

Original researches

Efficiency of post-emergence (“insurance”) herbicides in soybean crops of the Northern Steppe of Ukraine

Received: 20 October 2021
Revised: 27 October 2021
Accepted: 02 November 2021

Yu. I. Tkalich, O. I. Tsyliuryk, Yu. M. Rudakov, V. I. Kozechko
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Dnipro State Agrarian and Economic University,
Sergey Yefremov Str. 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-050-575-22-72.
E-mail: tkalich_yuriy@ukr.net

Cite this article: Tkalich Yu. I., Tsyliuryk O. I., Rudakov Yu. M., Kozechko V. I. (2021). Efficiency of post-emergence (“insurance”) herbicides in soybean crops of the northern steppe of Ukraine. *Agrology*, 4(4), 165–173. doi: 10.32819/021019

Abstract. Loss of soybean yields from weeds can reach 30–50%. Chemical methods of their control are of primary importance for obtaining the maximum grain yield. The critical period for weed control is stage from the first to third true leaf of the crop. The most active growth of unwanted vegetation in soybean crops is observed in the spring-summer period. And if during this period you can mainly suppress weeds, then in the future the crops will be relatively clean. In years when there is a sharp lack of moisture at the beginning of the growing season, a significant part of the plant seedlings appear at a later date, which creates additional problems for crop protection. In order to optimize weed protection measures, it is first necessary to know clearly the species composition of weeds in each specific agrocenosis. The development of highly effective systems of chemical protection of soybean crops against weeds largely depends on the application of highly effective herbicides. The maximum results in the control of weeds, in particular Common ragweed, at the time of renewal of spring vegetation, among the preparations used by as were provided by herbicides and their tank mixtures in variants with application of tank mixtures: Harmony: 8–10 g/ha + Command – 0,20–0,25 l/ha + Trend – 300 ml/ha. Here the technical efficiency was at the level of 70,0–72,0%. The increase of technical efficiency in variants with the application of tank mixtures of preparations was determined: Harmony – 8 g/ha + Command – 0,25 l/ha + Trend – 300 ml/ha; Harmony – 10 g/ha + Team – 0,20 l/ha + Trend – 300 ml/ha; Harmony – 10 g/ha + Team – 0,25 l/ha + Trend – 300 ml/ha and Harmony – 8 g/ha + Bazagran – 2,0 l/ha + Trend – 300 ml/ha. Spraying with herbicides and their tank mixtures in general made it possible to save from 0,81 to 1,01 t/ha of soybean grain, compared with the control without herbicides. Herbicide preparations differed slightly regarding the effect on the grain yield. It is necessary to distinguish only tank mixtures: Harmony – 10 g/ha + Commands – 0,20 l/ha + Trend – 300 ml/ha; Harmony – 10 g/ha + Team – 0,25 l/ha + Trend – 300 ml/ha; Harmony – 8 g/ha + Bazagran – 2,0 l/ha + Trend – 300 ml/ha, as well as Harmony – 12 g/ha. The indices of yields on these variants were maximum and amounted to 2,28; 2,31; 2,31 and 2,29 t/ha, which was more than the control by 43, 44, 44 and 43%, respectively.

Keywords: soybeans; weeds; herbicides; yield; technical efficiency.

Ефективність страхових гербіцидів у посівах сої Північного Степу України

Ю. І. Ткаліч, О. І. Циліурік, Ю. М. Рудаков, В. І. Козечко
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Анотація. Втрати врожаю зерна сої від бур’янів можуть сягати 30–50%. Хімічні методи боротьби з ними мають першочергове значення для отримання максимального врожаю зерна. Критичним періодом для контролю бур’янів є фаза з першого по третій справжній листок культури. Найбільш активний ріст небажаної рослинності в посівах сої спостерігається у весняно-літній період. І якщо цього часу вдається в основному пригнітити бур’яни, то в подальшому посіви будуть порівняно чистими. У роки, коли на початку вегетації культури спостерігається різка нестача вологи, значна частина сходів рослин з’являється в більш пізні строки, що створює додаткові проблеми захисту культури. Для оптимізації заходів захисту культури від бур’янів необхідно насамперед чітко знати видовий склад бур’янів у кожному конкретному агроценозі. Розробка високоефективних систем хімічного захисту посівів сої від бур’янів здебільшого залежить від застосовуваних високоефективних гербіцидів. Максимальні результати в контролюванні бур’янів, зокрема амброзії полинолістої на час відновлення весняної вегетації, серед використаних нами препаратів забезпечили гербіциди та їх бакові суміші у варіантах з використанням бакових сумішей Хармоні – 8–10 г/га + Команд – 0,20–0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га. Тут технічна ефективність була на рівні 70,0–72,0%. Визначено підвищення технічної ефективності у варіантах із застосуванням бакових сумішей препаратів за використання: Хармоні: 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га та Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га. Обприскування гербіцидами та їх баковими сумішами в цілому давало можливість зберегти від 0,81 до 1,01 т/га зерна сої, порівняно з контролем без внесення гербіцидів. Препарати гербіцидів за дії

на врожайність зерна між собою відрізнялися незначно. Необхідно виділити бакові суміші: Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га, а також Хармоні – 12 г/га. Показники врожайності на цих варіантах були максимальними і становили відповідно 2,28; 2,31; 2,31 та 2,29 т/га, що було більше, ніж на контролі на 43, 44, 44 та 43%, відповідно.

Ключові слова: соя, бур’яни, гербіциди, урожайність, технічна ефективність.

Вступ

Обмежувальним фактором, що стримує розширення посівних площ і підвищення врожайності сої, є високий рівень забур’яненості полів, який формується внаслідок господарської діяльності людини, біологічних властивостей самих бур’янів і культури, зокрема. Ріст, розвиток і формування продуктивності сої залежать від потенціалу гідротермічних ресурсів регіону, сорту та рівня забур’яненості посівів (Scholtes et al., 2019; Timmons et al., 2005; Tkalic et al., 2017; Kelley et al., 2005; Purena et al., 2015).

Соя на початку вегетації росте відносно повільно, бур’яни конкурують з нею за споживання вологи, поживних речовин, використання світла. Це зумовлює її низьку конкурентоспроможність порівняно з бур’янами. Втрати врожаю від бур’янів можуть становити від 30 до 50%. Тому інтегрована боротьба з бур’янами має першочергове значення для успішного вирощування сої. Критичним періодом для контролю бур’янів є фаза з першого по третій справжній листок культури. На шкідливість бур’янів у посівах сої впливають їх видовий склад, умови вологозабезпеченості, шкідливість сорту, потужність посіву, потенційна забур’яненість орного шару, техніка і прийоми догляду за культурою. Найчастіше повне знешкодження бур’янів досягається при застосуванні гербіцидів (Meyer et al., 2019; Tsyliuryk, et al. 2014, 2019; Griffin et al., 2013; Robinson et al., 2015). Вирощування сої за інтенсивною технологією передбачає використання високоефективних гербіцидів, особливо страхових або післясходових (Anastassiadou et al., 2019; Slife, 1956). При цьому є можливість виділяти домінуючі їх види і грамотно використовувати відповідні гербіциди або їх суміші (Bhimwal et al., 2019; Tsyliuryk, et al., 2018;). Мінімізація обробки ґрунту сприяє накопиченню в ґрунті насіння бур’янів та їх інтенсивному розвитку (Tsyliuryk, et al., 2017; 2019).

Рівень втрати врожаю насіння сої значною мірою залежить від видового складу бур’янів та їх шкідливості. Як показують дослідження, соя формує високий врожай насіння при доброму освітленні посівів. Тому найбільші втрати спостерігаються, як правило, у фітоценозах з переважанням високостебельних видів бур’янів. У посівах сої, в різних районах її вирощування, бур’яни представлені більш ніж 60 видами. При цьому має місце тенденція до зниження чисельності видів бур’янів як у посівах сої, так і в інших посівах сільськогосподарських культур, та їх стабілізація. Якщо на початку 60-х років минулого століття в посівах налічувалося 90–120 різних видів, то на початок XXI ст. їх чисельність становила лише 32–40 видів (Clayton et al., 2019; Knezevic et al., 2019). Шкідливість різних видів бур’янів значною мірою залежить від погодно-кліматичних умов та зони вирощування культури. За літературними даними, присутність п’яти бур’янів на 1 м² може призвести до зниження врожаю на 22%, наявність 10 бур’янів на посівах культури знижує збір зерна на 38% (Abugho et al., 2019; Beckie et al., 2017; Hearp et al., 2018; Andersen et al., 2004; Schneider et al., 2009; Robinson et al., 2015). Найбільш активний ріст небажаної рослинності в посівах сої спостерігається у весняно-літній період. І якщо в цей період вдається в основному пригнітити

бур’яни, то в подальшому посіви будуть порівняно чистими. У роки, коли на початку вегетації культури спостерігається різка нестача вологи, тоді значна частина сходів рослин з’являється в більш пізні строки, що створює додаткові проблеми захисту культури. Для оптимізації заходів захисту культури від бур’янів необхідно насамперед чітко знати видовий склад бур’янів у кожному конкретному агроценозі. Розробка високоефективних систем хімічного захисту посівів сої від бур’янів здебільшого залежить від застосовуваних високоефективних гербіцидів. Слід також зазначити, що резистентність бур’янів, поява нових препаратів на фоні зміни кліматичних умов обумовлюють продовження досліджень у даному напрямку для визначення найбільш ефективних та безпечних гербіцидів для довкілля. Мета роботи полягала у вивченні ефективності дії бакових сумішей гербіцидів на бур’яни в посівах сої, а також їх вплив на врожайність зернобобової культури з подальшою рекомендацією виробництву найоптимальніших варіантів хімічного захисту.

Матеріал і методи

Роботи проводили протягом 2017–2019 рр. на науково-дослідному полі навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ) на чорноземах звичайних малогумусних середньопотужних пилувато-середньосуглинкових на лесі. Ґрунти відзначаються високою потенційною і ефективною родючістю: вміст гумусу становить 3,9%, загального азоту – 0,22%, фосфору – 0,13%, калію – 2,2%.

Потенційна засміченість ґрунту в місцях проведення дослідів вегетативними органами розмноження багаторічних коренепаросткових бур’янів становила: 100–120 тис. шт./м² (тобто середня) і насінням малорічних 800–900 млн шт./га в орному шарі (висока).

Під час виконання роботи використовували загальнонаукові методи досліджень, основними з яких були: польовий – для дослідження взаємодії сорту сої з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально-ваговий – для встановлення врожайності культури; дисперсійний та кореляційний методи математичної статистики.

Агротехніка вирощування сої відповідає загальноприйнятій в зоні Степу. Попередник – пшениця озима. Гербіциди в досліді вносили малогабаритним обприскувачем ОМ-4, розробленим кафедрою загального землеробства і ґрунтознавства ДДАЕУ та ТОВ “Агромодуль”. Сорт сої Аннушка висівали у 2017 році – 10 травня, 2018 році – 03 травня, 2019 році – 29 квітня. Забур’яненість посівів культури визначали шляхом накладання по найбільшій діагоналі ділянок у 10-ти точках облікових рамок (0,25 м²) із визначенням їх кількісно-видового складу та подальшим перерахунком рясності на 1 м² поля. При останньому обліку всі бур’яни з облікових рамок зривали, етикетували і висушували до повітряно-сухого стану, щоб визначити їх надземну біомасу (Trybel’ et al., 2001; Pashchenko et al., 2009).

Схема дослідів з вивчення ефективності бакових сумішей гербіцидів у посівах сої включала 11 варіантів застосовуваних препаратів та їх бакових сумішей:

контроль (без гербіцидів);

Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га;
 Хармоні – 12 г/га;
 Команд – 0,3 л/га;
 Базагран – 2,5 л/га.

Гербіцид Хармоні (тифенсульфурон–метил 750 г/кг), системний гербіцид для контролю широколистяних бур'янів у посівах сої, льону, кукурудзи та зернових колосових культур. Хармоні поглинається листям бур'янів і переміщується до точок росту, зупиняє поділ клітин пагонів та коренів. Пригнічує фермент АЛС (ацетолактатсинтазу) та зупиняє ріст рослин через кілька годин після внесення. Симптоми відмирання та пожовтіння з'являються протягом тижня. Повна загибель бур'янів відбувається через 2–3 тижні. Менш чутливі бур'яни зупиняються в рості і не конкурують з культурою.

Системний препарат Команд (кломазон, 480 г/л) потрапляє в рослину через сходи і кореневу систему. Проникаючи в рослину, він припиняє процес утворення хлорофілу і каротину, тим самим зупиняє процес фотосинтезу та загибель рослин.

Базагран (бентазон (250 г/л) + 2М–4Х (МЦПА) (125 г/л). Хімічна група діючої речовини: бензотіадіазинони + похідні хлорфеноксоцтової кислоти. Двокомпонентний післясходовий гербіцид для знищення широкого спектра дводольних бур'янів, у тому числі і підмаренника чіпкого.

Поверхнево активна речовина (ПАР) Тренд 90 (90% етоксилату ізодоцилового спирту (альфа-ізодецил-омега-гідроксіполі (оксіетилен)). Зменшує поверхневий натяг крапель, спричиняє збільшення кута контакту з поверхнею листка, що призводить до збільшення поверхні покриття листка і зумовлює зростання площі поглинання (абсорбції). Використання ПАР Тренд 90 сприяє проникненню через кутикулу та значно прискорює поступання сульфонілсечовинних гербіцидів у листки бур'янів, а також посилює фітотоксичність препаратів.

Розміщення ділянок у досліді – послідовне: 1–2–3–4–5–6–7–8–9–10–11. Посівна площа ділянок – 60 м² (4,0 м × 15 м), облікова – 10 м² (2,0 × 5). Повторність триразова. Загальна площа під дослідом – 0,2 га.

Урожай сої визначали поділяючно прямим комбайнуванням Сампо–500 з подальшим перерахунком виходу зерна до стандартної вологості 14%. Ефективність дії страхових гербіцидів розраховували за загальноприйнятою методикою (Trybel' et al., 2001).

Гідротермічні умови 2017–2019 рр. в зоні проведення досліджень характеризувалися нерівномірним розподілом елементів погоди в часі та були в цілому сприятливими для росту і розвитку сої. За винятком посухи влітку 2019 року, коли гідротермічний коефіцієнт у період найбільшого водоспоживання рослин (липень–серпень) становив 0,7. Показник ГТК, менший 0,7, свідчить про наявність ґрунтово-повітряної посухи, яка негативно впливає на формування і налив зерна та насіння. У всі інші роки ГТК не знижувався нижче зазначеного показника і становив 0,8–0,9.

Таблиця 1. Забур'яненість посівів перед внесенням гербіцидів у середньому за 2017–2019 рр., шт./м²

Бакова суміш препаратів	Бур'яни						
	амброзія полюниста	куряче просо	лобода біла	щиряця загугта	березка польова	інші види	всього
1. Контроль (без гербіцидів)	250,0	760,0	150,0	100,0	6,0	0,0	1266,0
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	230,0	680,0	290,0	57,0	6,0	0,0	1263,0
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	220,0	387,0	220,0	100,0	0,0	0,0	927,0
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	250,0	463,0	163,0	76,0	0,0	0,0	952,0
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	250,0	610,0	143,0	130,0	3,0	0,0	1136,0
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	256,0	696,0	230,0	126,0	6,0	0,0	1314,0
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	248,0	666,0	153,0	93,0	10,0	0,0	1170,0
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га	218,0	510,0	160,0	83,0	3,0	0,0	874,0
9. Хармоні – 12 г/га	200,0	533,0	180,0	76,0	0,0	0,0	989,0
10. Команд – 0,3 л/га	216,0	603,0	206,0	100,0	0,0	0,0	1125,0
11. Базагран – 2,5 л/га	206,0	890,0	230,0	90,0	0,0	0,0	1416,0

Таблиця 2. Забур’яненість посівів сої через 25 діб після внесення гербіцидів у середньому за 2017–2019 рр., шт./м²

Бакова суміш препаратів	Бур’яни						всього
	амброзія попинолиста	куряче просо	лобода біла	шириця загнута	березка польова	інші види	
1. Контроль (без гербіцидів)	286,0	256,0	120,0	50,0	0,0	0,0	712,0
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	163,0	290,0	86,0	36,0	23,0	0,0	598,0
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	130,0	233,0	106,0	40,0	16,0	0,0	525,0
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	133,0	260,0	46,0	30,0	6,0	0,0	475,0
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	70,0	280,0	33,0	26,0	10,0	0,0	419,0
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	75,0	200,0	63,0	23,0	6,0	0,0	367,0
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	73,0	423,0	36,0	43,0	36,0	3,0	614,0
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га	70,0	216,0	70,0	10,0	16,0	0,0	382,0
9. Хармоні – 12 г/га	70,0	373,0	26,0	26,0	10,0	0,0	505,0
10. Команд – 0,3 л/га	66,0	480,0	73,0	13,0	6,0	0,0	638,0
11. Базагран – 2,5 л/га	66,0	440,0	90,0	10,0	3,0	0,0	609,0

Результати

Ступінь забур’яненості посівів дослідної ділянки сої перед внесенням гербіцидів за шкалою С.О. Трибель була надто високою, адже кількість бур’янів перевищувала 50 шт./м² та становила 874–1266 шт./м². Сходи бур’янів були незначних розмірів, майже суцільно покривали поверхню ґрунту. У структурі бур’янового угруповання домінували дводольні (амброзія полинолиста, лобода біла, шириця загнута) та однодольні бур’яни (куряче просо). Саме ці бур’яни створювали потенційно найбільшу загрозу втрат урожайності зерна, тому й потребували першочергового знищення. В посівах сої також зустрічалася подекуди березка польова (табл. 1).

Після внесення гербіцидів та їх бакових сумішей на 15 добу було виявлено дію гербіцидів на бур’яни, зокрема візуальне побіління розеток та верхівок росту дводольних бур’янів (амброзії полиноистої, лободи білої, шириці загнута). Фітотоксичної дії гербіцидів та їх сумішей на рослини сої не виявлено, хоча посіви перебували в пригніченому стані через значну ґрунтову та повітряну посуху в даний період.

Через 25 діб після внесення гербіцидів та їх бакових сумішей не відмічено на жодному з варіантів дослідів повного знищення бур’янів, хоча кількість їх і суттєво зменшувалася за винятком амброзії полиноистої та березки польової (табл. 2). Явище пояснюється тим, що амброзія полинолиста відноситься до толерантних бур’янів проти гербіцидів та слабо реагує на них, а що стосується березки польової, то на момент обробітку гербіцидами вона була практично відсутня в посівах сої, а через 25 діб після внесення з’явилася основна маса паростків рослин бур’яну.

Порівняльний аналіз одержаних даних підтверджує, що

кращі результати в контролюванні амброзії полиноистої на час відновлення весняної вегетації, серед використаних нами препаратів, забезпечили гербіциди та їх бакові суміші у варіантах 5–11. Особливо за використання Хармоні – 8–10 г/га + Команд – 0,20–0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га, де технічна ефективність була на рівні 70,0–72,0%. Що стосується знищення лободи білої, то технічна ефективність всіх гербіцидів та їх бакових сумішей була практично однаковою і становила 51,8–85,5%. Відмічена лише тенденція до підвищення технічної ефективності (85,5%) у 9 варіанті за внесення Хармоні – 12 г/га. Знищення шириці загнута було максимальним у 5–11 варіантах до 65,7–88,8%, особливо при внесенні базаграну – 2,5 л/га (табл. 3).

Як відомо, всі використані препарати були високоефективними в боротьбі з дводольними бур’янами та деякими злаковими. В нашому випадку, щодо курячого проса, яке було найчисельнішим у досліді, відбувалося зниження кількості бур’янів, що вірогідно пов’язано не з дією гербіциду, а з посушливими умовами, за яких значна частина слабо розвинених рослин бур’янів засихала від ґрунтової й повітряної посухи та гинула від нестачі вологи.

У цілому зазначимо, що на гербіцидних фонах цього дослідів за другого обліку засміченості зростала набагато менша кількість бур’янів у посівах сої відносно контролю (без гербіцидів).

На час збирання культури відбувалося значне зниження забур’яненості посівів сої у кількісному співвідношенні через знищення їх гербіцидами та міжвидовою конкуренцією, коли більш розвинені бур’яни пригнічували (“заглушували”) менш розвинені, сходи яких з’явилися пізніше. Але у ваговому вимірі маса бур’янів була максимальною й становила 120,0–340,0 г/м² (табл. 4–5).

Динаміка забур’яненості посівів сої змінювалася протягом

Таблиця 3. Технічна ефективність дії на бур'яни бакових сумішей гербіцидів через 25 діб після внесення в середньому за 2017–2019 рр., %

Бакова суміш препаратів	Бур'яни						всього
	амброзія полюниста	куряче просо	лобода біла	щиріця загнута	березка польова	інші види	
1. Контроль (без гербіцидів)	-	-	-	-	-	-	712,0
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	29,1	57,3	70,3	36,8	0,0	0,0	598,0
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	40,9	39,7	51,8	60,0	0,0	0,0	525,0
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	46,8	43,8	71,7	60,5	0,0	0,0	475,0
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	72,0	54,0	76,9	80,0	0,0	0,0	419,0
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	70,0	71,2	72,6	81,7	0,0	0,0	367,0
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	70,5	36,4	76,4	53,7	0,0	0,0	614,0
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + + Тренд – 300 мл/га	68,0	57,6	56,2	87,9	0,0	0,0	382,0
9. Хармоні – 12 г/га	65,0	30,1	85,5	65,7	0,0	0,0	505,0
10. Команд – 0,3 л/га	69,4	20,4	64,5	87,0	0,0	0,0	638,0
11. Базагран – 2,5 л/га	67,9	50,5	60,8	88,8	0,0	0,0	609,0

Таблиця 4. Забур'яненість посівів перед збиранням урожаю сої в середньому за 2017–2019 рр., шт./м²

Бакова суміш препаратів	Бур'яни						всього
	амброзія полюниста	куряче просо	лобода біла	щиріця загнута	березка польова	інші види	
1. Контроль (без гербіцидів)	100,0	100,0	61,0	35,0	0,0	0,0	296,0
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	110,0	72,0	10,0	0,0	0,0	0,0	192,0
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	70,0	43,0	30,0	0,0	0,0	0,0	143,0
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	60,0	70,0	10,0	0,0	0,0	0,0	140,0
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	12,0	110,0	10,0	0,0	0,0	0,0	132,0
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + + Тренд – 300 мл/га	30,0	80,0	66,0	0,0	0,0	0,0	176,0
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + + Тренд – 300 мл/га	64,0	110,0	20,0	0,0	0,0	0,0	194,0
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + + Тренд – 300 мл/га	85,0	120,0	10,0	10,0	0,0	0,0	225,0
9. Хармоні – 12 г/га	63,0	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	139,0
10. Команд – 0,3 л/га	54,0	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	174,0
11. Базагран – 2,5 л/га	54,0	140,0	30,0	0,0	0,0	0,0	224,0

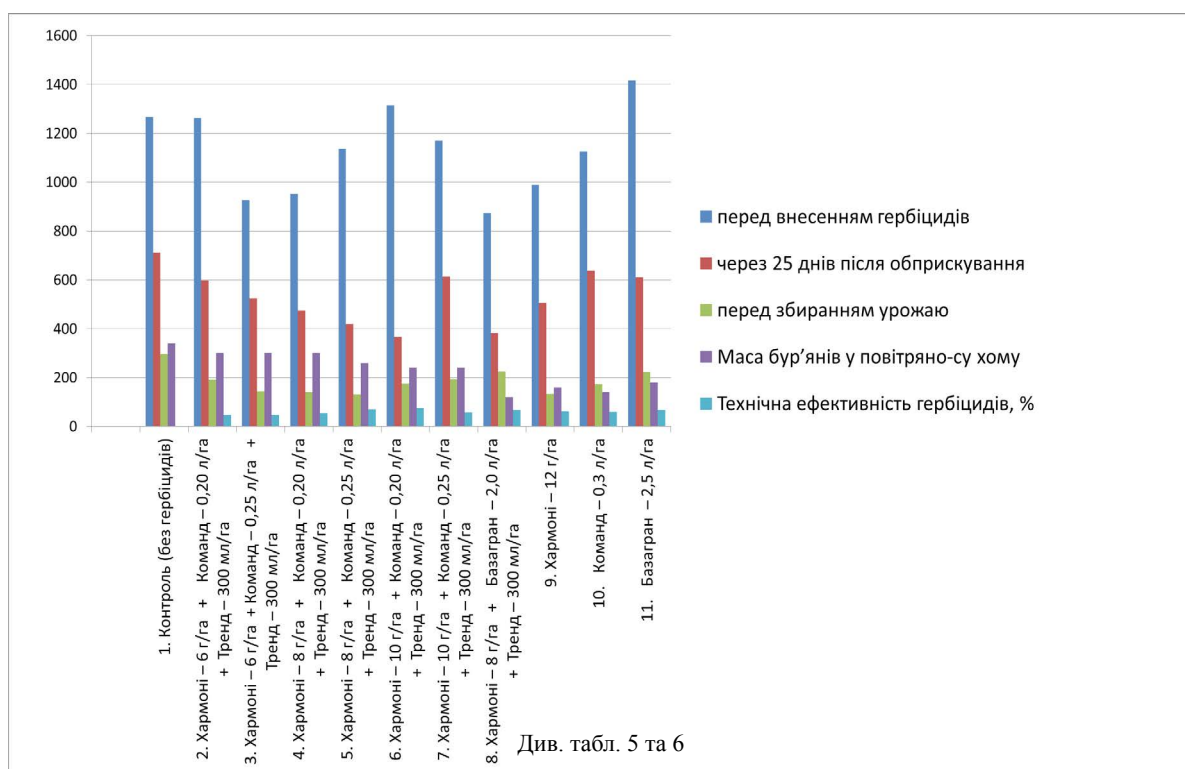


Рис. Динаміка забур'яненості посівів сої в середньому за 2017–2019 рр.

вегетаційного періоду. Так, після внесення гербіцидів кількість бур'янів аж до збирання врожаю в кількісному співвідношенні поступово зменшувалася: від 874,0–1266 до 382,0–712,0 шт./м² на період після 25 діб після обприскування (рисунок). На кінець вегетації кількість бур'янів була мінімальною (133–296 шт./м²). Що стосується вагового обліку врожаю, то маса бур'янів на час збирання в контролі становила 340 г/м², при внесенні гербіцидів, а особливо при збільшенні дози та при використанні бакових сумішей, маса зменшувалася на 12,0–35,0%. Мінімальна маса бур'янів відмічена у 8 варіантах (Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га) – 120,0 г/м². Мінімальною маса бур'янів була й в 9–11 варіантах за внесення Хармоні – 12 г/га; Команд – 0,3 л/га та Базагран – 2,5 л/га, де маса їх зменшувалася на 52,9; 58,8 та 47,0%, відповідно.

У цілому відмічена закономірність до підвищення технічної ефективності у варіантах із застосуванням бакових сумішей препаратів у варіантах 5–8 за використання: Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га та Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га.

Багатостороння оцінка параметрів фітоценозу бур'янів у посівах сої показала, що за існуючого спектра гербіцидів є можливість підвищити їх технічну ефективність за рахунок добору ефективних препаратів та їх бакових сумішей з різним механізмом дії відповідних діючих речовин.

Висота рослин сої є важливим морфологічним показником, що характеризує та пов'язує з ростом, розвитком рослин, формуванням врожаю зерна, особливо за умов підвищеної забур'яненості полів у разі вивчення ефективності гербіцидів.

Під час визначення висоти рослин у фазі цвітіння-формування бобів встановлено, що найбільш інтенсивний ріст і розвиток рослин сої спостерігався на варіантах з внесенням бако-

вих сумішей гербіцидів Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га – 89,6 см; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га – 91,8 см; Хармоні – 12 г/га – 61,0 см; Команд – 0,3 л/га – 91,6 см; Базагран – 2,5 л/га – 91,2 см. Це явище пов'язано в першу чергу з максимальним знищенням бур'янів баковою сумішшю діючих речовин препаратів різнопланового характеру дії, де, наприклад, Хармоні сприяв припиненню поділу клітин та їх росту, а Команд призупиняв процеси фотосинтезу рослин, що в сукупності давало максимальний ефект знищення бур'янної рослинності. На решті варіантів висота рослин була нижчою на 1–3 см. Мінімальна висота рослин, безумовно, характеризувала ділянки без гербіцидів – 60,3 см, що пояснюється з максимальною забур'яненістю посівів (табл. 5).

Максимальна висота рослин в середньому за досліджувані роки формувалася на варіанті з баковою сумішшю (Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га) – 91,8 см.

Головна мета аграрного виробництва полягає в отриманні високих і сталих урожаїв польових культур високої якості. Величина врожаю та його якість визначаються сумісною дією багатьох факторів, зокрема умовами зволоження, поживним режимом, особливостями агрофізичних характеристик, кліматичними умовами, продуктивними властивостями культури, а також рівнем забур'яненості посівів. Чим повніше фактори середовища задовольняють біологічні вимоги культури, тим краще проявляються природні можливості продуктивності рослин. У степовій зоні найбільш суттєвий вплив на врожай сої чинять погодні умови, комплекс заходів по накопиченню і збереженню вологи, а також рівень боротьби з бур'янами.

Розвиток бур'янів у посівах сої призводить до перерозподілу поживних речовин і вологи на їх користь, що у свою чергу викликає зниження рівня росту і розвитку культури, а отже, і зниження врожайності зерна. Так, на контролі відсутність заходів боротьби з бур'янами значно знижувала врожайність зерна – до 1,30 т/га (табл. 6).

Таблиця 5. Висота рослин сої залежно від внесення бакових сумішей гербіцидів у середньому за 2017–2019 рр., см

Бакова суміш препаратів	Висота рослин
1. Контроль (без гербіцидів)	60,3
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	85,8
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	86,5
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	86,5
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	88,5
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	88,5
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	89,6
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га	91,8
9. Хармоні – 12 г/га	91,0
10. Команд – 0,3 л/га	91,6
12. Базагран – 2,5 л/га	91,2

Таблиця 6. Врожайність зерна сої залежно від застосування бакових сумішей гербіцидів у середньому за 2017–2019 рр., т/га

Бакова суміш препаратів	Повторення			Середнє
	I	II	III	
1. Контроль (без гербіцидів)	1,31	1,20	1,40	1,30
2. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,02	2,12	2,20	2,11
3. Хармоні – 6 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,03	2,02	2,31	2,12
4. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,10	2,15	2,27	2,17
5. Хармоні – 8 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,20	2,16	2,22	2,19
6. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,31	2,22	2,31	2,28
7. Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,31	2,33	2,30	2,31
8. Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га	2,30	2,30	2,33	2,31
9. Хармоні – 12 г/га	2,28	2,31	2,29	2,29
10. Команд – 0,3 л/га	2,25	2,28	2,28	2,27
11. Базагран – 2,5 л/га	2,29	2,19	2,28	2,25
НІР _{0,95 т/га}				0,083

Найефективнішими баковими сумішами гербіцидів з високою технічною ефективністю, які зменшували забур'яненість посівів і сприяли утворенню максимального врожаю зерна, були варіанти 6–9 з внесенням сумішей: Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га, а також Хармоні – 12 г/га. Урожайність їх становила відповідно 2,28; 2,31; 2,31 та 2,29 т/га, що було більше за контроль на 0,98; 1,01; 1,01 та 0,99 т/га,

відповідно. Решта варіантів дослідів з вивчення ефективності гербіцидів забезпечувала дещо гірші результати.

Обговорення

Отримані результати досліджень щодо ефективності бакових сумішей гербіцидів у посівах сої, а саме максимальна висота рослин унаслідок більш інтенсивного росту і розвитку сої на варіантах з внесенням бакових сумішей гербіцидів Хармоні

– 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га – 89,6 см; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га – 91,8 см; Хармоні – 12 г/га – 61,0 см; Команд – 0,3 л/га – 91,6 см; Базагран – 2,5 л/га – 91,2 см. Використання гербіцидів та їх бакових сумішей в цілому дало змогу зберегти від 0,81 до 1,01 т/га зерна сої, порівняно з контролем без внесення гербіцидів та гербіцидів без сумішей. Це пов’язано з одночасною дією діючих речовин у баковій суміші які мають різний механізм та характер дії, де, наприклад, Хармоні сприяє припиненню поділу клітин та їх росту, а Команд придуляє процеси фотосинтезу рослин, що в сукупності дає максимальний ефект знищення бур’янової рослини.

Подібні закономірності та тенденції відносно ефективності підтверджуються дослідженнями як вітчизняних (Zuza et al., 2008; Gutynsky et al., 2013), так і закордонних учених (Janka et al., 2015; Zhang et al., 2016; Wang et al., 2016). За їх даними при змішаному типі забур’яненості бакові суміші гербіцидів Базагран, Хармоні 75 і Фюзілад форте 150 ЕС були найбільш ефективні в боротьбі з бур’янами на посівах сої, особливо в нормах відповідно 1,25 л/га + 3,5 г/га + 0,8 л/га. Застосування в посівах сої бакових композицій з цих гербіцидів забезпечило найвищий рівень урожайності та найбільші величини морфологічних ознак і елементів продуктивності культури. Не виявлено негативної дії гербіцидів та їх бакових сумішей на вміст білка й олії в насінні сої.

Висновки

На основі отриманих експериментальних даних можна зробити узагальнення, що максимальна висота рослин сої була зафіксована у варіанті бакової суміші Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га – 91,8 см. Результати перевищували контроль (без внесення гербіцидів) на 31,5 см, що було пов’язано з найменшою кількістю бур’янів у зазначеному варіанті.

Найкращі результати в контролюванні амброзії полинолистої на час відновлення весняної вегетації серед використаних нами препаратів забезпечили гербіциди та їх бакові суміші у варіантах з використанням бакових сумішей Хармоні – 8–10 г/га + Команд – 0,20–0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га, де технічна ефективність була на рівні 70,0–72,0%. Що стосується знищення лободи білої, то технічна ефективність всіх гербіцидів та їх бакових сумішей була практично однаковою і становила 51,8–85,5%. Відмічена лише тенденція до підвищення технічної ефективності – 85,5% у 9 варіанті за внесення Хармоні – 12 г/га. Знищення щиріці загнутої було максимальним у 5–11 варіантах (65,7–88,8%), особливо при внесенні Базаграну – 2,5 л/га.

Використання гербіцидів та їх бакових сумішей дало змогу зберегти від 0,81 до 1,01 т/га зерна сої, порівняно з контролем (без внесення гербіцидів). Препарати гербіцидів за врожайністю зерна між собою відрізнялися незначно; слід виділити лише бакові суміші: Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,20 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 10 г/га + Команд – 0,25 л/га + Тренд – 300 мл/га; Хармоні – 8 г/га + Базагран – 2,0 л/га + Тренд – 300 мл/га, а також Хармоні – 12 г/га, які за врожайністю були максимальними і становили 2,28; 2,31; 2,31 та 2,29 т/га, що було більше, ніж у контролі, на 43; 44, 44 та 43%, відповідно.

References

Anastassiadou, M, Brancato, A, Carrasco Cabrera, L, Ferreira, L, Greco, L, Jarrah, S, Kazocina, A, Leuschner, R, Magrans, J. O, Miron, I, Nave, S, Pedersen, R, Reich, H, Sacchi, A, Santos, M,

- Stanek, A, Theobald, A, Vagenende, B and Verani, A, (2019). Reasoned opinion on the modification of the existing maximum residue levels for bentazone in soyabeans and poppy seeds. *EFSA Journal*, 17(8):5798, 31 pp. doi: doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5798
- Andersen, S. A., Clay, S. A., Wrage, L. J., & Matthees, D. (2004). Soybean foliage residues of dicamba and 2,4–D and correlation to application rates and yield. *Agronomy Journal*, 96, 750–760. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.0750>
- Seth Bernard Abugho, Nilda Roma Burgosb, Vijay Singha, Reiofeli Salasb, William Jeremy Rossb and Michael P. Poppc (2019). Response of Edamame Soybean Variety AVS 4002 to Herbicides. *Agronomy Journal*, 111 (4), 1958–1966 doi: 10.2134/agronj2018.09.0585
- Beckie, H. J., Harker, K. N. (2017). Our top 10 herbicide-resistant weed management practices. *Pest Manag Sci*, 73. p.1045–1052. doi:org/10.1002/ps.4543
- Bhimwal, J. P., Verma, A., Nepalia, V. and Gupta, V. (2019). Bio-Efficacy of different tank mix herbicides for weed control in soybean [Glycine max (L.) Merrill]. *Legume Research-An International Journal*, 42, 416–420. doi: 10.18805/LR-4009
- Clayton, T., Larue Michael Goley, Lei Shi Artem, G, Evdokimov Oscar, C, Sparks Christine Ellis, Andrew, M, Wollacott Timothy, J, Rydel Coralie, E., Halls Brook Van Scoyoc, Xiaoran, Fu, Jeffrey, R, Nageotte, Adewale, M, Adio Meiyong, Zheng Eric, J, Sturman Graeme, S, Garvey Marguerite, J, Varagona (2019). Development of enzymes for robust aryloxyphenoxypionate and synthetic auxin herbicide tolerance traits in maize and soybean crops. *Pest Management Science*, 75(8), 2086–2094. doi.org/10.1002/ps.5393
- Griffin, J. L., Bauerle, M. J., Stephenson, D. O., Miller, D. K., & Boudreaux, M. (2013). Soybean response to dicamba applied at vegetative and reproductive growth stages. *Weed Technology*, 27, 696–703. <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00084.1>
- Gutynsky, R. A. (2013). The effectiveness of a combination of three post-emergence herbicides in soybean crops. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS*, 18, 72–78.
- Heap, I, Duke, SO (2018). Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest Manag Sci*, 74, 1040–1049. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4760>
- Janka, E., Körner, O., Rosenqvist, E., Ottosen, C.O. (2015). Using the quantum yields of photosystem II and the rate of net photosynthesis to monitor high irradiance and temperature stress in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*) *Plant Phys. Biochem*, 90, 14–22. doi: 10.1016/j.plaphy.2015.02.019
- Kelley, K. B., Wax, L. M., Hager, A. G., & Riechers, D. E. (2005). Soybean response to plant growth regulator herbicides is affected by other post emergence herbicides. *Weed Science*, 53, 101–112. <https://doi.org/10.1614/WS-04-078R>
- Knezevic, SZ, Pavlovic, P, Osipitan, OA, Barnes, ER, Beiermann, C, Oliveira, MC, Lawrence, N, Scott, JE, Jhala A. (2019). Critical time for weed removal in glyphosate-resistant soybean as influenced by preemergence herbicides. *Weed Technol*, 33, 393–399. doi: 10.1017/wet.2019.18
- Meyer, CJ & Norsworthy, JK (2019). Influence of weed size on herbicide interactions for Enlist™ and Roundup Ready® Xtend® technologies. *Weed Technol*, 33, 569–577. doi: 10.1017/wet.2019.27
- Purena, H, Lakpale, R, Khare, C, Ghritlahare, A (2015). Effect of herbicides and cultural practices for effective weed management in soybean (*Glycine max*). *Indian journal of agronomy*, 60(1). 160–162.

- Pedro Henrique Urach Ferreira, Jason Connor Ferguson, Daniel B Reynolds, Greg R Kruger, Jon Trenton Irby (2019). Droplet size and physicochemical property effects on herbicide efficacy of preemergence herbicides in soybean (*Glycine max* (L.) Merr). *Pest Management Science*, 9. doi: [10.1002/ps.5573](https://doi.org/10.1002/ps.5573)
- Pashchenko, Yu. M., Shevchenko, M. S., Matyukha, L. P., Tkalich, Yu. I. and others. (2009). Methods of weed accounting in experiments and production conditions and determining the effectiveness of agronomic measures for their control. Inst of Grains. farms of NAAS of Ukraine, Dnipropetrovsk, 7-9.
- Robinson, A. P., Simpson, D. M., & Johnson, W. G. (2015). Response of Aryloxyalkanoate Dioxygenase-12 Transformed Soybean Yield Components to Postemergence 2,4-D. *Weed Science*, 63, 242–247. doi: [10.1614/WS-D-14-00036.1](https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00036.1)
- Scholtes, AB, Sperry, BP, Reynolds, DB, Irby, JT, Eubank, TW, Barber, LT, Dodds DM (2019). Effect of soybean growth stage on sensitivity to sublethal rates of dicamba and 2,4-D. *Weed Technol*, 33, 555–561. doi: [10.1017/wet.2019.39](https://doi.org/10.1017/wet.2019.39)
- Slife, FW (1956). The effect of 2,4-D and several other herbicides on weeds and soybeans when applied as post-emergence sprays. *Weeds*, 4, 61–68. doi: <https://doi.org/10.2307/4040010>
- Schneider, T., Rizzardì, M. A., Rockenbach, A. P. & Peruzzo, S. T. (2019). Subdoses of Dicamba Herbicide on Yield Components in Function of the Soybean Growth Stage. *Journal of Agricultural Science*, 11(6), 407–415. doi: [10.5539/jas.v11n6p407](https://doi.org/10.5539/jas.v11n6p407)
- Timmons, F. L. (2005). *A History of Weed Control in the United States and Canada*, 53(6), 748–761. doi: [10.1614/0043-1745\(2005\)053\[0748:AHOWCI\]2.0.CO2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2005)053[0748:AHOWCI]2.0.CO2)
- Tkalich, Y. I., Tsilyurik, O. I., Pugach, A. M., Kozechko, V. I. (2017). Chemical control of weeds in winter wheat crops according to the stubble predecessor in the Steppe. *Bulletin of the Central Executive Committee of the APV of the Kharkiv Region*, 23, 70–79.
- Tribel, S. O., Sigareva, D. D., Sekun, M. P. and others. (2001). Methods of testing and application of pesticides. Kyiv: Svit, 448.
- Tsilyuryk, O. I., Tkalich, Yu. I., Masliiov, S. V., Kozechko, V. I. (2018). Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 961–965. doi: [10.15421/2018_299](https://doi.org/10.15421/2018_299)
- Tsilyuryk, O. I., Shevchenko, S. M., Shevchenko, O. M., Shvec, N. V., Nikulin, V. O., Ostapchuk, Ya.V. (2017). Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 154–159. doi: [10.15421/2017_64](https://doi.org/10.15421/2017_64)
- Tsilyuryk, O. I., Shevchenko, S. M., Shevchenko, O. M., Derevenets-Shevchenko, K. A., Shvets, N. V. (2018). Features of formation and regulation of potential weeds of various technobio-genic systems. *Agrology*, 1 (4), 339–348.
- Tsilyuryk, O. I. (2019). The system of mulching tillage in crop rotations of the Northern Steppe: a monograph. Dnipro: New World – 2000, 298.
- Tsilyuryk, O. I. Scientific substantiation of efficiency of systems of the basic cultivation of soil in short-rotation crop rotations of the Northern Steppe of Ukraine: author’s ref. dis. ... doctor of Agricultural Sciences, specialty 06.01.01 - general agriculture. Dnepropetrovsk, 40.
- Vijay K. Nandula (2019). Herbicide Resistance Traits in Maize and Soybean: Current Status and Future Outlook. *Plants*, 8, 337. doi: [10.3390/plants8090337](https://doi.org/10.3390/plants8090337)
- Wang, P., Peteinatos, G., Li, H., Gerhards, R. (2016). Rapid in-season detection of herbicide resistant *Alopecurus myosuroides* using a mobile fluorescence imaging sensor. *Crop Prot.*, 89, 170–177. doi: [10.1016/j.cropro.2016.07.022](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.022)
- Zhang, C.J., Lim, S.H., Kim, J.W., Nah, G., Fischer, A., Kim, D.S. (2016). Leaf chlorophyll fluorescence discriminates herbicide resistance in *Echinochloa* species. *Weed Res.*, 56, 424–433. doi: [10.1111/wre.12226](https://doi.org/10.1111/wre.12226)
- Zuza, V. S., Gutyansky, R. A. (2008). Efficacy of post-emergence herbicides in soybean crops in the conditions of north-eastern Ukraine. Intensification, resource conservation and soil protection in adaptive-landscape systems of agriculture, Kursk, 221–225.