

УДК 63.633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.29>

ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОРГО ВІД ФІТОФАГІВ В УМОВАХ СТЕПУ

Семенов С.С. – аспірант лабораторії захисту рослин,
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України

Сорго – цінна польова культура універсального використання, яка має важливе значення в багатьох країнах світу. Водночас продуктивність його суттєво обмежується негативним впливом шкідників, коли втрати урожаю можуть досягати позначки 30–50%. При цьому погіршується якість зерна і знижується рентабельність виробництва.

Мета нашої роботи – провести тестування системи хімічного захисту посівів сорго від основних шкідників і визначити їх вплив на урожайність зернової культури.

Згідно отриманих даних, найбільша загибель проростків сорго, пошкоджених личинками коваліків (дротяники), відмічена на дослідних майданчиках з непроструєним насінням – 12,5%, а також за використання регулятора росту Вермістим – 10,4%. Токсикація посівного матеріалу окремо інсектицидом Круїзер 350 FS та фунгіцидом Максим XL призводила до зменшення кількості відмерлих рослин на 5,3–7,6 в.п. порівняно з контролем. Бакова суміш препаратів різного функціонального призначення (інсектицид + фунгіцид + РР) показала найвищу технічну (біологічну) ефективність протидії ґрунтовим фітофагам на рівні 68% за чисельності втрачених рослин 4,0% (2019–2021 рр.). Ця формуляція забезпечила також повний захист посівів зернової культури від гусениць шведської мухи.

На стадії викидання волоті кількість попелиць становила 25–28 екз./рослину. Обприскування стеблостою інсектицидом Карате Зеон 050 CS як окремо, так і у поєднанні з РР Вермістим майже повністю знищувало шкідників. На третю добу після обробки на обстежених ділянках нараховувалось 0,8–1,0 особин на рослину.

Середня урожайність зерна за варіантами дослідів у 2019 р. склала 4,52 т/га, в 2020 і 2021 рр. відповідно 5,86 і 7,14 т/га. Зниження продуктивності сорго у 2019 р. пояснюється значним дефіцитом агрономічно корисних опадів під час проходження критичних фаз вегетації рослин. За показниками урожайності визначено краєві бакові суміші препаратів у межах окремих блоків системи хімічного захисту агроценозу від фітофагів: інкрустація насіння – Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим (6,55 т/га), обприскування посівів – Карате Зеон 050 CS + Вермістим (5,81 т/га), поєднання допосівної обробки насіння та вегетативної обробки посівів цими сумішами – 7,27 т/га. Таким чином, комбінована захисна система дала змогу отримати додатково 3,12 т/га (43%) товарного зерна сорго.

Ключові слова: зернове сорго, шкідники, хімічний захист, ефективність, урожайність.

Semenov S.S. Testing of chemical protection system of sorghum crops

Sorghum is a valuable field crop of universal use, which is important in many countries of the world. Concurrently, its productivity is significantly limited by the negative impact of pests, when crop losses can reach 30–50%. At the same time, the quality of grain deteriorates and the profitability of production decreases.

The purpose of our work is to test the system of chemical protection of sorghum crops from the main pests and determine their impact on the yield of grain crops.

According to the data obtained, the greatest death of sorghum seedlings damaged by larvae of blacksmiths (wireworms) was noted at experimental sites with unprotected seeds – 12.5%, as well as for the use of growth regulator Vermistim – 10.4%. Treatment of the seed material separately with the insecticide Cruiser 350 FS and fungicide Maxim XL led to a decrease in the number of dead plants by 5.3–7.6% compared to the control. The tank mixture of drugs of various functional purposes (insecticide + fungicide + GR) showed the highest technical (biological) effectiveness of counteracting soil phytophages at 68% in terms of the number of lost plants 4.0% (2019–2021). This formulation also provided complete protection for sowing grain crops from the caterpillars of the Swedish fly.

At the stage of ejection of panicles, the number of aphids was 25-28 copies/plant. Spraying the stems with the insecticide Karate Zeon 050 CS both separately and in combination with GR Vermistim almost completely destroyed the pests. On the third day after treatment in the surveyed areas there were 0.8-1.0 individuals per plant.

Average grain yield according to the experimental options in 2019 amounted to 4.52 tons/ha, in 2020 and 2021 respectively 5.86 and 7.14 t/ha. Decrease in sorghum productivity in 2019 is explained by a significant deficit of agronomically useful precipitation during the passage of critical phases of plant vegetation. According to the yield indicators, the best tank mixtures of preparations within the individual blocks of the system of chemical protection of agrocenosis from phytophages were determined: seed inlay – Cruiser 350 FS + Maxim XL + Vermistim (6.55 t/ha), crop spraying – Karate Zeon 050 CS + Vermistim (5.81 t/ha), combination pre-sowing treatment of seeds and vegetative treatment of crops with these mixtures – 7.27 t/ha. Thus, the combined protective system made it possible to obtain an additional 3.12 tons/ha (43%) of marketable sorghum grain.

Key words: grain sorghum, pests, chemical protection, efficiency, yield.

Постановка проблеми. Сорго відзначається своєю витривалістю до посухи, що робить його досить важливою культурою у регіонах з обмеженими водними ресурсами. Висока посухостійкість рослин пояснюється не тільки потужністю і вибірковою здатністю кореневої системи, але й особливостями будови листової поверхні, дихального апарату, наявністю щільного епідермісу і воскового нальоту.

Водночас потенціал цієї культури використовується не в повній мірі. За можливої потенційної урожайності сортів і гібридів 10–12 т/га, фактичні усереднені показники в Україні варіюють в межах 3,5–4,0 т/га. Серед чинників, які перешкоджають подальшому зростанню валових зборів зерна, одним з визначальних є втрати урожаю від шкідливих організмів, зокрема фітофагів.

У сучасному землеробстві Степу домінує хімічний спосіб контролювання фітосанітарного стану агроценозів сорго. Так, для протруєння насіння використовують переважно фунгіциди, хоч в ідеальному варіанті це мають бути комплексні препарати, які одночасно діють на ґрунтових шкідників і збудники хвороб. Доцільним є додавання до них мікродобрив та регуляторів росту рослин. Однак у Переліку дозволених до застосування пестицидів такі композиції практично відсутні. Тобто питання щодо раціонального поєднання різних за спектром впливу продуктів на сьогодні залишається не опрацьованим і потребує науково обґрунтованих досліджень. Це ж стосується формуляції для вегетативного обприскування посівів і захисту їх від сисних та багатоклітинних фітофагів.

Мета нашої роботи – провести тестування системи хімічного захисту посівів сорго від основних шкідників і визначити їх вплив на урожайність зернової культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сорго вважається культурою, що має певні захисні бар'єри проти фітофагів. Це обумовлено, зокрема, особливостями розташування генеративних органів, високим умістом таких глюкозидів як дуррін (листки, стебла) і таннін (зерно). Однак деякі комахи можуть завдавати значної шкоди посівам за відсутності належного хімічного захисту рослин [1–4].

В умовах північної частини Степу України досить поширеними шкідниками зернового сорго є злакова попелиця, шведська муха, стебловий кукурудзяний метелик, бавовникова совка. Серед ґрунтових фітофагів особливої уваги заслуговують дротяники (родина коваликові – Elateridae, ряд твердокрилих – Coleoptera), які пошкоджують насіння, підземну частину стебла і корінці, внаслідок чого зріджується густина стояння рослин і знижується урожайність товарної продукції. Інформація щодо агресивності цього виду відома в Європі вже понад 200 років,

проте досі не розроблено досконалих заходів боротьби зі шкідником для окремих типів ґрунтів [6, 7].

Серед шкідників вегетуючих органів слід виокремити попелиці (Aphididae), з яких найбільш поширені звичайна злакова, кукурудзяна (соргова), черемхова. Ступінь їх шкодочинності залежить від строків заселення рослин, чисельності комах, тривалості періоду живлення, відтак втрати урожаю зерна сорго можуть коливатися в межах 2–45%. Особливо небезпечним є рання поява попелиць (фаза 5–7 листків), в такому разі існує вірогідність повної загибелі посівів. При масовому заселенні незахищена рослина не в змозі викинути волоть [7–9].

Пошкодження негативно впливає на розвиток кореневої системи сорго, викликає якісні зміни біохімічного складу органел і метаболізму, зокрема накопичення вільних амінокислот, що зазвичай притаманне старіючому організму [10, 11].

В окремі роки сорго пошкоджується гусеницями кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), присутність яких засвідчують погризи на пластинках листків, обламани волоті, отвори та ходи в стеблах. Крім прямих втрат урожаю зерна заселення фітофага підвищує ризик ураження рослин цілою низкою хвороб [12].

Набуває поширення бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), яка пошкоджує багато видів рослин. Сорго приваблює для личинок шкідника в проміжку часу від початку наливу зернівки до кінця молочно-воскового стану. Наявність однієї-двох особин на волоті призводить до недобору 5–10% товарного зерна [13, 14].

Загалом аналіз літературних джерел свідчить, що в зоні північного Степу України проведено недостатню кількість дослідів щодо впливу основних фітофагів на продуктивність сорго за кліматичних змін і перебудови ентомокомплексів в агробіоценозах зернової культури. При цьому мало вивчена ефективність застосування бакових сумішей, до складу яких входять препарати різного спектру дії.

Постановка завдання. Експериментальна частина роботи виконувалась на дослідному полі ДУ Інститут зернових культур НААН України. Ця територія відноситься до північної частини Степу з недостатнім і нестійким зволоженням [15, 16]. За даними метеостанції м. Дніпро середня багаторічна температура повітря становить 9,5 °С, річна сума атмосферних опадів – 539 мм. Гідротермічні умови в роки проведення досліджень (2018–2021) характеризуються як нестабільні, з нерівномірним розподілом елементів погоди в часі. Відносно несприятливим для сорго можна вважати 2019 рік, коли випадання агрономічно корисних дощів не співпадало з проходженням критичних стадій вегетації.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньосуглинковий повнопрофільний з умістом в орному шарі: гумусу – 3,72%, валового азоту – 0,20% фосфору – 0,12%, калію – 2,1%. Нітратним азотом забезпечений на середньому рівні – 13,2 мг/кг, має підвищений вміст рухомих сполук фосфору (P_2O_5) – 145 мг/кг та калію (K_2O) – 115 мг/кг (за Чириковим) [17].

Зернове сорго (сорт Ярона) розміщували після пшениці озимої. Під першу культивування навесні вносили мінеральні добрива з розрахунку $N_{30}P_{30}K_{30}$. Інші елементи технології вирощування культури загальноприйняті для умов Степу. Схеми дослідів з вивчення ефективності системи хімічного захисту рослин наведені в табл. 1–2. Всі обліки та спостереження проводили відповідно до методики дослідної справи з агрономії та спеціалізованих методик ентомологічного спрямування [18, 19].

Виклад основного матеріалу дослідження та обговорення. Обстеження показали, що загибель рослин сорго від пошкодження ґрунтовими фітофагами на контролі (без протруювання насіння) в середньому за роки досліджень

становила 12,5%, тоді як використання бакової суміші у складі інсектициду Круїзер 350 FS, фунгіциду Максим XL 035 FS та регулятора росту Вермістим знижувало цей показник до безпечної позначки 4,0 в.п. Застосування цих препаратів окремо, а також поєднання Максим XL 035 FS + Вермістим виявилось менш ефективним з погляду контролювання личинок коваликів у посівах зернової культури. Технічна (біологічна) спроможність 3-х компонентної формуляції досягала 68%, проти 16,8–56% в інших варіантах досліду (табл. 1).

Таблиця 1

Ефективність допосівної обробки насіння зернового сорго

№	Допосівна обробка насіння	Витрати препаратів	Загибель паростків за роками, %			Середнє	Ефективність препаратів, %
			2019	2020	2021		
1	Без обробки (контроль)	–	9,2	17,0	11,3	12,5	–
2	Круїзер 350 FS (інсектицид)	4 л/т	4,9	5,4	6,1	5,5	56,0
3	Максим XL 035 FS (фунгіцид)	5 л/т	6,5	9,3	7,6	7,8	37,6
4	Вермістим (регулятор росту)	6 л/т	8,0	12,4	10,7	10,4	16,8
5	Максим XL 035 FS + Вермістим	5 л/т + 6 л/т	5,5	8,7	5,3	6,5	48,0
6	Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим	4 л/т + 5 л/т + 6 л/т	3,0	6,5	2,6	4,0	68,0
НП _{0,5%}			2,3	3,3	2,4	–	

Збільшення загальної кількості відмерлих рослин у 2020 році пояснюється дефіцитом ґрунтової вологи, що у поєднанні з перепадами денних і нічних температур повітря та повільним прогріванням чорнозему призвело до суттєвого подовження тривалості терміну «сівба – сходи» (22–23 доби). Здатність личинок дротяників здійснювати вертикальну міграцію в межах локальних осередків дає їм змогу краще пристосовуватись до коливань гідротермічного режиму орного шару, пошкоджувати насіння і проростки навіть за порівняно невисокої щільності особин і несприятливих синоптичних умов. Крім того, нестача доступної вологи ослаблює культурні рослини і робить їх більш уразливими до фітофагів. Водночас знижується активність комах-хижаків, здатних обмежувати чисельність личинок коваликів.

Відмічено депресивний розвиток популяції шведської мухи, пов'язаний, зокрема, з коригуванням структури сівозмін і порушенням харчових ланцюгів шкідника. На контрольних майданчиках (без протруювання насіння) усереднений кількісний показник пошкодження сходів сорго личинками шведської мухи становив 2,3%, з коливаннями за роками від 1,2 до 4,2 в.п. Інкрустація насіння інсектицидом Круїзер 350 FS та баковою сумішшю (Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим) забезпечила стовідсотковий захист рослин. Інші технологічні схеми хімічного захисту сходів зернової культури за рівнем біологічного ефекту поступалися вищеназваним препаратам.

Аналіз динаміки і темпів розвитку попелиць у посівах сорго свідчить про високу пристосованість їх до змін клімату. Це пояснюється особливостями біології комах, зокрема можливістю нестатевого розмноження шляхом партеногенезу, продукуванням великої кількості генерацій протягом вегетації зернової культури, періодичною появою крилатих поколінь, здатних мігрувати в межах поля та сівозміни.

В наших дослідах перша поява сисних комах зафіксована у фазу сходів, однак заселеність їх була незначною (1,5–3,4%), а чисельність не перевищувала 3,0–3,7 особин/рослину. В подальшому на стадії 6–7-ми листків цей показник зростав до 10,0–12,3 екз./рослину, 9–10-ти листків – 17–18, а під час викидання волотей становив 25–28 екз./рослину. В умовах виробництва на окремих ділянках заселеність стеблостою досягала 90–100%, а кількість попелиць – 45–75 особин/рослину.

Проведення обприскування посівів сорго інсектицидом Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га) дає підстави говорити про високу ефективність препарату як за використання окремо, так і сумісно з регулятором росту Вермістим (10 л/га). Унесення їх у фазу викидання волоті майже повністю знищувало шкідника. На третю добу після обробки нараховувалося лише 0,8–1,0 живих особин/рослину. Натомість обприскування посівів одним Вермістимом виявилось недоцільним.

Показово, що ступінь заселення і шкодочинність попелиць зменшувалися за холодної затяжної весни; випадання зливових дощів, які змивали комах з листя і стебел сорго; підвищення температури повітря до 33–38 °С, коли спостерігалось гальмування фізіологічних процесів у попелиць і вони ставали більш уразливими до ентомофагів.

Основними чинниками формування продуктивності зернового сорго в дослідах були погодні умови та ефективність складових системи хімічного захисту рослин від шкідників. Порівняно несприятливим для культури можна вважати 2019 рік. Відсутність агрономічно корисних дощів у період з 8 червня по 2 липня та з 9 липня по 3 серпня не дала змоги рослинам реалізувати свій потенціал, тому середня урожайність за варіантами склала лише 4,53 т/га. Критичним для сорго був серпень 2020 р., однак навіть за дефіциту опадів і напруженого термічного режиму рослини витримали ґрунтово-повітряну посуху, у підсумку було сформовано 5,86 т/га зерна. Найбільш продуктивні посіви отримано в 2021 році, що зумовлено, насамперед, дощовою погодою впродовж вегетаційного циклу. За травень–серпень випало 350 мм атмосферних опадів (171% багаторічної норми), внаслідок чого середня урожайність досягла відмітки 7,14 т/га (табл. 2).

Установлена пряма залежність між технічною (біологічною) ефективністю препаратів та продуктивністю сорго. За цими показниками кращі варіанти в межах окремих блоків системи хімічного контролювання шкідників розташовані у висхідному порядку: обприскування посівів (Карате Зеон 050 CS + Вермістим) – 5,81 т/га, протруювання насіння (Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим) – 6,55 т/га, поєднання допосівної обробки насіння та вегетативного обприскування посівів за використання вищезначених композитів – 7,27 т/га. Таким чином, застосування комбінованої системи хімічного захисту посівів дає змогу отримати додатково 3,12 т/га (43%) товарного зерна сорго.

Таблиця 2

Урожайність зернового сорго, т/га

№ з/п	Хімічний захист рослин	Препарати	Витрати препаратів	Роки			Середнє
				2019	2020	2021	
1	Без обробки (контроль)	–	–	3,63	4,25	4,56	4,15
2	Допосівна обробка насіння	Круїзер 350 FS (інсектицид)	4 л/т	4,47	5,99	6,40	5,62
3		Максим XL 035 FS (фунгіцид)	5 л/т	3,62	5,74	6,02	5,12
4		Вермістим (регулятор росту)	6 л/т	3,47	5,44	6,18	5,03
5		Максим XL 035 FS + Вермістим	5 л/т + 6 л/т	4,49	6,08	7,63	6,06
6		Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим	4 л/т + 5 л/т + 6 л/т	5,07	6,50	8,09	6,55
7	Обприскування посівів (фаза викидання волоті)	Карате Зеон 050 CS (інсектицид)	0,2 л/га	4,05	5,50	7,02	5,52
8		Вермістим	10 л/га	4,17	5,20	6,67	5,34
9		Карате Зеон 050 CS + Вермістим	0,2 л/га + 10 л/га	4,65	5,58	7,21	5,81
10	Допосівна обробка насіння (Круїзер + Максим + Вермістим) + обприскування посівів	Карате Зеон 050 CS	0,2 л/га	5,57	6,68	8,57	6,94
11		Вермістим	10 л/га	5,29	6,47	8,47	6,74
12		Карате Зеон 050 CS + Вермістим	0,2 л/га + 10 л/га	6,10	6,93	8,80	7,27
НІР _{0,5, т/га}				0,44	0,43	0,58	

Висновки:

1. Найбільша загибель проростків сорго, пошкоджених личинками коваліків (дротяники) спостерігалась на ділянках з непротруєним насінням – 12,5%, а також при застосуванні регулятора росту Вермістим – 10,4%. Обробка посівного матеріалу окремо інсектицидом Круїзер 350 FS та фунгіцидом Максим XL 035 FS зменшувала кількість відмерлих рослин на 5,3–7,6 в.п. порівняно з контролем. Бакова суміш препаратів різного спектру впливу (інсектицид + фунгіцид + РР) показала найвищу технічну (біологічну) ефективність проти дії ґрунтовим фітофагам на рівні 68% за чисельності втрачених рослин 4%. Ця формуляція забезпечила також повний захист посівів зернової культури від гусениць шведської мухи.

2. На стадії викидання волоті кількість попелиць становила 25–28 екз./рослину. Обприскування стеблостою інсектицидом Карате Зеон 050 CS як окремо, так і у поєднанні з РР Вермістим майже повністю знищувало шкідників. На третю добу після обробки на обстежених майданчиках нараховувалось 0,8–1,0 особин/рослину.

3. Середня урожайність зерна за варіантами дослідів у 2019 р. склала 4,53 т/га, в 2020 і 2021 рр. відповідно 5,86 і 7,14 т/га. Зниження продуктивності сорго у 2019 р.

зумовлено відсутністю агрономічно корисних опадів під час проходження критичних фаз вегетації рослин. За показниками урожайності виокремлено кращі міксовані продукти в межах окремих блоків системи хімічного захисту агроценозу від фітофагів: інкрустація насіння – Круїзер 350 FS + Максим XL 035 FS + Вермістим (6,55 т/га), обприскування посівів – Карате Зеон 050 CS + Вермістим (5,81 т/га), поєднання допосівної токсикації насіння та вегетативної обробки посівів цими сумішами – 7,27 т/га. Таким чином, комбінована захисна система дала змогу отримати додатково 3,12 т/га (45%) товарного зерна сорго.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кернасюк Ю. В. Перспективний світовий ринок сорго. *Агробізнес сьогодні*. 2017. (<http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/7957-perspektivnyi-svitoviy-rynok-sorho.html>)
2. Demchuk N., Okselenko O. Sorghum market development in Ukraine under the impact of global trends. *Socio-Economic Problems and the State*, 2015. № 2 (13). P. 88–96.
3. Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильєв В. П. Довідник із захисту рослин; за ред. М. П. Лісового. К.: Урожай, 1999. С. 40–44. С. 118–130.
4. Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Скалій І. М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. *Хімія. Агрономія*, 2009. № 10. С. 48–53.
5. Доля М. М. Фітосанітарний моніторинг: посібник для студ. агроном. спец. вищих закл. аграрної освіти та дорадництва, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». ННЦ ІАЕ, 2004. 294 с.
6. Аверчев О. В., Осінній О. А. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування сорго, проса і гречки в агроеліоративному полі рисової сівозміни. Міністерство аграрної політики та продовольства України, Інститут післядипломної освіти та дорадництва, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». Херсон: Видавець Грінь Д. С., 2015. 98 с.
7. Дремлюк Г. К., Гамадій В. Л., Гамадій І. В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.
8. Cronholm G., Knutson A., Parker R., and Pendleton B. Managing insect and mite pests of Texas sorghum. Texas Cooperative Extension. 2007. <http://lubbock.tamu.edu>.
9. Caravetta G., Cherney J., Johnson K. Within-row spacing influence on diverse sorghum genotypes: I. Morphology; II Dry matter yield and forage quality. *11 Agronomy journal*. 1990. № 82 (2). С. 206–215.
10. Бойко М.О. Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні України. *Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results – 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016)*. К.: LLC «NVP» Interservice», 2016.
11. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологічнобезпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія. Херсон, 2017. 208 с.
12. Доля М. М., Іванова К. О. Особливості біології основних шкідників сорго за сучасних системах землеробства в Лісостепу України. *Вісник ДДАЕУ*. 2017. № 1 (43). С. 24–30.
13. Дрозда В.Ф. Бавовникова совка. Особливості біології, поширення, шкодочинності, контроль чисельності. *Захист рослин*. 2002. № 3. С. 8–9.
14. Tkalic Y., Tsyliuryk O., Navryushenko O., Mytsyk O., Kozechko V., Rudakov Y., Tkalic O. & Honchar N. The weed chemical control in grain sorghum at the steppe zone of Ukraine. *Ecological Questions* [online]. 2023, № 34 (2), P. 1–11.
15. Дмитренко В. П., Щербак Л. В., Бібік В. В. Сільськогосподарська метеорологія: термінологічний довідник. К.: Наукова думка, 2009. 272 с.

16. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов і їх вплив на зернове господарство України. *Погода і зернове господарство України* : матеріали наради-семінару. Дніпропетровськ, 2004. С. 3–6.

17. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. І. Атлас ґрунтів Української РСР. К.: Урожай, 1979. 156 с.

18. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового дослідження: навчальний посібник. Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448 с.

19. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 437 с.