

АГРОНОМІЯ

УДК 633.854.78

**Вплив різних схем застосування гербіцидів
на запилення соняшнику медоносними бджолами**Добренський О.А. 

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН



E-mail: Добренський О.А. E-mail: Alex@lennardag.com



Добренський О.А. Вплив різних схем застосування гербіцидів на запилення соняшнику медоносними бджолами. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 38–46.

Dobrenkyi O. The effect of different herbicide application schemes on sunflower pollination by honey bees. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 38–46.

Рукопис отримано: 05.09.2025 р.

Прийнято: 22.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-38-46

Висвітлено, що застосування різних схем контролю бур'янів на соняшнику (*Helianthus annuus* L.) впливало на активність медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) і якість врожаю соняшнику. Дослід було закладено впродовж 2022–2024 рр. на експериментальному полі ДУ «Інститут зернових культур» НААН. Було досліджено три гібриди соняшнику (Білоба CLP, НК Неома, Сувекс). Схема досліду передбачала механічну прополку (контроль), дві схеми із ґрунтовими гербіцидами (Примекстра TZ Gold + Яструб; Екліпс + Філдер) та післясходові гербіциди (Геліантекс; Стелс; Челенж). Бджолосім'ї розміщували із розрахунку 5 бджолосім'ей/га; відвідуваність кошиків реєстрували за допомогою відеомоніторингу (24 GoPro камери) у час найбільшої активності бджіл. З отриманих відеоматеріалів оцінювали середню кількість відвідувань на кошик у 3-разовій повторності. Вміст олії визначали після обмолоту ділянок. Встановлено, що контрольний варіант забезпечив найвищу привабливість для бджіл (6,11 відвідувань/кошик/10 хв). Внесення ґрунтових гербіцидів зменшувало показник привабливості у середньому на 29–56 %: мінімальне зменшення було зафіксовано для схеми гербіцидного захисту Примекстра TZ Gold + Яструб (–29 %), максимальне – для схеми Екліпс+Філдер (–56 %). Післясходові гербіциди зменшували відвідуваність на 33–86 % (Челенж –33 %, Геліантекс –82 %). У посушливому 2024 р. активність бджіл була найнижчою (1,28 відвідувань/10 хв). За вмістом олії найменше відхилення від контролю спостерігали для схеми гербіцидного захисту Примекстра TZ Gold + Яструб (–1,16 %), тимчасом внесення гербіциду Челенж підвищило показник вмісту олії у гібрида Сувекс на 2,26 %. Гібрид НК Неома вирізнявся найвищою стабільністю. Зроблено висновок про доцільність пріоритету ґрунтових програм та зваженого використання післясходових гербіцидів, насамперед Геліантекс у посушливі роки. Подальші дослідження будуть спрямовані на аналіз нектаровиділення соняшнику за різних гербіцидних схем захисту соняшнику.

Ключові слова: соняшник, медоносні бджоли, запилення, контроль бур'янів, вміст олії, дефіцит вологи.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є провідною олійною культурою в Україні, а його продуктивність та якість насіння істотно залежать від ефективності запилення. У сучасній літературі підтверджено істотну, однак варіабельну залежність соняшнику (*Helianthus annuus* L.) від запилювачів.

Низка робіт показує, що участь медоносної бджоли (*Apis mellifera* L.) підвищує зав'язування насіння, вирівнює масу зернівки та може поліпшувати вміст олії, однак величина ефекту істотно залежить від генотипу та агроекологічного контексту [1–4]. Зокрема, для різних гібридів ступінь потреби у запилювачах коливається, що зумовлює відмінності в очікуваній

віддачі від розміщення пасік та керування чисельністю бджолосімей [2–4]. Окремий напрям досліджень присвячено впливу пестицидів на запилювачів. Узагальнюючі огляди останніх років наголошують: безпосередні токсичні ефекти для бджіл найчастіше пов'язані з інсектицидами, тимчасом гербіциди проявляють переважно опосередковану дію через скорочення нектаро- і пилюконосної флори та зміни фітоценозів на узбіччях і в міжрядях [5, 8–9, 15–17]. Водночас з'являються дані про сублетальні ефекти окремих гербіцидів (напр., гліфосату) на когнітивні функції джмелів, що потенційно впливають на їхню здатність до ефективного збирання нектару [6, 18–20]. Просторово-масштабні аналізи також демонструють, що інтенсивність застосування пестицидів є суттєвим чинником зниження різноманіття диких бджіл, порівняно з іншими чинниками землекористування [7].

Для сояшнику окреслено кілька ключових аспектів. По-перше, навіть за селекційно підвищеної здатності до самозапилення, сучасні гібриди демонструють різну віддачу на зростання щільності запилювачів: у насінницьких посівах ефект істотніший, ніж у товарних [1–4, 11]. По-друге, чинники середовища (посуха, температурні аномалії) змінюють інтенсивність нектаровиділення й поведінку бджіл, що впливає на реалізацію генетичного потенціалу олійності (та врожайності) гібридів сояшнику [4, 10]. По-третє, специфіка гербіцидних програм (фази й строки внесення, діючі речовини, рівень пригнічення фонові флори) здатна опосередковано змінювати доступність кормових ресурсів для апіофауни, однак систематичні багатофакторні польові оцінки для сояшнику все ще поодинокі [5–6, 8–9].

Щодо засобів захисту, поруч із відомими прямими ризиками інсектицидів, накопичуються дані про опосередковані та сублетальні впливи інших класів пестицидів. Було показано, що ландшафт поля може визначати профілі пестицидних залишків у матрицях вулика, зокрема в агроландшафтах частіше фіксують підвищену експозицію, тимчасом лісові плями знижують ризик [25]. Паралельно, польові методики моніторингу «current-use pesticides» у квітах/пилку та бджолах підтверджують мультизалишкову експозицію, де гербіциди часто є найпоширенішими сполуками [26–27]. Для сояшникових полів США були зафіксовані залишки активних речовин гербіцидів у диких бджіл, що підкреслює реальність взаємодії навіть у випадку внесення гербіциду перед цвітінням [28–29, 31]. Разом з даними про проникнення і короткотривалу

персистентність фоліарних обробок у пилку/нектар на інших культурах (динні, гарбузові), це потребує особливо зваженого підходу до страхових обробок у фазу бутонізації–цвітіння [29–30].

У вітчизняному науковому полі за останні роки зросла увага до ролі медоносних бджіл у формуванні продуктивності сояшнику, що відображено в спеціалізованих журналах із бджільництва та аграрної тематики; публікації акцентують як на агротехнічних аспектах використання бджолосімей, так і на економічних ефектах [12–14]. На тлі суттєвих кліматичних викликів для України (просторова мозаїка посухи, коливання площ сояшнику) є потреба в локалізованих дослідженнях взаємодії «генотип × погода × технологія захисту × активність запилювачів» [15–16]. Нове генетично-фенотипове підґрунтя також деталізує зв'язок між нектарними ознаками та поведінкою запилювачів. Поряд із демонстрацією значущих G×E-ефектів на нектаровиділення в сояшнику [21], недавні досліді з великою панеллю інбредних ліній виявили, що контрастні фенотипи нектару не завжди прогнозують відвідуваність дикими бджолами; отже, окрім кількісних ознак винагород, важать також інші сигнали та контекст середовища [22–24]. Водночас бракує уніфікованих протоколів інструментальної реєстрації відвідуваності (безперервне відеоспостереження, фіксовані часові вікна) у поєднанні з оцінкою олійності, а також чіткої порівняльної характеристики ґрунтових і післясходових гербіцидних схем у контексті збереження привабливості для запилювачів [5–6, 8–10].

Для зони Південного та Східного Лісостепу і Степу України бракує польових робіт, що одночасно й уніфіковано оцінюють відвідуваність кошиків бджолами та якість насіння за різних схем гербіцидного захисту і на різних гібридах. Додатковою прогалиною є нестача стандартизованих методів реєстрації активності запилювачів (безперервне відеоспостереження, фіксовані часові інтервали) у поєднанні зі статистично коректним багатофакторним аналізом.

Отже, існує наукова й практична потреба кількісно оцінити, як конкретні гербіцидні технології впливають на принаду суцвіть для бджіл, і чи трансформується цей вплив у зміни вмісту олії з урахуванням гібридних особливостей та міжрічної посухи.

Мета дослідження – виявити вплив різних ґрунтових і післясходових схем контролю бур'янів на відвідуваність кошиків сояшнику медоносними бджолами; охарактеризувати

пов'язані з цим зміни олійності насіння; з'ясувати модифікуючу роль генотипу і погодних умов; описати практичні рекомендації щодо добору гербіцидних програм, сумісних із збереженням привабливості для запилювачів.

Матеріал і методи дослідження. Ділянки було закладено на дослідному полі ДУ Інститут зернових культур НААН, с. Василівка Дніпропетровської області. Ділянки, довжиною 21,5 м та шириною 2,8 м, висівали рандомізовано гібридами Білоба КЛП, Сувекс, НК Неома одночасно із запланованою густиною на момент збирання 55 тис. насінин/га.

Дослідження проводили за умов використання контрольного варіанта (механічна прополка) та застосування різних гербіцидів (грунтових і страхових), що були внесені згідно з рекомендаціями компанії-виробника (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема досліджень

Гербіцид	Гібрид
Контроль (механічна прополка)	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Грунтовий гербіцид Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Грунтовий гербіцид Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Страховий гербіцид Геліантекс 45 г/га	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Страховий гербіцид Стелс 0,35 л/га	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Страховий гербіцид Челенж 0,4 л/га	Білоба КЛП
	НК Неома
	Сувекс
Страховий гербіцид Пульсар Флекс 1,6 л/га	Білоба КЛП
	НК Неома
Страховий гербіцид Гранстар 40 г/га	Сувекс

На дослідному полі було встановлено бджолосім'ї із розрахунку 5 бджолосім'ей на 1 га. Бджолосім'ї розташовували так, щоб була однакова довжина маршруту від пасіки до всіх дослідних ділянок.

З метою фіксації відвідувань бджолами, на ділянках які досліджували в період цвітіння соняшнику були встановлені 24 відеокамери GoPro. Відеофіксацію проводили з 10 до 12 години (по 30 хв на кожне повторення + 30 хв на переміщення обладнання) та впродовж чотирьох днів. Загалом, камери стояли в трьох

повтореннях. Після аналізу даних з камери відеофіксації, було проаналізовано показники привабливості квіток для бджіл та розроблено систему оцінки за балами (середня кількість відвідувань на кошик за 10 хвилин, де 1 відвідування було еквівалентне 1 балу, а 10 відвідувань – відповідно 10 балів).

Експериментальний період (2022–2024 рр.) характеризувався значною варіабельністю кліматичних умов, зокрема кількістю та місячним розподілом опадів, що безпосередньо вплинуло на розвиток і олійність соняшнику (табл. 2).

У 2022 році середньодобова температура була вищою на 1,08 °C у порівнянні із середнім багаторічним показником. Загальна кількість опадів впродовж вегетаційного періоду (квітень–вересень) становила 209,3 мм, що значно нижче за середнє багаторічне (на 23,7 мм). Основний дефіцит опадів спостерігався у травні (19 мм) та червні (29 мм), що спричинило водний стрес на критичних етапах росту та розвитку, таких як ранній вегетативний ріст, цвітіння та налив насіння.

У 2023 році середньодобова температура була вищою на 1,68 °C у порівнянні із середнім багаторічним показником. Кількість опадів за той самий період становила 246 мм, що перевищило середнє багаторічне на 13 мм. Опади у квітні (102 мм) значно перевищували середнє багаторічне на 57 мм, що забезпечило достатню вологість для початкового розвитку рослин. Проте у травні та червні спостерігався значний дефіцит вологи. Опади в липні (42 мм) частково компенсували нестачу вологи, але водночас спричинили вилягання рослин на деяких ділянках, що негативно вплинуло на вміст олії.

У 2024 році кількість опадів за вегетаційний період становила 111,6 мм, що значно нижче за середнє багаторічне на 121,4 мм. Дефіцит вологи був особливо вираженим у травні (12,0 мм) та серпні (1,6 мм), які є критичними фазами для вегетативного росту та наливу насіння. Також, середньодобова температура була вищою на 3,12 °C у порівнянні із середнім багаторічним показником, що стало антирекордом за період 2022–2024 рр. Нестача опадів суттєво вплинула на розвиток соняшнику, що призвело до зниження виповненості насіння та вмісту олії відповідно.

Результати дослідження та їх обговорення. Контрольний варіант (механічна прополка) забезпечив найвищу середню привабливість для бджіл (6,11 шт./кошик за 10 хв). Застосування гербіцидів призвело до зниження цього показника у всіх варіантах, хоча рівень впливу залежав від препарату (табл. 3).

Таблиця 2 – Середньодобова температура (°C) та сума опадів (мм) за період досліджень.
Метеостанція Дніпровського аеропорту, 2022–2024 рр.

Рік	Місяць						± до середніх багаторічних показників
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
Середньодобова температура (°C)							
2022	11,8	16,4	21,6	24,3	23,8	17,2	+1,08
2023	12,0	17,2	22,0	25,0	24,5	18,0	+1,68
2024	15,5	16,4	23,2	26,6	24,6	21,0	+3,12
Середнє за 3 роки	12,1	16,7	22,3	24,5	23,8	17,4	+1,37
Середнє багаторічне	11,8	16,4	20,2	22,4	21,6	16,2	
Опади (мм)							Сума опадів, мм
Рік	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
2022	45,3	19,0	29,0	35,0	46,0	35,0	209,3
2023	102,0	29,0	29,0	42,0	30,0	14,0	246,0
2024	14,0	12,0	29,0	44,0	1,6	11,0	111,6
Середнє за 3 роки	53,8	20,0	29,0	40,3	39,2	29,7	212,0
Середнє багаторічне	45	29	34	42	45	38	233

Таблиця 3 – Вплив різних схем застосування гербіцидів на привабливість бджіл, 2022–2024 рр.

Гербіцид (А)	Гібрид (В)	Привабливість бджіл, шт./кошик за 10 хв (D)				± до контролю	
		2022	2023	2024	середнє	шт./кошик	%
Контроль	Білоба КЛП	7,00	9,00	2,00	6,00	-	-
	НК Неома	7,00	9,00	5,00	7,00	-	-
	Сувекс	6,00	9,00	1,00	5,33	-	-
	середнє	6,67	9,00	2,67	6,11	-	-
Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га	Білоба КЛП	6,00	6,00	2,00	4,67	-1,33	-22
	НК Неома	5,00	8,00	2,00	5,00	-2,00	-29
	Сувекс	5,00	4,00	1,00	3,33	-2,00	-37
	середнє	5,33	6,00	1,67	4,33	-1,78	-29
Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га	Білоба КЛП	4,00	3,00	1,00	2,67	-3,33	-56
	НК Неома	4,00	3,00	1,00	2,67	-4,33	-62
	Сувекс	5,00	3,00	0,00	2,67	-2,66	-50
	середнє	4,33	3,00	0,67	2,67	-3,44	-56
Геліантекс 45 г/га	Білоба КЛП	3,00	1,00	0,00	1,33	-4,67	-78
	НК Неома	2,00	1,00	0,00	1,00	-6,00	-86
	Сувекс	1,00	1,00	1,00	1,00	-4,33	-81
	середнє	2,00	1,00	0,33	1,11	-5,00	-82
Стелс 350 мл/га	Білоба КЛП	4,00	4,00	1,00	3,00	-3,00	-50
	НК Неома	4,00	5,00	3,00	4,00	-3,00	-43
	Сувекс	4,00	4,00	0,00	2,67	-2,66	-50
	середнє	4,00	4,33	1,33	3,22	-2,89	-47
Челенж 0,4 л/га	Білоба КЛП	5,00	6,00	1,00	4,00	-2,00	-33
	НК Неома	4,00	8,00	1,00	4,33	-2,67	-38
	Сувекс	5,00	6,00	1,00	4,00	-1,33	-25
	середнє	4,67	6,67	1,00	4,11	-2,00	-33
Середнє	Білоба КЛП	4,83	4,83	1,17	3,61	-	-
	НК Неома	4,33	5,67	2,00	4,00	-	-
	Сувекс	4,33	4,50	0,67	3,17	-	-
	середнє	4,50	5,00	1,28	3,59	-	-
Пульсар Флекс 1,6 л/га	Білоба КЛП	4,00	6,00	0,00	3,33	-2,67	-44
	НК Неома	4,00	7,00	1,00	4,00	-3,00	-43
	середнє	4	6,50	0,50	3,67	2,84	43,5
Гранстар 40 г/га	Сувекс	3,00	7,00	0,00	3,33	-2,00	-37
НІР ₀₅	А – 0,24; В – 0,19; D – 0,21; АВ – 0,46; AD – 0,44; BD – 0,41; ABC – 0,66.						

Отже, ґрунтові гербіциди загалом спричиняли зниження відвідуваності кошиків соняшнику бджолами у середньому на 29 і 56 %. Найменший негативний ефект мала бакова суміш з гербіцидів Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га, за якої відвідуваність кошиків бджолами знижувалася на 29 % у порівнянні із контролем. Тимчасом бакова суміш гербіцидів Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га призвела до ще більш значного (–56 %) зниження привабливості для бджіл.

Досліджувані страхові гербіциди показали ще більш негативний вплив, зменшуючи привабливість рослин соняшнику для бджіл на 25–86 %. Зокрема найменший вплив серед страхових гербіцидів зафіксований у варіанті із внесенням Челенж 0,4 л/га, за якого відвідуваність кошиків бджолами зменшилася у середньому на 25 % порівняно з контролем, а варіант із внесенням Геліантексу в дозі 45 г/га мав найгірший ефект – привабливість для бджіл зменшилася у середньому на 82 %.

Варто зазначити, що відвідуваність рослин соняшнику бджолами значною мірою залежала від року вирощування. Зокрема, у сприятливі 2022 та 2023 рр. середня відвідуваність кошиків бджолами становила 4,5–5,0 шт./10 хв, у посушливому 2024 р. цей показник становив у середньому 1,28 шт./10 хв.

Встановлено, що найбільший вміст олії в насінні соняшнику – у середньому 52,24 % був на контролі, де не застосовували внесення гербіцидів. Серед ґрунтових гербіцидів найменше зниження вмісту олії у порівнянні з таблконтролем спостерігалось у разі застосування бакової суміші гербіцидів Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га (табл. 4). Середнє зниження вмісту олії за цього варіанта становило 1,16 %, що є найменшим показником серед усіх досліджуваних ґрунтових гербіцидів. Найменші втрати щодо вмісту олії спостерігалися у гібрида Сувекс (–0,31 %), а найбільші – у гібрида Білоба КЛП (–1,67 %).

Таблиця 4 – Вплив різних схем застосування гербіцидів на вміст олії, 2022–2024 рр.

Гербіцид (А)	Гібрид (В)	Вміст олії, % (С)				± до контролю %
		2022	2023	2024	середнє	
Контроль	Білоба КЛП	51,30	57,00	52,50	53,60	-
	НК Неома	50,80	53,25	54,87	52,97	-
	Сувекс	50,00	51,80	48,62	50,14	-
	середнє	50,70	54,02	52,00	52,24	-
(Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га)	Білоба КЛП	49,50	54,87	51,41	51,93	-1,67
	НК Неома	48,80	54,87	50,80	51,49	-1,48
	Сувекс	48,60	52,50	48,38	49,83	-0,31
	середнє	48,97	54,08	50,20	51,08	-1,16
Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га	Білоба КЛП	48,60	52,26	52,50	51,12	-2,48
	НК Неома	48,70	51,22	50,80	50,24	-2,73
	Сувекс	48,40	48,89	47,96	48,42	-1,72
	середнє	48,57	50,79	50,42	49,93	-2,31
Геліантекс 45 г/га	Білоба КЛП	46,50	45,29	48,47	46,75	-6,85
	НК Неома	46,60	48,26	47,94	47,60	-5,37
	Сувекс	48,50	46,56	46,98	47,35	-2,79
	середнє	47,20	46,70	47,80	47,23	-5,00
Стелс 350 мл/га	Білоба КЛП	49,70	51,40	48,60	49,90	-3,70
	НК Неома	49,80	50,60	49,95	50,12	-2,86
	Сувекс	46,30	50,60	49,68	48,86	-1,28
	середнє	48,60	50,87	49,41	49,63	-2,61
Челенж 0,4 л/га	Білоба КЛП	48,10	55,03	48,97	50,70	-2,90
	НК Неома	48,40	51,60	48,47	49,49	-3,48
	Сувекс	50,10	53,84	53,25	52,40	2,26
	середнє	48,87	53,49	50,23	50,86	-1,38
Середнє	Білоба КЛП	48,95	52,64	50,41	50,67	-
	НК Неома	48,85	51,63	50,47	50,32	-
	Сувекс	48,65	50,70	49,15	49,50	-
	середнє	48,82	51,66	50,01	50,16	-
Пульсар Флекс 1,6 л/га	Білоба КЛП	50,10	51,41	48,86	50,12	-3,48
	НК Неома	49,50	53,84	48,47	50,60	-2,37
Гранстар 40 г/га	Сувекс	49,10	48,62	47,98	48,57	-1,57
НІР ₀₅	А – 1,96; В – 2,01; С – 2,45; АВ – 3,93; АС – 4,44; ВС – 4,47; АВС – 6,31.					

Натомість застосування бакової суміші гербіцидів Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га спричинило суттєвіше зниження середнього вмісту олії – у середньому на 2,31 % порівняно з контролем, що вказує на більш виражений негативний вплив цієї гербіцидної схеми на якість насіння.

Єдиний страховий гербіцид, що продемонстрував позитивний ефект на вміст олії у порівнянні з контролем – це Челенж у дозі 0,4 л/га. На фоні внесення цього гербіциду середній вміст олії у гібрида Сувекс підвищився у середньому на 2,26 % порівняно з контролем. Однак для інших гібридів спостерігалось зниження вмісту олії порівняно з контролем, що призвело до загального середнього від'ємного показника –1,38 %.

Найбільше зниження середнього вмісту олії відбулося у разі застосування гербіциду Геліантекс у дозі 45 г/га, яке становило у середньому 5 % порівняно з контролем, зокрема максимальні втрати були у гібрида соняшнику Білоба КЛП, які становили в середньому 6,85 %. Значне зниження вмісту олії в насінні також спостерігали за використання гербіциду Стелс у дозі 350 мл/га – у середньому 2,61 % порівняно з контролем, а також за використання гербіциду Пульсар Флекс у дозі 1,6 л/га – відповідно на 2,93 % менше порівняно з контролем.

Висновки. Встановлено, що найбільший вміст олії та активність бджіл забезпечував контрольний варіант (механічна прополка), що вказує на важливість механічного контролю бур'янів у землеробстві. Ґрунтові гербіциди (зокрема, Екліпс 2,0 л/га + Філдер 2,0 л/га та Примекстра ТЗ Голд 4,5 л/га + Яструб 2,0 л/га) дозволяли підтримувати відносно середній рівень активності запилювачів. Найбільш ефективним серед ґрунтових гербіцидів щодо збереження активності запилювачів була бакова суміш Екліпс + Філдер, а серед страхових гербіцидів – Стелс 0,35 л/га. Застосування страхового гербіциду Геліантекс значно знижувало активність бджіл, що могло бути пов'язано з токсичною дією препаратів або їхнім впливом на нектаровиділення. Гібрид соняшнику НК Неома був найбільш стійким до різних схем застосування гербіцидів, що підтверджувалося статистично значущими відмінностями між досліджуваними генотипами. Доведено, що найменший негативний вплив серед ґрунтових гербіцидів на вміст олії мав варіант Примекстра ТЗ Голд + Яструб, який забезпечив відносно незначне зниження вмісту олії (–1,16 %) порівняно з контролем, а серед страхових – Челенж 0,4 л/га,

що підвищив вміст олії у гібрида Сувекс на 2,26 %. Найбільш негативний вплив на вміст олії мав страховий гербіцид Геліантекс 45 г/га, спричинивши середнє зниження вмісту олії на –5 %, з найбільшими показниками у гібрида Білоба КЛП (–6,85 %). Отже, використання ґрунтового гербіциду Примекстра ТЗ Голд + Яструб та страхового гербіциду Челенж 0,4 л/га було найбільш доцільним з погляду мінімізації втрат вмісту олії у насінні соняшнику.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ferguson B. Honey bee (*Apis mellifera* L.) foraging rewards in sunflowers: effect of floral traits on visitation and variation in pollen quality over two consecutive years. *Journal of Apicultural Research*. 2024. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00218839.2024.2364948>=com
2. Understanding pollinator contribution to inform agri-environment schemes in sunflowers / L. Mota et al. *Agricultural Systems*. 2024. DOI: 10.1016/j.agsy.2024.103979
3. Prasifka J.R., Yoshimura-Ferguson M.E., Fugate K.K. Genotype and environment effects on sunflower nectar and their relationships to crop pollination. *Journal of Pollination Ecology*. 2023. 33(4). P. 54–63. DOI: 10.26786/1920-7603(2023)719.
4. Pesticide impacts on insect pollinators: Current knowledge and future research challenges / P. Basu et al. *Science of the Total Environment*. 2024. 954. 176656. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.176656
5. Effects of glyphosate and glyphosate-based herbicide on learning and memory of the buff-tailed bumblebee (*Bombus terrestris*) / K. Kaakinen et al. *Ecological Entomology*. 2024. DOI: 10.1111/eea.13418
6. Impact of pesticide use on wild bee distributions across the United States / L.M. Guzman et al. *Nature Sustainability*. 2024. 7(10). P. 1324–1334. DOI: 10.1038/s41893-024-01413-8.
7. Pesticide hazard, floral resource availability and natural enemies interactively drive the fitness of bee species depending on their crop fidelity / A. Knauer et al. *Science of the Total Environment*. 2024. 922. 171058. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.171058.
8. Pesticide use negatively affects bumble bees across European landscapes / C.C. Nicholson et al. *Nature*. 2024. 628(8007). P. 355–358. DOI: 10.1038/s41586-023-06773-3.
9. A guide to sunflowers: floral resource nutrition for bee products / S. Husband et al. *Frontiers in Plant Science*. 2025. 16. 1552335. DOI: 10.3389/fpls.2025.1552335.
10. Water Deprivation and Sowing Times Alter Plant Morphology and Yield of Sunflower / Q. Ali et al. *Plants*. 2024. 13(22). 3194. DOI: 10.3390/plants13223194.
11. Гречка Г.М., Кулинич І.М. Соняшник – універсальна культура в сучасному сільськогосподарському виробництві України. Бджільництво

України. 2023. (11). С. 23–30. DOI: 10.46913 / beekeepingjournal.

12. Кулинич І.М., Соловйова Т.М. Вплив бджолозапилення на насіннєву продуктивність соняшнику. Бджільництво України. 2021. (6). С. 44–48. URL: <https://bdzhilnytstvo.com.ua/elektronnij-zhurnal/arkhiv-nomeriv-2021-roku/bdzhilnytstvo-ukrayini--6-2021>

13. Сенчук Т.Ю., Шакалій С.М., Атарщикова А.М., Діденко В.І. Фуражні особливості поведінки медоносних бджіл в агрофітоценозах соняшнику в умовах Полтавської обл. Агроекологічний журнал. 2023. (1). С. 58–64. URL: <http://agroecology-journal.com/en/archive/2023/1/12>

14. Field-realistic acute exposure to glyphosate-based herbicides—A review of impacts on non-target organisms with emphasis on pollinators / M. Helander et al. *Science of the Total Environment*. 2023. 857. 159396. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159396.

15. Estimation of sunflower planted areas in Ukraine during full-scale invasion using Sentinel-1 SAR / A. Qadir et al. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2024. 126. 103625. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103625.

16. Nectar dynamics and pollinators preference in sunflower / G. Bergonzoli et al. *Insects*. 2022. 13(8). 717 p. DOI: 10.3390/insects13080717.

17. The all-day pollinator visits of sunflower inflorescences in *Helianthus annuus* plantations are independent of head orientation: Testing a widespread hypothesis / G. Horváth et al. *Plant J.* 02412. P. 1563–1576. DOI: 10.1111/tpj.17070.

18. Managed honeybees and soil nitrogen availability interactively modulate sunflower production in intensive agricultural landscapes of China / P. Wu et al. *Journal of Economic Entomology*. 2024. 118(1). P. 19–27. DOI: 10.1093/jee/toae280/

19. Effects of glyphosate-based herbicide exposure on bumble bee foraging: evidence from field-realistic studies / H.M. Thompson et al. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2022. 41(8). P. 2076–2087. DOI: 10.1002/etc.5301.

20. Genetic mapping of a pollinator preference trait: Nectar volume in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / A.C. Barstow et al. *Front Plant Science*. 2022. 13. 1056278. DOI: 10.3389/fpls.2022.1056278.

21. Pollinators significantly enhance seed set, yields and chemical parameters of oil seed in sunflower crops / L.D. Amarilla et al. *Field Crops Research*. 2025. 322. 109736. DOI: 10.1016/j.fcr.2025.109736.

22. Prasifka J.R., Fugate K.K., Hulke B.S. Wild bee visitation unaffected by disparate nectar phenotypes in a sunflower inbred line population. *Crop Science*. 2025. DOI: 10.1002/csc2.70093.

23. Brewer G.J., Miwa K., Hanford K. Measuring Bee Effects on Seed Traits of Hybrid Sunflower. *Plants*. 2023. 12(14). 2662 p. DOI: 10.3390/plants12142662.

24. Progresses of the international community to understand sunflower–pollinator interactions through multiscale approaches / O. Catrice et al. *OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2023. 30. 17 p. DOI: 10.1051/ocl/2023006.

25. Hisamoto S., Ikegami M., Goka K., Sakamoto Y. The impact of landscape structure on pesticide exposure to honey bees. *Nature Communications*. 2024. 15. 8999. DOI: 10.1038/s41467-024-52421-3.

26. Honert C., Wifling K., Lazo Hernández M.J., Brühl C.A. Assessment of current-use pesticides in flowers, pollen provision, and wild bees: HPLC-ESI-MS/MS method development and field implementation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2025. DOI: 10.1007/s00216-025-11020-3.

27. Comparing relative pesticide risk exposure for wild bees across crops using an evidence-based risk index / D.S.W. Chan et al. *Science of the Total Environment*. 2024. 940. 173636. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.173636.

28. Hladik M.L., Vandever M., Smalling K.L. Exposure of native bees foraging in an agricultural landscape to current-use pesticides. *U.S. Geological Survey*, 2022–2024. URL: <https://pubs.usgs.gov/publication/70258246>

29. Multiple pesticide residues in pollen and nectar of melon crop flowers and their potential risks in three bee species / C. Azpiazu et al. *Environmental Pollution*. 2023. 326. 121441. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.121441.

30. Short-term persistence of foliar insecticides and fungicides in leaves, pollen and nectar and implications for bee exposure / J.L. Novotny et al. *PLOS ONE*. 2025. 20(7). e0311634. DOI: 10.1371/journal.pone.0311634.

31. Exploring *Helianthus* species for resilience to drought and elevated temperatures: biometric traits, nectar/pollen components and pollinator presence / J. Jocković et al. *Plants*. 2025. 14(3). 631 p. DOI: 10.3390/plants14030631.

REFERENCES

1. Ferguson, B., Prasifka, J.R., Carroll, M.J., Corby-Harris, V.L., Hoffman, G.D. (2024). Honey bee (*Apis mellifera* L.) foraging rewards in sunflowers: effect of floral traits on visitation and variation in pollen quality over two consecutive years. *Journal of Apicultural Research*. DOI: 10.1080/00218839.2024.2364948
2. Mota, L., Loureiro, J., González, J.A., Hevia, V. (2024). Understanding pollinator contribution to inform agri-environment schemes in sunflowers. *Agricultural Systems*. DOI: 10.1016/j.agsy.2024.103979
3. Prasifka, J.R., Yoshimura-Ferguson, M.E., Fugate, K.K. (2023). Genotype and environment effects on sunflower nectar and their relationships to crop pollination. *Journal of Pollination Ecology*. no. 33(4), pp. 54–63. DOI: 10.26786/1920-7603(2023)719
4. Basu, P., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Garibaldi, L.A. (2024). Pesticide impacts on insect pollinators: current knowledge and future research challenges. *Science of the Total Environment*. no. 954, 176656. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.176656
5. Kaakinen, K., Goulson, D., Sorvari, J., Mappes, J. (2024). Effects of glyphosate and glyphosate-based herbicide on learning and memory of the

- buff-tailed bumblebee (*Bombus terrestris*). *Ecological Entomology*. DOI: 10.1111/eea.13418
6. Guzman, L.M., Pandolfino, J.E., Portman, Z.M., Kerr, J.T., Kremen, C. (2024). Impact of pesticide use on wild bee distributions across the United States. *Nature Sustainability*. no. 7(10), pp. 1324–1334. DOI: 10.1038/s41893-024-01413-8
 7. Knauer, A., Naef, C., Albrecht, M. (2024). Pesticide hazard, floral resource availability and natural enemies interactively drive the fitness of bee species depending on their crop fidelity. *Science of the Total Environment*. no. 922, 171058. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.171058
 8. Nicholson, C.C., Fijen, T.P.M., Holzschuh, A. (2024). Pesticide use negatively affects bumble bees across European landscapes. *Nature*. no. 628(8007), pp. 355–358. DOI: 10.1038/s41586-023-06773-3
 9. Husband, S., Cankar, K., Catrice, O., Chabert, S., Erler, S. (2025). A guide to sunflowers: floral resource nutrition for bee products. *Frontiers in Plant Science*. no. 16, 1552335. DOI: 10.3389/fpls.2025.1552335
 10. Ali, Q., Ali, M., Khan, F.Z.A., Noureldeen, A., Alghamdi, A., Darwish, H. (2024). Water deprivation and sowing times alter plant morphology and yield of sunflower. *Plants*. no. 13(22), 3194. DOI: 10.3390/plants13223194
 11. Hrechka, H.M., Kulynych, I.M. (2023). Soniashnyk – universalna kultura v suchasnomu silskohospodarskomu vyrobnytstvi Ukrainy [Sunflower as a universal crop in modern agricultural production of Ukraine]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy [Beekeeping of Ukraine]*. no. (11), pp. 23–30. DOI: 10.46913/bee-keepingjournal.2023.11.04
 12. Kulynych, I.M., Soloviova, T.M. (2021). Vplyv bdzholozapylennia na nasinnieviu produktyvnist soniashnyku [Impact of bee pollination on sunflower seed productivity]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy [Beekeeping of Ukraine]*. no. 6, pp. 44–48. Available at: <https://bdzhilnytstvo.com.ua/elektronnij-zhurnal/arkhiv-nomeriv-2021-roku/bdzhilnytstvo-ukrayini--6-2021>
 13. Senchuk, T.Yu., Shakalii, S.M., Atarshchykova, A.M., Didenko, V.I. (2023). Forazhni osoblyvosti povedinky medonosnykh bdzhil v ahrofitotsenozakh soniashnyku v umovakh Poltavskoi oblasti [Foraging behaviour of honey bees in sunflower agrocoenoses in Poltava region]. *Ahroekolohichniy zhurnal [Agroecological Journal]*. no. (1), pp. 58–64. Available at: <http://agroecology-journal.com/en/archive/2023/1/12>
 14. Helander, M., Saloniemi, I., Omacini, M. (2023). Field-realistic acute exposure to glyphosate-based herbicides: a review of impacts on non-target organisms with emphasis on pollinators. *Science of the Total Environment*. no. 857, 159396. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159396
 15. Qadir, A., Skakun, S., Becker-Reshef, I., Kussul, N., Shelestov, A., Gallego, J. (2024). Estimation of sunflower planted areas in Ukraine during full-scale invasion using Sentinel-1 SAR. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. no. 126, 103625. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103625
 16. Bergonzoli, G., Barile, R., Tedone, L., De Mastro, G., Disciglio, G. (2022). Nectar dynamics and pollinators preference in sunflower. *Insects*. no. 13(8), 717 p. DOI: 10.3390/insects13080717
 17. Horvath, G., Dardai, B., Biry, M., Sliz-Balogh, J., Száz, D., Barta, A., Egri, Á. (2024). The all-day pollinator visits of sunflower inflorescences are independent of head orientation: testing a widespread hypothesis. *The Plant Journal*. no. 120(4), pp. 1563–1576. DOI: 10.1111/tjp.17070
 18. Wu, P., Zhao, Y., Yang, J., Wu, K., Bai, J. (2024). Managed honeybees and soil nitrogen availability interactively modulate sunflower production in intensive agricultural landscapes of China. *Journal of Economic Entomology*. no. 118(1), pp. 19–27. DOI: 10.1093/jee/toae280
 19. Thompson, H.M., Levine, S.L., Doering, J., Norman, S., Van Dijk, T.C. (2022). Effects of glyphosate-based herbicide exposure on bumble bee foraging: evidence from field-realistic studies. *Environmental Toxicology and Chemistry*. no. 41(8), pp. 2076–2087. DOI: 10.1002/etc.5301
 20. Barstow, A.C., Prasifka, J.R., Attia, Z., Kane, N.C., Hulke, B.S. (2022). Genetic mapping of a pollinator preference trait: nectar volume in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Frontiers in Plant Science*. no. 13, 1056278. DOI: 10.3389/fpls.2022.1056278
 21. Amarilla, L.D., Amarilla, E., de Mingo, J.C. (2025). Pollinators significantly enhance seed set, yields and chemical parameters of oil seed in sunflower crops. *Field Crops Research*. no. 322, 109736. DOI: 10.1016/j.fcr.2025.109736
 22. Prasifka, J.R., Fugate, K.K., Hulke, B.S. (2025). Wild bee visitation unaffected by disparate nectar phenotypes in a sunflower inbred line population. *Crop Science*. DOI: 10.1002/csc.2.70093
 23. Brewer, G.J., Miwa, K., Hanford, K. (2023). Measuring bee effects on seed traits of hybrid sunflower. *Plants*. no. 12(14), 2662. DOI: 10.3390/plants12142662
 24. Catrice, O., Holalu, S.S., Creux, N.M. (2023). Progresses of the international community to understand sunflower–pollinator interactions through multiscale approaches. *OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. no. 30, 17 p. DOI: 10.1051/ocl/2023006
 25. Hisamoto, S., Ikegami, M., Goka, K., Sakamoto, Y. (2024). The impact of landscape structure on pesticide exposure to honey bees. *Nature Communications*. no. 15, 8999. DOI: 10.1038/s41467-024-52421-3
 26. Honert, C., Wifling, K., Lazo Hernandez, M.J., Brühl, C.A. (2025). Assessment of current-use pesticides in flowers, pollen provision, and wild bees: HPLC-ESI-MS/MS method development and field implementation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. DOI: 10.1007/s00216-025-11020-3
 27. Chan, D.S.W., Fletcher, J., Osborne, J.L. (2024). Comparing relative pesticide risk exposure for wild bees across crops using an evidence-based risk index. *Science of the Total Environment*. no. 940, 173636. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.173636

28. Hladik, M.L., Vandever, M., Smalling, K.L. (2022–2024). Exposure of native bees foraging in an agricultural landscape to current-use pesticides. U.S. Geological Survey reports/datasets. Available at: <https://pubs.usgs.gov/publication/70258246>

29. Azpiazu, C., Sanchez-Bayo, F., Urbaneja, A. (2023). Multiple pesticide residues in pollen and nectar of melon crop flowers and their potential risks in three bee species. *Environmental Pollution*. no. 326, 121441. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.121441

30. Novotny, J.L., Steinhauer, N., Amy, J.A. (2025). Short-term persistence of foliar insecticides and fungicides in leaves, pollen and nectar and implications for bee exposure. *PLOS ONE*. no. 20(7), e0311634. DOI: 10.1371/journal.pone.0311634

31. Jocković, J., Terzić, S., Miladinović, D. (2025). Exploring *Helianthus* species for resilience to drought and elevated temperatures: biometric traits, nectar/pollen components and pollinator presence. *Plants*. no 14(3), 631 p. DOI: 10.3390/plants14030631

The effect of different herbicide application schemes on sunflower pollination by honey bees

Dobrenkyi O.

It was highlighted that the effects of different weed-control schemes in sunflower (*Helianthus annuus L.*) influenced the activity of honey bees (*Apis mellifera L.*) and sunflower harvest quality. The experiment was conducted in 2022–2024 at the experimental field of the State Institution “Institute of Grain Crops,” National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NAAS). Three sunflower hybrids were studied (Biloba CLP, NK Neoma,

Suvex). The experiment design included hand weeding (control), two schemes with soil herbicides (Primextra TZ Gold + Yastrub; Eclipse + Fielder), and post-emergence herbicides (Helianthex; Stels; Challenge). Bee colonies were placed at 5 colonies/ha; visitation of sunflower heads was recorded by video monitoring (24 GoPro cameras) during peak bee activities. Based on the video materials obtained, the mean number of visits per head was assessed in three repeatabilities. The oil content was determined after threshing the plots. It was found that the control variant provided the greatest attractiveness for bees (6.11 visits/basket/10 min). Soil-applied herbicides reduced attractiveness by 29–56 % on average: the smallest reduction was recorded for Primextra TZ Gold + Yastrub (–29 %), and the largest for Eclipse + Fielder (–56 %). Post-emergence herbicides reduced visitation by 33–86 % (Challenge –33 %, Helianthex –82 %). In the dry year of 2024, bee activity was the lowest (1.28 visits/10 min). In terms of oil content, the smallest deviation from the control was observed for the herbicide protection scheme Primextra TZ Gold + Yastrub (–1.16 %), whereas the application of herbicide Challenge increased the oil content of the Suvex hybrid by 2.26 %. NK Neoma hybrid showed the highest stability. It was concluded that soil programs and the balanced use of post-emergence herbicides, primarily Gelianthex, should be prioritized in dry years. Further research will focus on analyzing sunflower nectar secretion under different herbicide protection schemes.

Key words: sunflower, honey bees, pollination, weed control, oil content, moisture deficiency.



Copyright: Добренський О.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Добренський О.А.

<https://orcid.org/0000-0002-2632-4885>