

С. І. Сорокіна¹, О. П. Родзевич²

¹Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

²Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

АЗОТФІКСУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ АПАРАТ СОЇ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ІМАЗЕТАПІРУ, ІМАЗАМОКСУ ТА СУМІШЕЙ ТИФЕНСУЛЬФУРОН-МЕТИЛУ З ІМАЗАМОКСОМ

Досліджували селективність гербіцидів імазетапіру, імазамоксу та сумішей тифенсульфурон-метилу з імазамоксом щодо рослин сої. З'ясовано, що гербіцидна композиція, яка складається з гербіцидів імазамоксу та тифенсульфурон-метилу, характеризується синергічною взаємодією. Доведено, що суміш імазамоксу з тифенсульфурон-метилом за норм внесення відповідно 20 і 2,25 г/га більш селективна щодо сої порівняно з дією самого імазамоксу за мінімальної рекомендованої норми його внесення 30 г/га.

Вступ

Асортимент гербіцидів для хімічного прополювання сої досить широкий і включає ряд препаратів різних хімічних класів з різним механізмом дії [1]. У той же час, незважаючи на великі досягнення у виробництві й застосуванні гербіцидів, їх використання не завжди забезпечує високі економічні показники, а іноді приносить шкоду через незнання фізіолого-біохімічних особливостей дії гербіцидів на культуру [2]. Зокрема за дії гербіцидів може значно знижуватися ефективність інокуляції насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій [3]. З огляду на це, необхідно створювати такі технології застосування гербіцидів, за яких буде підвищуватися селективність гербіцидів щодо сої та зменшуватися пестицидне навантаження на ґрунт і навколишнє середовище [4]. У зв'язку з цим, перевага має надаватися гербіцидам з коротшим періодом детоксикації в ґрунті [5, 6, 7]. Тому останнім часом домінуючим є перехід на післясходове застосування гербіцидів, що дає можливість точно врахувати видовий склад бур'янів, оптимізувати дози внесення гербіцидів та більш гнучко використовувати можливості хімічного методу знищення бур'янів.

Однак навіть при дотриманні оптимальних термінів та рекомендованих норм внесення досить часто спостерігався негативний вплив гербіцидів на рослини сої. З'ясувалось, що вплив гербіцидів на формування симбіотичного апарату та азотфіксувальну активність залежить від технологій їх застосування і корелює з полярністю діючих речовин [8, 9].

Пригнічення рослин гербіцидами може опосередковано впливати на симбіотичну азотфіксацію, що посилює негативний вплив гербіцидів на продукційний процес сої [10, 11].

Відомо, що одним із значимих критеріїв оцінки ефективності соєво-ризобіального симбіозу є маса корневих бульбочок, яка корелює з інтенсивністю фіксації молекулярного азоту [12]. Тому визначення впливу гербіцидів на масу бульбочок можна використовувати як критерій селективності гербіцидів щодо сої. У той же час, в окремих випадках кореляція між масою бульбочок та азотфіксувальною активністю може бути відсутня [8]. Тому для оцінки селективності гербіцидів щодо сої необхідно визначати не тільки масу бульбочок, але також їх азотфіксувальну активність.

Одним з можливих чинників пригнічення симбіотичної азотфіксації є вплив гербіцидів на фотосинтез сої. Інтенсивність фотосинтезу в вегетаційний період змінюється одночасно зі змінами азотфіксації [13, 3]. У процесі еволюції бобово-ризобіального симбіозу макро- та мікропартнерами виробилася добре скоординована система обміну речовин й енергії. У роботах багатьох дослідників продемонстровано тісний взаємозв'язок азотфіксації і фотосинтезу [3, 14, 15]. З'ясувалось, що зниження частки біологічного азоту в рослинах тісно корелює зі зменшенням їх продуктивності [16].

Одним з найбільш простих і ефективних прийомів підвищення ефективності хімічного прополювання є комплексне застосування гербіцидів [17], внаслідок чого не лише розширюється спектр контрольованих бур'янів, але і змінюється вибірна фітотоксичність гербіцидів. Тому дослідження взаємодії гербіцидів є теоретичною основою для створення гербіцидних композицій з оптимальними властивостями.

Ефективне контролювання бур'янів у посівах сої при проведенні лише однієї обробки можна було б досягти, якби вдалося створити таку гербіцидну композицію, що характеризувалася, з одного боку, високою селективністю щодо культури, а з іншого, — була б екологічно безпечною. Одним із компонентів такої композиції може бути гербіцид з класу імідазолінів, наприклад, імазамокс (препарат пульсар) за умови, що його фітотоксична дія буде синергічно підсилена взаємодією з іншим компонентом, що сприятиме зменшенню норми внесення імазамоксу до безпечного, з екологічного погляду, рівня. Синергічна взаємодія у композиціях гербіцидів в багатьох випадках спостерігається, коли компоненти мають спільний сайт дії, але належать до різних класів хімічних речовин [18]. У зв'язку з цим другим компонентом гербіцидної композиції може бути тифенсульфурон-метил (препарат хармоні), який, як і імідазоліони, є інгібітором АЛС, але за хімічною будовою є похідним сульфонілсечовини. При застосуванні суміші тифенсульфурон-метилу з імазетапіром (препарат півот) спостерігалось синергічне підвищення фітотоксичності, але цей факт було з'ясовано лише для рекомендованих норм внесення компонентів [19]. Тому можна сподіватися, що й у суміші імазамоксу з тифенсульфураном взаємодія

буде синергічною, але необхідно визначити, чи зберігатиметься синергізм при зменшенні норм внесення компонентів, порівняно з мінімальними рекомендованими для посівів сої, яка для імазамоксу становить 30 г/га, а для тифенсульфурон-метилу — 4,5 г/га. При цьому слід враховувати, що тифенсульфурон-метил дуже швидко розкладається у ґрунті. Однак, як вже було зазначено вище, селективність тифенсульфурон-метилу щодо сої є обмеженою. Якщо б за рахунок синергічної взаємодії з імідазоліном норму використання тифенсульфурон-метилу також можна було б зменшити, то це б дало змогу гарантувати відсутність його негативного впливу на сою.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили з рослинами сої *Glycine max* (L.) Merr. Для інокуляції насіння використано бульбочкові бактерії із колекції азотфіксувальних мікроорганізмів ІФРГ НАН України — *Bradyrhizobium japonicum*.

Веgetаційні досліди проводили на вегетаційному майданчику ІФРГ НАН України. Рослини вирощували у пластикових посудинах на ґрунтового субстраті (8 кг ґрунту), збагаченому сумішшю Гельрігеля [20], яка містила 0,25 норми азоту (1 норма відповідає $708 \text{ мг Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ на 1 кг ґрунту). Перед посівом насіння сої стерилізували 70%-ним розчином етанолу, промивали проточною водою та протягом 1 години інокулювали суспензією штаму *Bradyrhizobium japonicum* (бактеріальний титр суспензії 10^9 клітин/мл). По вегетації рослини обприскували гербіцидами у фазу 2 справжніх листків. Повторність досліду 8-разова.

Польові досліди проводили на агробіостанції Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (м. Умань Черкаської обл.). Площа дослідної ділянки 25 м^2 , повторність — 4-разова, ділянки розміщено рендомізовано. Сою висівали з розрахунку 600 тис. схожих насінин/га. Гербіциди вносили способом суцільного обприскування дослідних ділянок за допомогою інтегрального штангового обприскувача Агрітоп: ширина штанги — 2,5 м, кількість розпилювачів — 5, відстань між розпилювачами — 50 см, висота руху штанги — 50 см, швидкість руху — 5 км/год, витрата робочої рідини — 300 л/га.

Вплив гербіцидів на рослини сої оцінювали протягом вегетації за змінами характеристик симбіотичного апарату (кількість і маса бульбочок) та загальної азотфіксувальної активності (АФА). АФА визначали загальноприйнятим ацетиленовим методом [21], модифікованим у відділі симбіотичної азотфіксації ІФРГ НАН України [22]. У вегетаційному досліді додатково аналізували інтенсивність фотосинтезу та вміст фотосинтетичних пігментів у листках сої в залежності від дії гербіцидів. Інтенсивність фотосинтезу визначали за газообміном CO₂, який вимірювали за допомогою інфрачервоного оптикоакустичного газоаналізатора. Для вимірювання газообміну відбирали листки, що закінчили

ріст, без видимих ознак старіння. Вміст фотосинтетичних пігментів визначали методом екстракції наважки рослинного матеріалу в ДМСО на водяній бані при 67 °С протягом 3 год. [23]. Вміст пігментів розраховували в мкг/мг маси сирової речовини.

У досліді використовували такі гербіцидні препарати: пульсар 40, в.р. (імазамокс, 40 г/л); хармоні 75, в.г. (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг); півот, к.е. (імазетапір 100 г/л); топланц 240 к.е. (клетодим, 240 г/л); базагран, к.е. (бентазон 480 г/л). У таблицях норми внесення вказані за діючою речовиною.

Польовий та вегетаційний досліді було закладено за однією схемою (табл. 1).

1. Схема досліді

| № | Варіант | | Норма внесення | |
|----|----------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| | діюча речовина | препарат | діючої речовини | препарату |
| 1. | Контроль (ручне прополювання) | | — | — |
| 2. | Імазетапір | Півот | 80 г/га | 0,8 л/га |
| 3. | Імазамокс | Пульсар | 30 г/га | 0,75 л/га |
| 4. | Тифенсульфурон-метил + імазамокс | Хармоні + пульсар | 2,25 г/га + 20 г/га | 3 г/га + 0,5 л/га |
| 5. | | | 2,25 г/га + 30 г/га | 3 г/га + 0,75 л/га |
| 6. | | | 3,75 г/га + 20 г/га | 5 г/га + 0,5 л/га |
| 7. | | | 3,75 г/га + 30 г/га | 5 г/га + 0,75 л/га |

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу [24] за допомогою стандартного комп'ютерного пакету Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Відсутність видимих ознак негативного впливу гербіцидів на рослини сої не є достатньою гарантією

високої селективності, оскільки не виключена можливість пригнічення гербіцидами симбіотичного апарату. Протягом обох років досліджень за дії гербіцидів в умовах польового досліді формування симбіотичного апарату сповільнювалось. У 2010 р. у фазу бутонізації спостерігали порівняно з контролем із ручним прополюванням зменшення маси бульбочок і загальної АФА в усіх варіантах досліді (табл. 2).

2. Маса бульбочок на одну рослину та загальна азотфіксувальна активність у різні фази розвитку сої за застосування гербіцидів в умовах польового досліді

| Варіант | Бутонізація | | | | Цвітіння | | | | Утворення бобів | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| | Маса бульбочок | | АФА | | Маса бульбочок | | АФА | | Маса бульбочок | | АФА | |
| | а | б | в | б | а | б | в | б | а | б | в | б |
| 2010 р. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 289 | 100 | 8,4 | 100 | 408 | 100 | 5,0 | 100 | 807 | 100 | 7,3 | 100 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 2 | 220 | 76 | 4,3 | 51 | 310 | 76 | 5,2 | 104 | 1025 | 127 | 8,7 | 120 |
| 3 | 181 | 62 | 3,2 | 38 | 325 | 80 | 2,2 | 44 | 770 | 95 | 7,4 | 102 |
| 4 | 208 | 72 | 9,4 | 112 | 312 | 76 | 4,6 | 93 | 628 | 78 | 5,7 | 78 |
| 5 | 220 | 76 | 6,6 | 79 | 291 | 71 | 5,3 | 106 | 736 | 91 | 4,4 | 60 |
| 6 | 218 | 75 | 5,7 | 68 | 408 | 100 | 5,7 | 114 | 738 | 91 | 4,0 | 55 |
| 7 | 259 | 89 | 7,1 | 84 | 370 | 91 | 3,9 | 77 | 758 | 94 | 3,8 | 52 |
| НІР _{0,5} | 23 | 13 | 0,3 | 10 | 34 | 11 | 0,4 | 8 | 55 | 8 | 0,5 | 12 |
| 2011 р. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 618 | 100 | 1,2 | 100 | 728 | 100 | 0,9 | 100 | 883 | 100 | 0,5 | 100 |
| 2 | 420 | 68 | 0,7 | 58 | 517 | 71 | 1,0 | 108 | 777 | 88 | 0,6 | 118 |
| 3 | 497 | 80 | 1,2 | 100 | 678 | 93 | 0,8 | 88 | 912 | 103 | 0,4 | 90 |
| 4 | 424 | 69 | 0,6 | 50 | 668 | 92 | 0,8 | 88 | 782 | 88 | 0,4 | 90 |
| 5 | 328 | 53 | 0,7 | 58 | 515 | 71 | 0,9 | 100 | 1015 | 114 | 0,5 | 100 |
| 6 | 365 | 59 | 0,4 | 33 | 558 | 77 | 0,5 | 56 | 810 | 91 | 0,3 | 60 |
| 7 | 345 | 56 | 0,5 | 41 | 583 | 80 | 0,4 | 44 | 818 | 92 | 0,3 | 60 |
| НІР _{0,5} | 31 | 10 | 0,3 | 25 | 52 | 10 | 0,1 | 11 | 82 | 12 | 0,1 | 15 |

Примітка. Маса бульбочок: а — абсолютне значення, мг; б — % до контролю з ручним прополюванням; АФА — в — абсолютне значення, мкмоль $C_2H_4/(рослину \cdot год)$, б — % до контролю з ручним прополюванням.

Винятковим став варіант із застосуванням суміші з мінімальними нормами компонентів, у якому, незважаючи на меншу масу бульбочок, рівень загальної АФА залишався практично на рівні контролю, що, можливо, пов'язано зі збільшеною питомою активністю. У фазу цвітіння загальна АФА знижувалася у варіантах із застосуванням імазамоксу й суміші з максимальними нормами внесення компонентів, в інших варіантах значення АФА наближалися до контрольних. У фазі утворення бобів у варіантах із застосуванням імазетапіру та імазамоксу загальна АФА перевищувала, а у варіантах із застосуванням суміші — була нижчою від контрольної.

Однак у разі застосування суміші з мінімальними нормами внесення компонентів зниження загальної АФА у фазу утворення бобів було незначним, її рівень становив 78%, у той час як за збільшення норм внесення гербіцидів загальна АФА знаходилася у межах 52–60% контрольного значення. Отже, протягом вегетації 2010 р., пригнічення загальної АФА було найменш виражене у варіантах із застосуванням імазетапіру та суміші імазамоксу

з тифенсульфурон-метилом за мінімальних норм внесення. У 2011 р. АФА рослин сої більше пригнічувалась у разі внесення імазетапіру порівняно з імазамоksom. У фазі бутонізації загальна АФА була пригнічена, як у варіанті з імазетапіром, так і в усіх варіантах із застосуванням суміші. У фазу цвітіння у варіантах з обробкою імазетапіром та сумішами з нормою внесення тифенсульфурон-метилу 2,25 г/га вона досягала контрольного рівня. Водночас за норми внесення тифенсульфурон-метилу 3,75 г/га пригнічення АФА було доволі значним протягом усього періоду вегетації сої.

Симбіотичний апарат сої в умовах вегетаційного дослідження формувалася повільніше, ніж у польових умовах. Зокрема, у 2011 р. бульбочки утворилися тільки у фазі цвітіння. На фоні уповільненого формування симбіотичного апарату гербіциди істотно пригнічували його активність. Гальмування утворення бульбочок і зниження загальної АФА рослин сої у фазі бутонізації у 2010 р. спостерігалось у всіх варіантах із застосуванням імазамоксу, а в 2011 р. і у варіанті з обробкою імазетапіром.

При цьому у варіанті із застосуванням одного імазамоксу пригнічення було сильнішим порівняно з обробкою сумішшю за мінімальних норм внесення компонентів.

Застосування імазетапіру й імазамоксу та суміші з найменшими нормами внесення компонентів не призвело до вірогідного зниження вмісту хлорофілів у листках сої (табл. 3).

3. Вміст фотосинтетичних пігментів (мкг/мг сирової речовини) у листках сої (усереднені дані за 2010–2011 рр.) та інтенсивність фотосинтезу (ІФ, мг CO₂/(дм²·год)) за застосування гербіцидів в умовах вегетаційного дослідю

| Варіант | Хл а | | | Хл в | | | Каротиноїди | | | ІФ | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|----|----|
| | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б |
| 1 | 1,60 | 1,79 | 1,39 | 0,34 | 0,51 | 0,39 | 0,42 | 0,43 | 0,33 | 33 | 25 |
| 2 | 1,73 | 1,83 | 1,43 | 0,30 | 0,42 | 0,34 | 0,44 | 0,46 | 0,35 | 32 | 22 |
| 3 | 1,62 | 1,93 | 1,54 | 0,25 | 0,40 | 0,38 | 0,28 | 0,35 | 0,34 | 31 | 21 |
| 4 | 1,52 | 1,75 | 1,45 | 0,32 | 0,49 | 0,37 | 0,37 | 0,39 | 0,32 | 30 | 22 |
| 5 | 1,28 | 1,49 | 1,39 | 0,27 | 0,44 | 0,34 | 0,32 | 0,36 | 0,34 | 25 | 20 |
| 6 | 1,18 | 1,54 | 1,24 | 0,21 | 0,35 | 0,28 | 0,30 | 0,36 | 0,29 | 26 | 18 |
| 7 | 1,22 | 1,34 | 1,07 | 0,25 | 0,38 | 0,28 | 0,31 | 0,33 | 0,28 | 24 | 16 |
| НР _{0,5} | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0,02 | 0,03 | 3 | |

Примітка. Фази розвитку сої: а — трьох листків, б — цвітіння; в — утворення бобів.

У разі обробки рослин сумішами з більшою нормою внесення тифенсульфурон-метилу вміст фотосинтетичних пігментів знижувався протягом усього періоду спостереження. Вміст каротиноїдів за умови застосування імазетапіру зростав і тимчасово зменшувався в разі внесення одного імазамоксу. Суміш із мінімальними нормами внесення компонентів знижувала вміст каротиноїдів менше, ніж один імазамокс. Наслідком зменшення вмісту фотосинтетичних пігментів за дії гербіцидів було пригнічення фотосинтезу. Вірогідне зменшення інтенсивності фотосинтезу спостерігалось у варіантах із застосуванням суміші, крім варіанта з мінімальними нормами внесення компонентів.

Висновки

У результаті проведених досліджень з'ясовано, що гербіцидна композиція, яка складається з гербіцидів імазамоксу та тифенсульфурон-метилу, характеризується синергічною взаємодією. За селективністю ця суміш не поступається, а за окремими показниками навіть перевищує селективність імазамоксу в мінімальній рекомендованій нормі. Крім цього, зниження на третину норми внесення імазамоксу істотно зменшує вірогідність накопичення його залишків у ґрунті.

Перелік посилань

1. *Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.* — Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2006. — 318 с.
2. *Пономаренко С.П.* Екологічні аспекти застосування регуляторів росту рослин / С.П. Пономаренко: зб. наук. праць, вип. 51. — Умань, 2001. — С. 56–65.
3. *Пароменская Л.Н.* Эффективность симбиотической азотфиксации в условиях применения гербицидов / Л.Н. Пароменская, А.П. Кожемяков, Н.И. Чеботарь [и др.] // *Сельскохозяйственная биология.* — 1987. — № 2. — С. 40–42.

4. Зуза В. С. Толерантность культурных растений к гербицидам / В. С. Зуза // *Агрохимия*. — 2006. — № 10. — С. 46–51.
5. Грикун О. Захист посівів сої від шкідників, хвороб та бур'янів / О. Грикун // *Пропозиція*. — 2005. — № 6. — С. 70–76.
6. Грикун О. А. Як захистити посіви сої від шкідників, хвороб та бур'янів / О. А. Грикун // *Аграрні вісті*. — 2008. — № 6. — С. 26–34.
7. Пекеньо Х. П. Гербициды на посевах сои / Х. П. Пекеньо, В. Н. Федорищев, В. Т. Скориков [и др.] // *Зерновое хозяйство*. — 2002. — № 1. — С. 22–23.
8. Журавська Г. С. Вплив ґрунтових та післясходових гербицидів на протікання азотфіксації у посівах сої / Г. С. Журавська, О. Д. Чергіна, О. Д. Кругова // *Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність: мат. міжн. наук. — практ. конф.* — К.: Науковий світ, 2007. — С. 24.
9. Кругова О. Д. Віталіст стимулює посіви сої / О. Д. Кругова, Н. М. Мандровська, Л. І. Бублик [та ін.] // *Карантин і захист рослин*. — 2008. — № 7. — С. 19–20.
10. *Біологічний азот: монографія* / [В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.]; за ред. В. П. Патики — К.: Світ, 2003. — 424 с.
11. Патики В. П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / В. П. Патики, І. А. Тихонович, І. Д. Філіп'єв та ін. — К.: Урожай, 1993. — 176 с.
12. Даценко В. К. Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза различных сортов сои и штаммов *Bradyrhizobium japonicum* / В. К. Даценко, С. К. Лагута, Е. П. Старченков [и др.] // *Физиология и биохимия культ. растений*. — 1997. — Т. 29, № 4. — С. 299–303.
13. Діденко Г. С. Екотоксикологічне обґрунтування застосування гербицидів на посівах сої в лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. сільськогосп. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Галина Сергіївна Діденко. — К., 2011. — 17 с.
14. Коць С. Я. Взаимосвязь процессов азотфиксации, фотосинтеза и дыхания у люцерны / С. Я. Коць // *Физиология и биохимия культ. растений*. — 1994. — Т. 26, № 3. — С. 223–234.
15. De Lima M. L. The relationship between nodule adenylates and the regulation of nitrogenase activity by O₂ in soybean / M. L. De Lima, I. J. Oreshnik, M. Fernando at al. // *Physiol. Plant*. — 1994. — Vol. 91. — P. 687–695.
16. Кожемяков А. П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах / А. П. Кожемяков // *Мікробіол. журн.* — 1997. — Т. 59, № 4. — С. 22–27.
17. Секун М. П. Сумісне застосування пестицидів / М. П. Секун // *Захист рослин*. — 2004. — № 7. — С. 27–28.
18. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов / Е. Ю. Мордерер. — К.: Логос, 2001. — 240 с.
19. Simpson D. Physiology mechanisms in the synergism between thifensulfuron and imazethapyr in sulfonyleurea-tolerant soybean (*Glycine max*) / D. Simpson, E. Soller // *Weed Sci*. — 1996. — Vol. 44. — P. 209–214.
20. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. — К.: Наук. думка, 1973. — 567 с.
21. Hardy R. W. F. The acetylene — ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation / R. W. F. Hardy, R. D. Holsten, E. K. Jackson, R. C. Burns // *Plant Physiol*. — 1968. — Vol. 43, № 8. — P. 1185–1207.
22. Крикунець В. М. Ацетиленвідновлювальний метод у дослідженні фізіології бобово-ризобійового симбіозу / В. М. Крикунець // *Физиология и биохимия культур. растений*. — 1993. — Т. 5, № 2. — С. 419–430.
23. Welburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b as total carotenoids using various solvents with spectrophotometry of different resolution / A. R. Welburn // *J. Plant Physiol*. — 1994. — Vol. 144, № 3. — P. 248–254.

24. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. / R. A. Fisher. — New Delhi: Cosmo Publications, 2006. — 354 p.

Рекомендував до друку Опалко А. І.

С. І. Сорокина¹, Е. П. Родзевич²

¹Уманский государственный педагогический университет имени Павла Тычины

²Институт физиологии растений и генетики НАН Украины

АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ СОИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕРБИЦИДОВ ИМАЗЕТАПИРА, ИМАЗАМОКСА И СМЕСЕЙ ТИФЕНСУЛЬФУРОН-МЕТИЛА С ИМАЗАМОКСОМ

Исследована селективность гербицидов имазетапира, имазамокса и смесей тифенсульфурон-метила с имазамоксом относительно сои. Установлено, что гербицидная композиция, состоящая из гербицидов имазамокса и тифенсульфурон-метила, характеризуется синергическим воздействием. Доказано, что смесь имазамокса с тифенсульфурон-метилом при нормах внесения соответственно 20 и 2,25 г/га более селективная относительно сои по сравнению с действием одного имазамокса при минимальной рекомендованной норме его внесения 30 г/га.

S. I. Sorokina¹, Ye. P. Rodzevich²

¹Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

²Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine

NITROGEN FIXATION ACTIVITY AND SOYBEAN PHOTOSYNTHETIC APPARATUS UNDER THE IMPACT OF HERBICIDES IMAZETHAPYR, IMAZAMOX AND MIXTURE OF TYFENSULFURON-METHYL AND IMAZAMOX

The selectivity of herbicides imazethapyr, imazamox and mixture of tyfensulfuron-methyl and imazamox for soybean plants were studied. It was established that the herbicidal composition which consists of herbicides imazamox and tyfensulfuron-methyl is characterized by a synergistic interaction. It was proved that the mixture of imazamox and tyfensulfuron-methyl under norms of application of 20 g/ha and 2,25 g/ha respectively is more selective for soybean, compared with the impact of imazamox only in the minimum recommended dose 30 g/ha.