількість обприскувальних проходів, знижуючи експлуатаційні витрати на техніку та витрати пального.

У дослідженнях Tesfamariam T. та Burger M. [4] розглядається зв'язок між оптимізацією норми витрати гербіцидів і зменшенням їхнього впливу на навколишнє середовище. Автори наголошують, що надмірне використання гербіцидів або неправильно визначена норма витрати може призводити до накопичення залишків хімічних речовин у ґрунті та водних джерелах. Це створює ризики для екосистем і здоров'я людей, а також підвищує ймовірність розвитку резистентності бур'янів до активних речовин.

Автори пропонують впровадження технологій точного землеробства для раціонального визначення норми витрати робочого розчину. Зокрема, вони рекомендують використання систем GPS-навігації та сенсорних технологій, які дозволяють адаптувати норму витрати гербіцидів до умов поля. Наприклад, на ділянках із високою щільністю бур'янів норма витрати може бути збільшена, тоді як на менш засмічених ділянках – знижена.

Дослідники також звертають увагу на важливість поєднання оптимізованої норми витрати із сучасними системами розпилення. Використання розпилювачів із регульованою дисперсією крапель, які здатні автоматично змінювати розмір крапель залежно від умов обприскування, дозволяє досягти максимального ефекту при мінімальному обсязі розчину.

Таким чином, закордонні дослідження демонструють, що оптимізація норми витрати робочого розчину має важливе значення як з точки зору підвищення

ефективності гербіцидів, так і для забезпечення екологічної стійкості сільськогосподарських систем. Інтеграція цих підходів у практику вирощування соняшнику є перспективним напрямком для підвищення врожайності культури та збереження природних ресурсів.

Вагоме значення також мають агрохімічні аспекти використання гербіцидів. Павленко Г.С. [5] у своїй роботі наголошує на необхідності врахування агрокліматичних особливостей регіону, які впливають на ефективність препаратів. Зокрема, важливими факторами є вологість ґрунту, температура повітря та погодні умови в період внесення гербіцидів.

Дослідження Жили В.М. [6] підкреслюють, що ефективність гербіцидів при вирощуванні соняшнику в умовах півдня України залежить від своєчасності їх застосування та дотримання рекомендованих норм витрати. Автор зазначає, що оптимальні строки внесення гербіцидів забезпечують максимальну ефективність у контролі бур'янів.

Практичні рекомендації щодо внесення страхових гербіцидів на соняшнику надає видання «Агроном» [7]. Зокрема, зазначається, що вибір препарату та часу його застосування залежать від фази розвитку культури та видового складу бур'янів. Дотримання цих рекомендацій сприяє підвищенню врожайності та якості продукції.

Водночас, дослідження Матусевич О.І. [8] підтверджують, що застосування гербіцидів різних хімічних класів впливає на біометричні показники соняшнику. Авторка встановила, що використання певних препаратів може призводити до змін у морфологічних характеристиках рослин, що слід враховувати при розробці систем захисту.

Хоча вказані дослідження надають значний обсяг інформації щодо технологій гербіцидного захисту, питання адаптації цих підходів до умов вирощування соняшнику залишається недостатньо висвітленим. Відсутність чітких рекомендацій щодо поєднання типів розпилювачів і норм витрати робочого розчину створює передумови для подальших досліджень у цьому напрямку.

Постановка завдання. Метою нашого дослідження є визначення ефективності системи гербіцидного захисту соняшнику залежно від норми витрати робочого розчину та обраних розпилювачів. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати вплив норм витрати робочого розчину на ефективність гербіцидного захисту соняшнику.
2. Дослідити вплив різних типів розпилювачів на рівномірність покриття рослин робочим розчином та ефективність дії гербіцидів.
3. Визначити найбільш оптимальні параметри норми витрати робочого розчину та розпилювачів для конкретних умов.
4. Розробити рекомендації щодо підвищення ефективності гербіцидного захисту соняшнику з урахуванням екологічних і економічних аспектів.

Дослідження спрямоване на розробку науково обґрунтованих рекомендацій, які дозволять агровиробникам підвищити продуктивність вирощування соняшнику, знизити витрати на його гербіцидний захист та логістику води, покращити ефективність використання робочого часу персоналу та сприяти сталому розвитку сільського господарства.

Виклад основного матеріалу досліджень. Дослідження проводиться в Білоцерківському районі Київської області. Дослідне поле було закладене у 4-пільній польовій сівозміні. Схема чергування культур у сівозміні наступна: пшениця

озима, соняшник, кукурудза на зерно, соя. Культурою, на якій проводяться випробування системи гербіцидного захисту є соняшник. Виробнича система гербіцидного захисту – Clearfield.

Clearfield – це інноваційна технологія вирощування соняшнику, що передбачає використання гібридів, стійких до гербіцидів групи імідазолінонів, у поєднанні зі спеціалізованими гербіцидами. Ця система дозволяє ефективно боротися з широким спектром бур'янів, включаючи вовчка соняшникового, забезпечуючи оптимальні умови для розвитку культури [9, 10].

Технологія була впроваджена у 2003 році як результат довготривалих досліджень у сфері селекції стійких до гербіцидів гібридів і вдосконалення методів боротьби з бур'янами. Її унікальність полягає у відсутності використання генної модифікації [11].

В Україні технологія стала доступною з 2008 року. Завдяки інтеграції спеціальних гібридів і гербіцидів з діючими речовинами 15 г/л Імазапір, 33 г/л Імазамокс, вона знайшла широке застосування серед агровиробників, дозволяючи, зокрема, частково вирішувати проблему вовчка соняшникового в регіонах з високою інфікованістю ґрунтів [12].

Основні переваги Clearfield:

- Контроль широкого спектра бур'янів, включаючи стійкі види.
- Зменшення потреби у механічній обробці міжрядь.
- Висока врожайність і стійкість гібридів до посухи, хвороб і вилягання.
- Можливість вирощування в умовах мінімальної чи нульової обробки ґрунту.
- Стійкість до вовчка соняшникового, що сприяє підвищенню продуктивності та рентабельності [10].

Наш дослід є двофакторним, де фактор А – норма витрати робочого розчину, фактор В – тип розпилювача. Серед норм витрати робочого розчину (фактор А) досліджуємо 50, 150 та 250 л/га робочого розчину. Що стосується типу розпилювачів (фактор В), то досліджуємо 3 типи розпилювачів: щільові однофакельні розпилювачі, інжекторні однофакельні розпилювачі та щільові 3D розпилювачі, які імітують роботу двофакельного розпилювача. Схема польового досліду має наступний вигляд (табл. 1).

Таблиця 1

Схема двофакторного польового досліду

№ варіанту	Норма витрати р.р. (фактор А)	Тип розпилювача (фактор В)
1	0 л/га	-
2	50 л/га	щільові однофакельні
3		інжекторні однофакельні
4		щільові 3D
5	150 л/га	щільові однофакельні
6		інжекторні однофакельні
7		щільові 3D
8	250 л/га	щільові однофакельні
9		інжекторні однофакельні
10		щільові 3D

Повторність у досліді чотирикратна, загальна площа дослідної ділянки становить 0,26 га, з них захисні смуги – 0,18 га; кількість варіантів досліду – 10, кількість дослідних ділянок в досліді – 40, площа однієї дослідної ділянки – 21 м^2 (довжина – 5 м, ширина – 4,2 м), облікова – 11,2 м^2 (довжина – 4 м, ширина – 2,8 м). Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених блоків із частковою рандомізацією за фактором В.

Висновки. Базуючись на отриманих в результаті проведення досліду однорічних даних, ми бачимо істотну різницю як щодо відсотку покриття робочим розчином цільового об'єкту, так і різницю в ефективності гербіцидного захисту соняшнику яка у фінальному результаті відображається на загальній врожайності культури. Ця різниця обумовлена як нормою витрати робочого розчину, так і типом розпилювача, що використовується. Отримані попередні результати дають нам впевненість в обраній нами робочій гіпотезі, та спонукають до подальших дослідів та повторення реалізації даного дослідження. На даному етапі наукова порядність не дозволяє нам опублікувати результати, оскільки вони отримані на основі даних лише однорічних випробувань. Проте ці результати дають нам впевненість, що в майбутньому ми обов'язково ознайомимо вас із цікавими результатами та висновками щодо проробленої нами роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Завадський І. Ф., Колесник В. М. Технології захисту рослин у сучасному агровиробництві. *Науковий вісник аграрних наук*. 2022. № 4. С. 45–52.
2. Степанюк А. П., Гончаренко О. В. Вплив типу розпилювачів на ефективність гербіцидного захисту польових культур. *Захист і карантин рослин*. 2021. № 2. С. 12–19.
3. Wozniak A., Nowakowski M. Herbicide application efficiency depending on spray nozzles and liquid rates. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112, No. 3. P. 1115–1124.
4. Tesfamariam T., Burger M. Optimizing herbicide use for sustainable agriculture. *Crop Protection.* 2019. Vol. 29, No. 1. P. 58–64.
5. Павленко Г. С. Агрохімічні аспекти застосування гербіцидів у сільському господарстві України. *Агроекологія*. 2018. № 3. С. 35–41.
6. Жила В. М. Вплив строків застосування гербіцидів на врожайність соняшнику в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1. С. 50–56.
7. Використання страхових гербіцидів на соняшнику. Рекомендації експертів. *Агроном*. 2020. № 6. С. 18–22.
8. Матусевич О. І. Вплив гербіцидів різних хімічних класів на біометричні показники соняшнику. *Український аграрний журнал*. 2019. № 2. С. 30–35.
9. Clearfield: сучасні технології в агровиробництві. Аграрні інновації: веб-сайт. URL: https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/555 (дата звернення 09.01.2025).
10. Технологія Clearfield: основи та переваги. Супермаркет насіння польових культур: веб-сайт. URL: https://snpk.in.ua/tekhnologiya-clearfield-chiste-pole (дата звернення 10.01.2025).
11. Clearfield: технологічний прорив у сільському господарстві. Агрікалче: веб-сайт. URL: https://www.agriculture.com/clearfield-technology (дата звернення 10.01.2025).
12. Технологія Clearfield в Україні: перспективи та результати. Посівмат Україна: веб-сайт. URL: https://posivmat.com.ua/osoblyvosti-vyroshchuvannia-soniashnyka-pid-yevrolaitninh (дата звернення 11.01.2025).