

Представлено результати з вивчення видового складу, динаміки появи сходів та шкодочинності найбільш поширених видів бур'янів та розроблено хімічні заходи боротьби з ними у посівах кукурудзи на зерно. Встановлено, що додавання до робочих розчинів гербіцидів поверхнево-активних речовин забезпечує зменшення норми витрат препаратів без зниження їх біологічної активності

Ключові слова: кукурудза, бур'яни, шкодочинність, гербіциди, зменшені норми, поверхнево-активні речовини, загибель, урожайність

Представлены результаты по изучению видового состава, динамики появления всходов и вредоносности наиболее распространенных видов сорняков и разработаны химические меры борьбы с ними в посевах кукурузы на зерно. Установлено, что добавление к рабочим растворам гербицидов поверхностно-активных веществ обеспечивает уменьшение нормы расхода препаратов без снижения их биологической активности

Ключевые слова: кукуруза, сорняки, вредоносность, гербициды, уменьшенные нормы, поверхностно-активные вещества, гибель, урожайность

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ХІМІЧНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І. В. Мовчан

Науковий співробітник

Лабораторія землеробства і захисту
сільськогосподарських культур

Інститут кормів та сільського господарства

Поділля НААН України

пр. Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100

E-mail: i.movchan@ukr.net

1. Вступ

В останні роки спостерігається чітка тенденція розширення посівних площ кукурудзи на зерно, що обумовлено підвищенням попиту на продукти харчування та біосировину, відкриттям нових перспективних ринків, а сам ринок стає більш активним внаслідок зростання рівня споживання і можливостей споживачів у різних країнах світу [1]. Основним завданням сучасних технологій вирощування кукурудзи є отримання максимальних урожаїв, вирішення якого неможливе без ефективного контролю бур'янів [2].

Внаслідок забур'яненості втрати урожаю можуть досягати 80 % і більше [3, 4]. Збитки, яких завдають бур'яни, перевищують від шкідників та хвороб і становлять 11,5 % світового виробництва сільськогосподарської продукції [5].

Основним елементом у вирішенні проблеми забур'яненості агрофітоценозів кукурудзи є розробка ефективних заходів з регулювання присутності бур'янового компонента. До найбільш ефективних заходів контролю забур'яненості належать гербіциди. Однак внаслідок систематичного застосування гербіцидів у посівах кукурудзи протягом 10–15 років в Україні спостерігається зниження ефективності їх дії. Тому актуальним є пошук шляхів підвищення ефективності застосування гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно.

Крім того, визначальним є вивчення динаміки появи і шкодочинності бур'янів у посівах кукурудзи в умовах прогнозованих змін клімату, які супроводжуються глобальним «парниковим ефектом» та

збільшенням вуглекислого газу в атмосфері. Вплив цих факторів може бути визначальним у розподілі C_3 та C_4 сегетальних видів у бур'янових фітоценозів та їх шкодочинності [6]. На зростання CO_2 в атмосфері зазвичай краще реагують C_3 рослини (*Chenopodium album* L.), що характеризується збільшення темпів фотосинтезу, виробництва біомаси та підвищення конкурентоздатності [7]. Кукурудза як і злакові види бур'янів *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem., що в окремі роки складають близько 60 % видового складу, належать до C_4 рослин. Вони характеризуються низьким транспіраційним коефіцієнтом та здатні витримувати довготривалу посуху [8]. Тому дослідження динаміки появи бур'янів та шкодочинності *Chenopodium album* L. і *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. у посівах кукурудзи на зерно за умов прогнозованих змін клімату потребує вивчення не лише в даний час, але і в майбутньому.

2. Постановка проблеми у загальному вигляді

Досягнути підвищення ефективності хімічних заходів контролю бур'янів у посівах кукурудзи можна за рахунок встановлення особливостей формування забур'яненості посівів, а також застосування препаратів або бакових сумішей гербіцидів з речовинами, що забезпечують синергітичну дію компонентів. Нами запропоновано встановлення видового складу, динаміки появи сходів бур'янів та шкодочинності найбільш поширених видів *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem і *Chenopodium album* L. та підвищення хімічного

методу їх контролю шляхом використання у робочих розчинах гербіцидів мілагро та тітус поверхнево-активних речовин аміачної селітри, фолікеру та енпосану. Для розширення спектру дії препаратів запропонована бакова суміш гербіцидів мілагро, калісто у поєднанні з поверхнево-активною речовиною АТПлюс.

3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Кукурудза належить до культур, для яких захист посівів від бур'янів за рахунок використання гербіцидів, є одним із ключових елементів у технологіях їх вирощування [9]. Проте, застосування гербіцидів вимагає всебічного еколого-економічного їх обґрунтування [10]. Тому виникає необхідність у пошуку шляхів оптимізації хімічного методу контролю бур'янів у посівах кукурудзи. Вирішення даного питання можливе шляхом вивчення видового складу, динаміки появи сходів та встановлення порогів шкодочинності найбільш поширених видів бур'янів у посівах кукурудзи. Важливим у підвищенні ефективності хімічного методу контролю бур'янів є використання разом з гербіцидами поверхнево-активних речовин, а також підбір систем гербіцидів, які володіють широким спектром дії та високою фітотоксичністю до бур'янових угруповань. Питанням вивчення особливостей формування забур'яненості посівів кукурудзи та підвищення ефективності хімічного методу контролю бур'янів у посівах кукурудзи шляхом використання у робочих розчинах гербіцидів поверхнево-активних речовин займалися такі вітчизняні вчені, В. П. Борона, В. С. Задорожний, С. В. Саблук [11–13], а також іноземні – К. Baric, L. Sobiech, R. Idziak [14–16]. Численними дослідженнями встановлено, що видовий склад, динаміка появи та шкодочинність найбільш поширених видів бур'янів у посівах кукурудзи залежить ґрунтово-кліматичних умов і потребує постійного уточнення. Також відмічено, що відмінні за походженням та хімічною будовою поверхнево-активні речовини по різному впливають на ефективність гербіцидів. Разом із тим у літературних джерелах відсутні дані щодо впливу аміачної селітри, фолікеру та енпосану на ефективність гербіцидів мілагро і тітус. Також не дослідженим залишається використання бакової суміші гербіцидів мілагро, калісто у поєднанні з поверхнево-активною речовиною АТПлюс у посівах кукурудзи на зерно.

4. Ціль і завдання досліджень

Встановити особливості формування видового складу, появи сходів бур'янів та порогів шкідливості *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem і *Chenopodium album* L. в посівах кукурудзи на зерно. Визначити вплив поверхнево-активних речовин аміачної селітри, фолікеру та енпосану на ефективність гербіцидів мілагро і тітус. Дослідити ефективність бакової суміші гербіцидів мілагро, калісто у поєднанні з поверхнево-активною речовиною АТПлюс у посівах кукурудзи на зерно.

5. Динаміка появи, шкодочинність та заходи контролю бур'янів у посівах кукурудзи на зерно

5. 1. Методика проведення досліджень

Досліди проводили протягом 2006–2008 років у дослідному господарстві „Бохоничьке» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН на полях лабораторії землеробства і захисту рослин за загальноприйнятими методиками [17]. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий середньосуглинковий за механічним складом з такими показниками орного шару, вміст гумусу – 2,2–2,4 %; рН (сольове) – 5,2–5,4; гідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 9,0–11,2; рухомого фосфору (за Чириковим) – 12,1–14,2 та обмінного калію (за Чириковим) – 8,1–11,6 мг на 100 г ґрунту. Кукурудза – гібрид Монументаль, із нормою висіву – 80 тис. схожих насінин на 1 га.

Сходи бур'янів підраховували через кожні 10 днів кількісно-видовим методом на чітко зафіксованих ділянках площею 0,25 м² в 24-х місцях.

При визначенні шкодочинності бур'янів розмір посівної ділянки становив 4,2 м², облікової – 2 м², при п'ятиразовій повторності. Розміщення ділянок рендомізоване. Масу бур'янів визначали у фазу повної стиглості у кукурудзи. Щільність бур'янів формували після появи сходів культури шляхом видалення вручну зайвих рослин у відповідності до схеми досліді. Сходи бур'янів, які з'являлися протягом вегетації, знищували. Бур'яновий компонент був представлений *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem і *Chenopodium album* L.

При вивченні ефективності хімічних заходів боротьби з бур'янами площа облікової ділянки становила 25 м², повторність досліді чотириразова. Розміщення ділянок – рендомізоване. Гербіциди вносили ранцевим обприскувачем з нормою витрати робочої рідини 250 л/га у фазу 3-5 листочків культури.

5. 2. Особливості формування видового складу бур'янів у посівах кукурудзи на зерно

В результаті наших досліджень встановлено, що в посівах кукурудзи на зерно формується змішаний тип забур'яненості. Злакові бур'яни були представлені такими видами: куряче просо (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.) та пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.). Серед дводольних зустрічались: галінсога дрібновіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), подорожник великий (*Plantago major* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), ромашка непахуча (*Matricaria perforata* Merat.), грицики звичайні (*Capsela bursa pastoris* L. Medic.), зірочник середній (*Stellaria media* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), шпегель звичайний (*Spergula arvensis* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.).

У посівах кукурудзи переважали пізні ярі види, які склали 71,8 % від загальної кількості бур'янів, що з'явилися протягом вегетації культури. До них належали: *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. – 16,1 %, *Setaria glauca* L. – 30,4 %, *Galinsoga parviflora* Cav. – 18,4 %, *Amaranthus retroflexus* L. – 5,4 % та *Spergula arvensis* L. – 1,5 %

(рис. 1). Ранні ярі становили 7,6 %, в тому числі *Chenopodium album L.* – 7,5 % та *Polygonum convolvulus L.* – 0,1 %. Серед зимуючих видів переважали *Capsela bursa pastoris L. Medic.* – 3,9%, *Matricaria perforata Merat.* – 3,2 %, *Thlaspi arvense L.* – 2,5 %, *Viola arvensis Murr* – 2,0 %, з ефемерів – *Stellaria media L.* – 5,3 %.

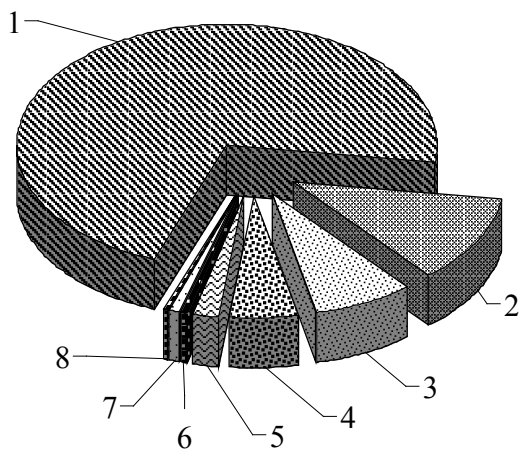


Рис. 1. Співвідношення агробіологічних груп бур'янів у посівах кукурудзи на зерно, % (у середньому за 2006 – 2008 р.р.): 1 – Пізні ярі: 71,8 %; 2 – Зимуючі: 11,6 %; 3 – Ранні ярі: 7,6 %; 4 –Ефемери: 5,3 %; 5 – Багаторічні коренепаросткові: 1,9 %; 6 – Багаторічні кореневищні: 0,8 %; 7 – Багаторічні коренемичкуваті: 0,6 %; 8 – Багаторічні стрижнекореневі: 0,4 %

Також зустрічались багаторічні коренепаросткові бур'яни *Cirsium arvense (L.) Scop.* – 0,9 %, *Sonchus arvensis L.* – 0,1 %, *Convolvulus arvensis L.* – 0,9 %, із багаторічних кореневищних - *Elytrigia repens L.* – 0,8 %.

Незначну частку видового складу бур'янів займали багаторічні стрижнекореневі бур'яни: *Artemisia vulgaris L.* – 0,1 % та *Plantago lanceolata L.* – 0,2 %, з багаторічних коренемичкуватих - *Plantago major L.* – 0,6 %.

5. 3. Динаміки появи сходів бур'янів в посівах кукурудзи на зерно

Поява бур'янів, переважно, залежала від погодних умов, які склалися в період посіву та протягом трьох декад після посіву кукурудзи. Формування основної кількості бур'янів припадає на період 30.05–20.06. Необхідно відмітити, що у даний період динаміка появи сходів бур'янів коливалася по роках досліджень. Так, в умовах 2006 року при достатньому зволоженні (242,7 мм) та теплі (15,2°C) протягом 20.05–30.06 з'явилося 698,2 шт./м² бур'янів, тоді як у 2007 році в умовах посухи, опадів випало менше від середньобогаторічних показників на 91,7 мм, а температура на 6,3°C вища, їх кількість становила 261,1 шт./м². У 2008 році кліматичні умови сприяли появі 326,3 шт./м² сходів бур'янів.

У середньому за роки досліджень обліки забур'яненості проведені 20.05 у посівах кукурудзи виявили сходи ярих видів бур'янів: *Echinochloa crus-galli (L.)*

Roem. – 2,9 %, *Setaria glauca L.* – 2,4 %, *Galinsoga parviflora Cav.* – 5,1%, *Chenopodium album L.* – 5,0 %, *Amaranthus retroflexus L.* – 1,5 %, *Spergula arvensis L.* – 2,6 % (рис. 2). Масовими були сходи однорічних зимуючих видів: *Capsela bursa pastoris L. Medic.* – 3,1 %, *Matricaria perforata Merat.* – 0,9 %, *Thlaspi arvense L.* – 1,9 %, *Viola arvensis Murr* – 6,3 %. Багаторічні види були представлені *Plantago major L.* – 12,6 % та *Elytrigia repens L.* – 7,4 %. Серед ефемерів зустрічався *Stellaria media L.* – 10,3 %.

На 30.05 кількість сходів бур'янів збільшилась у 3,1 рази або 67,3 %. У цей час виявлено сходи *Convolvulus arvensis L.* – 10,3 % та *Sonchus arvensis L.* – 7,7 %. За наступні два обліки 10.06 та 20.06, інтенсивність появи сходів бур'янів була максимальною – 30,4 та 25,3 % відповідно. Серед них переважали *Chenopodium album L.* – 62,3 %, *Amaranthus retroflexus L.* – 68,1 %, *Echinochloa crus-galli (L.) Roem.* – 60,8 % та *Setaria glauca L.* – 64,9 %. З'явилися сходи багаторічних видів *Plantago lanceolata L.* – 63,2% та *Polygonum convolvulus L.* – 50,0 %.

Зміна інтенсивності процесів забур'яненості зафіксована на 30.06 – кількість нових сходів бур'янів зменшувалась на 54,2 % порівняно з обліком 20.06, що обумовлено активним формуванням листкового апарату культури та змиканням листків у рядках. В подальшому, при збільшенні затінення ґрунту та зниження інтенсивності освітлення поява проростків бур'янів протягом наступного обліку 10.07 становила лише 2,4 % від загальної кількості за весь вегетаційний період кукурудзи.

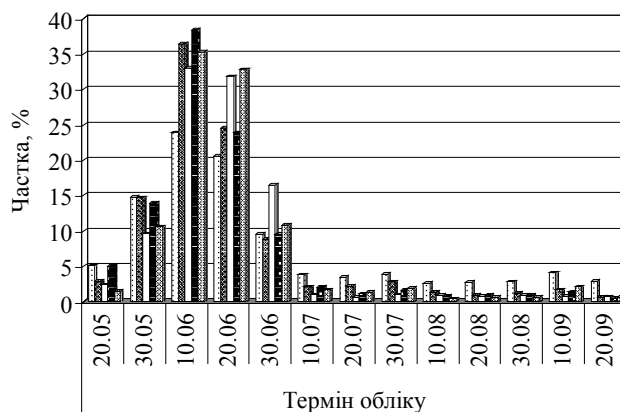


Рис. 2. Динаміка появи сходів бур'янів в посівах кукурудзи на зерно, % (у середньому за 2006–2008 р.р.)

Рис. 2. Динаміка появи сходів бур'янів в посівах кукурудзи на зерно, % (у середньому за 2006–2008 р.р.)

5. 4. Шкодоцинність найбільш поширених видів бур'янів у посівах кукурудзи на зерно

При визначенні конкурентних взаємовідносин малорічних бур'янів і кукурудзи встановлено, що її рослини володіють низькою конкурентною активністю. Істотний недобір врожаю (0,34 т/га) культури було відмічено при наявності 10 рослин *Echinochloa crus-galli L.* на квадратному метрі (табл. 1).

На ділянках, де забур'яненість підтримувалась в межах 15 шт./м² бур'янів, урожайність зменшувалась на 0,53 т/га або 8,8 %, а за чисельності 20 шт./м² –

0,74 т/га або 12,3 %. Подальше збільшення кількості *Echinochloa crus-galli* L. до 25-50 шт./м² обумовило зростання втрат врожаю – 14,8-18,5 %. Найвище зниження урожайності 25,7 % спостерігалось при чисельності бур'янів 100 шт./м².

Таблиця 1

Вплив *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. на урожайність кукурудзи на зерно, т/га (у середньому за 2006–2008 р. р.)

Кількість бур'янів, шт./м ²	Урожайність, т/га*			
	2006	2007	2008	Середнє
0	5,20	6,42	6,68	6,10
1	5,16	6,40	6,64	6,07
2	5,11	6,36	6,57	6,01
5	5,05	6,29	6,49	5,94
10	4,79	6,22	6,26	5,76
15	4,64	6,05	6,03	5,57
20	4,47	5,83	5,77	5,36
25	4,30	5,71	5,62	5,21
50	4,12	5,42	5,40	4,98
100	3,75	4,91	4,97	4,54
НІР _{0,05} , т/га	0,18	0,23	0,21	

*Примітка. наведені результати подані в перерахунку на 14 % вологості

У варіантах, де вивчали шкодочинність *Chenopodium album* L. істотне зниження урожайності спостерігалось при чисельності 15 шт./м² і становило 0,28 т/га (табл. 2). При збільшенні щільності *Chenopodium album* L. втрати урожаю зростали до 0,44–1,35 т/га. Так, присутність 20–25 шт./м² забезпечило зменшення урожайності відповідно на 7,4–9,8 %, а при чисельності 50 шт./м² – 13,3 %. За наявності у посівах 100 шт./м² бур'янів спостерігалось максимальне зниження урожайності культури на 1,35 т/га або 22,2 %.

Таблиця 2

Вплив *Chenopodium album* L. на урожайність кукурудзи на зерно, т/га (у середньому за 2006–2008 рр.)

Кількість бур'янів, шт./м ²	Урожайність, т/га*			
	2006	2007	2008	Середнє
0	5,20	6,42	6,68	6,10
1	5,17	6,41	6,64	6,07
2	5,12	6,38	6,59	6,03
5	5,07	6,32	6,51	5,97
10	5,02	6,29	6,48	5,93
15	4,91	6,21	6,34	5,82
20	4,75	6,10	6,12	5,66
25	4,60	5,99	5,95	5,51
50	4,42	5,76	5,71	5,29
100	3,98	5,08	5,19	4,75
НІР _{0,05} , т/га	0,20	0,25	0,23	

*Примітка. наведені результати подані в перерахунку на 14 % вологості

5. 5. Хімічний метод боротьби з бур'янами у посівах кукурудзи

На період застосування післясходових препаратів (у фазу 3–5 листочків кукурудзи) висота більшості рослин бур'янів досягала 2–4 см.

Результати досліджень свідчать, що використання поверхнево-активних речовин у робочих розчинах гербіцидів сприяє підвищенню фітотоксичності препаратів та зростанню урожайності кукурудзи. Так, застосування зменшеної норми мілагро 0,75 л/га разом з аміачною селітрою 4,0 кг/га у середньому за роки досліджень обумовлювало зниження загального рівня засміченості на 85–87 %, в порівнянні з контролем без гербіцидів маса їх зменшилась на 86 %, при цьому урожайність зростала до 6,06 т/га (табл. 3). Появу симптомів пригнічення бур'янів спостерігали вже на 6-й день після внесення, а повна загибель відмічена через 17–19 днів.

Таблиця 3

Вплив гербіцидів на загальну забур'яненість та урожайність кукурудзи на зерно (у середньому за 2006–2008 р. р.)

Варіант досліджу	Показники зміни забур'яненості, %			Урожайність, т/га	Збережений урожай, т/га
	Загибель бур'янів		Зниження маси в % до контролю		
	через 30 днів після внесення	перед збиранням культури			
Контроль без гербіцидів	0	0	0	4,30	0
Ручні прополки	100	100	100	6,35	2,05
Мілагро, 1,0 л/га	86	91	82	5,86	1,56
Мілагро, 0,75 л/га + аміачна селітра, 4,0 кг/га	87	85	86	6,06	1,76
Мілагро, 0,75 л/га + енпосан, 1,0 %	87	85	85	6,01	1,71
Тітус, 40 г + тренд, 0,2 л/га	73	83	73	5,73	1,43
Тітус, 30 г + фолікер, 2,0 кг/га	77	83	82	5,82	1,52
Каллісто, 0,25 л/га + АТПлюс, 1,0 л/га	79	80	82	5,85	1,55
Мілагро, 1,0 л/га + каллісто, 0,25 л/га + АТПлюс, 1,0 л/га	92	93	94	6,22	1,92
НІР ₀₅ т/га				0,14	

Встановлено, що поєднання зменшеної норми мілагро 0,75 л/га та 1 %-го енпосану не призводило до

зниження його гербіцидної активності. Якщо при оптимальній нормі витрат 1,0 л/га загибель бур'янів через місяць після внесення складала 86 %, то у варіанті із зменшеною нормою чисельність бур'янів знижувалась на 87 %. Це можна пояснити тим, що при використанні енносану поліпшуються технологічна властивість робочих розчинів (стабільність емульсій, змочуваність, прилипання та утримування на листовій поверхні рослин).

При зменшених нормах витрат гербіциду тітусу 30 г/га з добривом фолікер 2,0 кг/га загибель бур'янів становила 77–83 %, а урожайність 5,82 т/га. Тобто, гербіцидна активність тітусу при додаванні фолікеру не зменшувалась порівняно з оптимальною нормою препарату 40 г/га.

Для розширення спектру дії препаратів ефективним є використання бакової суміші мілагро та калісто. Внесення зменшених норм цих препаратів з ад'ювантом АТПлюс обумовило зниження забур'яненості на 92–93 %. Ця суміш була ефективна проти бур'янів обох біологічних груп. У зв'язку з цим на цих ділянках одержано максимальне збереження врожаю – 1,92 т/га.

6. Висновки

Встановлено, що в посівах кукурудзи формується змішаний тип забур'яненості, серед який найбільшу частку займають пізні ярі види *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem., *Setaria glauca* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L. Основна кількість бур'янів з'являється протягом періоду 30.05-20.06.

Виявлено, що рослини кукурудзи володіють низькою конкурентною активністю щодо бур'янів. Істотне зниження урожайності спостерігається при наявності 10 шт./м² рослин *Echinochloa crus-galli* L або 15 шт./м² *Chenopodium album* L.

Використання поверхнево-активних речовин аміачної селітри, фолікеру та енносану у робочих розчинах гербіцидів мілагро і тітус сприяє підвищенню їх ефективності та дає можливість зменшити норму витрат препаратів на 25 %. Застосування бакової суміші гербіцидів мілагро і калісто разом з поверхнево-активною речовиною АТПлюс забезпечує зростання гербіцидної активності та розширенню спектру дії препаратів.

Література

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource] / Faostat. – 2013. – Available at: <http://faostat.fao.org/site/424/DesktopDefault.aspx?PageID=424#ancor>
2. Задорожний, В. С. Бур'яни у посівах кукурудзи на зерно [Текст] / В. С. Задорожний, І. В. Мовчан // Захист рослин. – 2012. – № 2. – С. 9–11.
3. Mahmoudi, G. Physiological indices of weed species effects at different density on corn (*Zea mays* L.) growth [Text] : Proc.16th EWRS Symposium / G. Mahmoudi, A. Ghanbari, F. Hossainpanahi // Samsun, 2013. – 36 p.
4. Uremis, I. Determination of critical period weed control in the second crop corn under Mediterranean conditions [Text] / I. Uremis, A. Uludag, A. C. Ulger, B. Cakir // Afr J Biotech. – 2009. – № 8. – P. 4475–4480.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource] / Faostat. – 2013. – Available at: <http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
6. Ziska, L. H. The impact of elevated CO₂ on yield loss from a C3 and C4 weed in field-grown soybean [Text] / L. H. Ziska // J Global Change Biology. – 2000. – №.8. – P. 899–905.
7. Valerio, M. Quantifying the effect of drought on carbon dioxide-induced in competition between a C3 crop (tomato) and a C4 weed (*Amaranthus retroflexus*) [Text] / M. Valerio, M. B. Tomecek, S. Lovelli, L. H. Ziska // J Weed Research. – 2011. – №51. – P. 591–600.
8. Ward, J. K. Comparative responses of model C3 and C4 plants to drought in low and elevated CO₂ [Text] / J. K. Ward, D. T. Tissue, R. B. Thomas, B. R. Strain // J Global Change Biology. – 1999. – №.5. – P. 857–867.
9. Petrychenko, V. The problem of resistance and effective weed control in maize [Text] / V. Petrychenko, V. Borona, V. Zadorozhny // J Herbologia. – 2005. – № 6. – P. 35–40.
10. Pacanoski, Z. Role of adjuvants on herbicide behavior: a review of different experiences [Text] / Z. Pacanoski // J Herbologia. – 2010. – Vol. 11(2). – P. 67–79.
11. Борна, В. П. Роль енносану у зменшенні норм витрат гербіцидів / В. П. Борна, В.В Карасевич, В.М. Солоненко [Текст] : зб. стат. міжн. наук. конф. / В. П. Борна // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія. – Житомир, 2005. – С. 196–200.
12. Задорожний, В. С. Регулювання бур'янів в посівах кукурудзи на силос [Текст] / В. С. Задорожний // Корми і кормовиробництво. – 2001. – Вип. 47. – С. 138-140
13. Саблук, С. В. Перспективи використання ад'юванту сільвет при застосуванні хімічних засобів захисту рослин [Текст] / С. В. Саблук // Агроном. – 2005. – № 1. – С. 82–85.
14. Baric, K. The influence of adjuvants on *Amaranthus retroflexus* L. control with topremazone [Text] : Proc. 16th EWRS Symposium / K. Baric, Z. Ostojic, M. Scepanovic // Samsun, 2013. – 239 p.
15. Sobiech, L. Efficacy and surface tension of tritosulfuron modified by adjuvants [Text] : Proc. 16th EWRS Symposium / L. Sobiech, G.A. Skrzypczak // Samsun, 2013. – 219 p.
16. Idziak, R. Effect of oil and mineral adjuvants on efficacy and physico-chemical properties of foramsulfuron and iodusulfuron spray mixture [Text] / R. Idziak, Z. Woznica, L. Sobiech // Pak. J. Agri. Sci. – 2013. – № 50 (4). – P. 671–676.
17. Трибель, С. О. Методика випробування та застосування пестицидів [Текст] / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секунд, О. О. Іващенко. – К.: Світ, 2001. – 448 с.