

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-8

УДК 632.51:633.18

Л. М. ЦІЛИНКО, науковий співробітник

Інститут рису НААН

вул. Студентська, 11, с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.,

75705, e-mail: tsilinkoluba@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮВАННЯ ПРОСА ПІВНЯЧОГО – *ECHINOCHOLOA CRUS – GALLI (L.) PAL. BEAUV* У ПОСІВАХ РИСУ ПОСІВНОГО – *ORYZA SATIVA (L.)*

Вирощування посівів рису посівного порівняно з іншими зерновими культурами має свою специфіку. Поєднання наявності тепла, води, інтенсивного освітлення й високого агрофону в рисових чеках сприяє успішній вегетації не лише посівів рису, а й багатьох видів бур'янів. Тому захист посівів рису від бур'янів є актуальним питанням.

Метою досліджень був аналіз недоліків і розроблення шляхів підвищення ефективності систем захисту посівів рису від бур'янів.

Досліди були польовими дрібноділянковими, їх проводили у 2018–2020 рр. у посівах (рисових чеках) Інституту рису НААН України. (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Розмір посівної дослідної ділянки 66 м², облікової 50 м². Досліди мали 4-разову повторність. Обліки та аналізи проводили відповідно до специфіки вимог «Методики випробування й застосування пестицидів» за редакцією професора С. О. Трибеля, Методів досліджень ґрунтів і рослин та Методики проведення досліджень у буряківництві. Урожайність посівів рису визначали шляхом суцільного збирання облікових ділянок на всіх повтореннях варіантів спеціальним селекційним комбайном «Сампо-2000».

Потенційна засміченість ґрунту з рисових чеків у горизонті 0–10 см становить 12 987,8 шт./м² живого насіння бур'янів, у тому числі проса півнячого 1381,0 шт./м².

Внесені з адсорбентами гербіциди в ґрунті знижували кількість сходів бур'янів у посівах рису. «Фронт'єр опіма», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом знижував чисельність сходів бур'янів на 77,1%, у тому числі проса півнячого – на 77,2%. Гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га з адсорбентом знижував рівень забур'яненості на 80,3%, у тому числі проса півнячого – на 81,8%.

Наявність адсорбентів біля рослин рису істотно підвищувала рівень селективності гербіцидів, проте навіть за таких умов були зафіксовані прояви фітотоксичності гербіцидів до рослин культури. Найвищий у досліді рівень фітотоксичності був у гербіциду «Фронт'єр опіма», 72 к. е., в нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом. Зниження густоти стояння рослин рису сягало в

середньому 35,1%. Найменший прояв фітотоксичності мав гербіцид «Даул голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га з адсорбентом. Зниження густоти стояння було 16,9%.

Серед гербіцидів, які застосовували по сходах бур'янів у посівах рису, найвищий рівень ефективності дії проявляли: «Дівікстон», 25NeoЕС, у нормі витрати 1,2 л/га (загальне зниження забур'яненості 93,2%; рівень урожайності посівів рису був 8,72 т/га, або 76,3%); «Топшот», 113ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га (загальне зниження забур'яненості 90,2%; рівень урожайності посівів рису був 6,91 т/га, або 60,5% від максимального у дослідах – 11,43 т/га).

Перспективним шляхом підвищення рівня селективності гербіцидів до рослин рису та біохімічної активності до злакових видів бур'янів, у першу чергу проса півнячого, є використання фізичних адсорбентів. Їх раціональне внесення в рядки рослин культури дає змогу підвищити селективність ґрунтових препаратів, досягти їх високого захисного ефекту в поєднанні з дією гербіцидів по сходах та отримати високий урожай посівів рису.

Ключові слова: рис, бур'яни, гербіциди, врожайність, фітотоксичність.

Liubov Tsilinko

Rice Institute of NAAS

Features of control of rooster millet – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. in crops of sown rice – *Oryza sativa* L.

Cultivation of rice in contrast to other cereals has its own specifics. The combination of heat, water, intense lighting and a high agrobacground in rice checks contributes not only to the successful vegetation of rice crops, but also to many types of weeds. Therefore, the protection of rice crops from weeds is an important issue.

The aim of the research was to analyze the shortcomings and develop ways to increase the effectiveness of weed control systems for rice crops.

The experiments were small-scale field experiments conducted in 2018–2020 in crops (rice checks) of the Rice Institute of NAAS of Ukraine. (Antonivka village, Skadovsk district, Kherson region). The size of the sown experimental plot was 66 m², the accounting area was 50 m². The experiments were repeated 4 times. Accounting and analysis were performed in accordance with the specifics of the requirements "Methods of testing and application of pesticides" edited by Professor S.O. Tribel, Methods of research of soils and plants and Methods of carrying out researches in beet growing. Yield of rice crops was determined by continuous harvesting of accounting plots on all repetitions of variants with a special selection combine "Sampo-2000".

The potential contamination of the soil from rice checks in the horizon 0–10 cm is 12987.8 pcs/m² of live weed seeds, including rooster millet 1381.0 pcs/m².

Herbicides applied to the soil with adsorbents reduced the number of weed seedlings in rice crops. Frontier Opima, 72 k.e. at a rate of 1.2 l/ha with adsorbent

reduced the number of weed seedlings by 77.1%, including millet rooster by 77.2%. Dual Gold Herbicide, 960 EC at a rate of 1.4 l/ha with adsorbent reduced weed levels by 80.3%, including rooster millet by 81.8%.

The presence of adsorbents near rice plants significantly increased the level of herbicides selectivity, but even under such conditions, the manifestations of phytotoxicity of herbicides to crop plants were recorded. The highest level of phytotoxicity in the experiments was in the herbicide Frontier Optima, 72 k.e. at a rate of 1.2 l/ha. with adsorbent. Reduction in the density of standing rice plants averaged 35.1%. The lowest manifestation of phytotoxicity was in the herbicide Daul Gold, 960 EC at a rate of 1.4 l/ha with adsorbent. The decrease in standing density was 16.9%

Among the herbicides used on weed seedlings in rice crops, the highest level of effectiveness was shown: Divikston, 25 NeoEC at a rate of 12 l/ha. The total weed reduction was 93.2%, the yield of rice crops was 8.72 t/ha or 76.3%, Topshot, 113 OD m.d. at a rate of 3.0 l/ha. Overall weed reduction was 90.2%. The yield of rice crops was 6.91 t/ha or 60.5% respectively from the maximum in the experiments – 11.43 t/ha.

A promising way to increase the level of herbicides selectivity to rice plants and biochemical activity to cereal weeds, especially millet rooster, is the use of physical adsorbents. Their rational introduction into the rows of crop plants allows to increase the selectivity of soil preparations and achieve their high protective effect in combination with the action of herbicides on the seedlings, and to obtain a high yield of rice crops.

Key words: rice, weeds, herbicides, yield, phytotoxicity.

Вступ. Рис посівний – *Oryza sativa* L. – популярна круп'яна культура, що є важливим компонентом асортименту продовольчого забезпечення населення. Рекомендовані норми споживання рису в нашій країні невеликі й становлять 2,5 кг/рік на людину.

Зона вирощування посівів рису посівного в нашій країні є однією з найбільш віддалених від екватора. Тому технологія вирощування посівів цієї культури в умовах України має свою специфіку [3, 5, 15, 28]. Одним із ключових питань технології вирощування посівів рису є забезпечення їх надійного захисту від негативного впливу бур'янів.

Видовий склад бур'янів у рисових чеках досить різноманітний і поєднує як представників сегетальних видів, так і спеціалізованих болотних. Серед наявних 241 виду бур'янів у посівах рису найбільш характерними і масовими є види, які називають болотними [2, 7, 14, 17, 18]. Рослини таких видів легко витримують періодичне затоплення й потребують практично таких самих умов вегетації, що й рослини рису посівного. У зоні рисосіяння нашої країни це в першу чергу

представники ботанічної родини Тонконогові – *Poaceae*, просо півняче – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., просо рисове – *Echinochloa oryzicola* Vasing. та інші [11, 21]. Масові також рослини куги гострокінцевої – *Scirpus mucronotus* L., куги розлогої – *Scirpus supines* L., бульбоочерету – *Bolboschoenus compactus* Drog. з ботанічної родини Осокові – *Cyperaceae* [7, 22, 23, 31].

Високому рівню потенційної засміченості ґрунту в рисових чеках сприяє надмірна концентрація посівів рису посівного, що порушує науково обґрунтовані рисові сівозміни. Така ситуація сприяє поступовому накопиченню в орному шарі насіння й органів вегетативного розмноження спеціалізованих видів бур'янів, які стають масовими і які складно успішно контролювати традиційними прийомами захисту посівів [12, 13, 19].

У сучасних технологіях інтенсивного вирощування посівів рису як прибуткової культури захист від негативного впливу бур'янів проводять спеціалізованими селективними гербіцидами. За високої концентрації посівів рису й регулярного застосування обмеженого асортименту гербіцидів з ідентичними або близькими сайтами дії на цільові об'єкти – бур'яни розвиваються процеси адаптації дикої рослинності, швидкого формування резистентних популяцій масових видів бур'янів та зниження рівня ефективності заходів захисту [1, 4, 22]. Світова практика вирощування посівів рису доводить, що інтенсивне використання упродовж 7–10 років у посівах рису посівного ефективного гербіциду призводить до реального зниження рівня його здатності захищати рослини культури від потужних конкурентів – бур'янів. Тобто в рисових чеках бур'яни сформували популяції рослин, що адаптувались до діючих речовин гербіциду. Для умов нашої країни, де площі виробничого вирощування цієї цінної продовольчої культури досить обмежені, питання ефективного захисту посівів від негативного впливу бур'янів є дуже актуальними. Присутність бур'янів у посівах рису залежно від ефективності систем захисту посівів знижує рівень урожайності культури на 15–80% і більше [6, 20, 32].

Складність забезпечення високої ефективності заходів захисту посівів рису від бур'янів полягає в поєднанні проявів багатьох факторів. Серед них одним із важливих є специфіка засміченості орного шару ґрунту в рисових чеках насінням та органами вегетативного розмноження бур'янів. Для їх ефективного контролю, крім агротехнічних прийомів, необхідне застосування гербіцидів із відповідною біохімічною спрямованістю дії. У зоні вітчизняного

рисосіяння найбільш масовими видами бур'янів у посівах рису є просо півняче – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. і куга гострокінцева – *Scirpus mucronotus* L.

Застосування для їх контролю гербіцидів, що проявляють біохімічну активність до проростків і сходів рослин з ботанічної родини Тонконогові та Осокові, ускладнене тією обставиною, що рослини рису посівного *Oryza sativa* L. теж належать до ботанічної родини Тонконогові і тому чутливі до дії таких гербіцидів. Виробництву необхідні препарати, здатні в першу чергу контролювати масові бур'яни з ботанічних родин Тонконогові та Осокові та проявляти високий рівень селективності до рослин культури. Досягати такого результату найбільш раціонально шляхом використання відповідних антидотів або адсорбентів, що забезпечать необхідний рівень селективності їх дії [16, 25, 26, 30].

Метою проведених досліджень було оцінювання причин недостатньої ефективності застосування відомих гербіцидів і розроблення шляхів ефективного контролю бур'янів та отримання високих врожаїв рису посівного.

Матеріали і методи. Для пошуку шляхів розв'язання актуальної проблеми ефективного захисту посівів рису від бур'янів були заплановані польові досліді, реалізовані у 2018–2020 рр. Дослідження були польовими, дрібноділянковими.

Проводили досліді на дослідних полях Інституту рису НААН України (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Ґрунтово-кліматична зона помірно континентальна, посушлива з достатньою кількістю сонячного світла та тепла для нормального росту й розвитку рослин рису посівного в процесі їх вегетації.

Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими вторинно осолонцьованими ґрунтами. Ґрунт має добре розвинутий гумусовий профіль. Кипіння від нанесення НСІ спостерігається з глибини 70 см. Ґрунт є слабо солонцюватим. За гранулометричним складом він належить до піщано-середньосуглинкового з перевагою в орному шарі фракції піску. Крупного пилу міститься 30,0, а мулу – 21,74%.

Розмір посівної дослідної ділянки 66 м², облікової 50 м². Досліді закладали у 4-разовій повторності. Розміщення ділянок регулярне у два яруси.

Дослідження передбачали реалізацію таких схем варіантів:

Схема 1. Оцінювання ефективності гербіцидів, що діють через ґрунт, і адсорбентів у посівах рису:

1. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль).
2. У посівах рису до появи сходів – «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га.
3. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент.
4. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент.
5. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптіма», 72 к. е., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент.
6. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптіма», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент.
7. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент.
8. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент.
9. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент.
10. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент.
11. Посіви рису із системою послідовних п'яти ручних прополювань бур'янів.

Схема 2. Оцінювання ефективності захисної дії гербіцидів по сходах. У посівах рису на фоні попереднього застосування гербіциду «Комманд», 48 к. е., в нормі витрати 0,5 л/га в ґрунт у фазі формування трьох листків рослин рису по сходах бур'янів застосовували такі гербіциди:

1. У посіви рису вносили гербіцид «Дівікстон», 25 ТNeoЕС, у нормі витрати 1,2 л/га.
2. У посіви рису вносили гербіцид «Цитадель», 25 ОД м. д., у нормі витрати 1,6 л/га.
3. У посіви рису вносили гербіцид «Топшот», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га.
4. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль).
5. Посіви рису із системою п'яти послідовних ручних прополювань.

Досліди, обліки, спостереження та аналізи проводили відповідно до специфіки вимог «Методики випробування й застосування пестицидів» за редакцією професора С. О. Трибеля [9],

Методів досліджень ґрунту і рослин [8] та Методики проведення досліджень у буряківництві [10].

Для визначення запасу насіння та вегетативних органів розмноження бур'янів у горизонтах орного шару ґрунту рисових чеків на одиницю площі (шт./м²) були відібрані зразки відповідно до вимог методики А. Н. Кисельова двічі за сезон: навесні та після збирання врожаю. Відбирали зразки ґрунту за двома діагоналями поля. Поле з площею 18,6 га складалося з 6 чеків, в кожному було відібрано по 2 проби з глибини (0–10, 10–20 і 20–30 см), загальна кількість – 36 проб.

З кожного зразка відбирали по 2 наважки масою 500 г, які на ситах з отворами 0,25 мм відмивали в проточній воді. Відмиті зразки насіння різних видів бур'янів висушували й далі розбирали за видами та підраховували. Отримані цифрові показники аналізували й проводили розрахунок на відповідний горизонт ґрунту орного шару на площі поля в м².

Засміченість ґрунту насінням бур'янів визначали через площу бура за формулою (1):

$$Z_{\text{ш.г.}} = \frac{10\,000 \times K}{\Pi \times H} \quad (1)$$

де $Z_{\text{ш.г.}}$ – засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м²; K – кількість насіння в зразку, шт.; Π – площа бура 9,621 см²; H – кількість проб, відібраних буром на полі чи ділянці, шт.; 10 000 – площа 1 м².

Насіння, відібране з горизонту ґрунту 10–20 см, було перевірено на життєздатність методом фарбування тетразолем. Для цього згідно з методикою було висіяно по 50 насінин бур'янів у чотирьох повторях на зволоженому фільтрувальному папері, пророщування здійснювали в термостаті за температури +20...+25°C протягом 30 днів. Облік насінин, що проросли, проводили через кожні три доби з наростаючим підсумком.

Після закінчення періоду пророщування в чашки з насінням, яке не проросло, наливали 10 мл 0,5-відсоткового розчину хлорфеніл-тетразолію хлористого і через 24 години експозиції в темному термостаті за температури +20°C визначали під бінокуляр (10-разове збільшення) після роздавлювання насінних оболонок кількість мертвих насінин із коричневим вмістом, а також насіння, що перебувало в ендogenousному спокої (тканини, забарвлені в червоний колір), і тверде насіння в екзогенному спокої з білим кольором тканин (живе насіння).

До насіння, що мало ознаки життя, зараховувати половинки насінин із зафарбованим зародком (у нерозрізаних насінин вони повністю зафарбовані), а також з інтенсивно зафарбованими великими плямами на зародку (корінцях і сім'ядолях).

Мертвими вважали половинки насінин із незафарбованим зародком та зі слабо зафарбованим кінчиком корінця зародку. Живе насіння визначали у відсотках як середнє арифметичне результатів аналізу 2 проб, відхилення між показниками окремих проб допускалося не більше 2% за життєздатності насіння 99–100%; 3% – 97,0–98,9%; 4% – 95,0–96,9%; 5% – 92,0–94,9%. У випадках наявності розбіжності результатів аналізу 2 проб на величину, яка перевищувала прийнятне відхилення, визначення рівня життєздатності насіння повторювали.

Внесення гербіцидів (обприскування) у дослідях здійснювали спеціальним газовим обприскувачем із редуктором постійного тиску на колесах і зі штангою. Розпилювачі щілинного типу. Робочий тиск 2,1 атм. Витрата робочої рідини 200 л/га. Гербіциди ґрунтової дії вносили після проведення сівби та до появи сходів рослин культури. По сходях обприскування проводили у фазі формування в рослин рису посівного трьох листків.

Обліки бур'янів здійснювали кількісно-ваговим методом перед обприскуванням посівів по сходях (формування трьох листків у рослин рису) і через 10 діб після проведення заходів захисту. Обліки маси бур'янів у посівах здійснювали на 100-ту добу після появи сходів рису посівного шляхом зрізання надземних частин рослин біля поверхні ґрунту й зважування їх за видами.

Рівень урожайності посівів рису визначали шляхом суцільного збирання облікових ділянок на всіх повтореннях спеціальним селекційним комбайном «Сампо-2000» з перерахунком у т/га.

Результати та обговорення. Технологія вирощування посівів рису вимагає комплексного, проте творчого та своєчасного виконання всіх її елементів. Однією з ключових частин такої технології є забезпечення надійного контролю бур'янів у посівах рису. Рисові чеки на відміну від орних земель польового землеробства мають свою специфіку потенційного засмічення орного шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження бур'янів.

У зоні вирощування посівів рису в нашій країні в структурі потенційного засмічення ґрунту найбільш масовими видами є насіння проса півнячого – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., куги гострокінцевої – *Scirpus mucronotus* L., бульбоочерету компактного –

Bolboschoenus compactus Drop, монохорії Корсакова – *Monochoria Korsakowii* Regel. Et Maack. та ін. Традиційно найбільше проблем для аграріїв створюють численні рослини проса півнячого – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. Причинами такої ситуації є висока адаптаційна здатність насіння та рослин цього виду витримувати періодичні затоплення рисових чеків водою і складність контролю масових сходів такого виду бур'янів у посівах рису.

Обидва види рослин належать до однієї ботанічної родини Тонконогові, тому гербіциди, здатні контролювати сходи проса півнячого, проявляють біохімічну активність і до рослин культури. Для досягнення необхідного рівня селективності доцільним є застосування відповідних антидотів або фізичних адсорбентів. Препарати, що мають протидводольну спрямованість і селективні до рослин рису, проявляють малу біохімічну активність до рослин найбільш масового виду бур'янів – проса півнячого.

У результаті проведених аналізів у 2018–2020 рр. було визначено рівень потенційної засміченості ґрунту у 0–10 см, що становить в середньому в проса півнячого 1381,0 шт./м². Загальні запаси насіння різних видів бур'янів, що зберігало здатність до проростання в ґрунті, – 12 987,8 шт./м².

Для зниження рівня присутності бур'янів у посівах рису схемою досліджень було передбачено використання гербіцидів ґрунтової дії, що проявляють високу біохімічну активність до проростків і сходів рослин з ботанічної родини Тонконогові. Адсорбенти (подрібнене деревне вугілля) вносили в зону розміщення насіння рису посівного в процесі проведення сівби з таким розрахунком, щоб проросток рослини культури був захищений від контакту з діючою речовиною гербіциду. Гербіциди вносили після сівби.

Рівень захисної дії таких препаратів у посівах рису посівного наведено в таблиці 1.

У схемі, що передбачала застосування різних гербіцидів і норм, найвищий захисний ефект було зафіксовано в посівах варіантів 6, 7 та 8, тобто від застосування гербіцидів «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом, «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га (варіант 7) з адсорбентом та 1,4 л/га (варіант 8) з адсорбентом.

Вибір гербіцидів ґрунтової дії для практичного застосування в посівах рису посівного лише за рівнем ефективності контролювання проростків і сходів бур'янів не завершено. Для отримання позитивного результату в посівах обов'язковими умовами є врахування і

максимальна нейтралізація можливого фітотоксичного побічного ефекту до рослин культури вказаних препаратів. Тому в проведених польових дослідженнях було передбачено обліки й аналіз побічної негативної дії гербіцидів, у першу чергу реакції самих рослин культури (рису посівного) на наявні в ґрунті діючі речовини гербіцидів.

1. Рівень ефективності дії ґрунтових гербіцидів з адсорбентами у посівах рису, 2018–2020 рр.

Варіант досліджу	К-сть бур'янів у посівах після застосування гербіцидів, шт./м ²	Зниження чисельності сходів бур'янів, %	
		усього	у т. ч. проса півнячого
1*	426,5	0,0	0,0
2	230,0	46,1	27,7
3	153,4	64,0	54,9
4	114,7	73,1	67,6
5	125,9	70,4	66,9
6	97,9	77,1	77,2
7	90,4	78,8	79,8
8	84,0	80,3	81,8
9	186,9	56,2	49,7
10	166,0	61,1	51,1
11	0,0	0,0	0,0

НІР_{0,05} 28,6

* Примітка. 1. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль). 2. У посівах рису до появи сходів – «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га. 3. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент. 4. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент. 5. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент. 6. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент. 7. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент. 8. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент. 9. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент. 10. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент. 11. Посіви рису із системою послідовних п'яти ручних прополовань бур'янів.

Норми висіву насіння рису посівного в процесі планування сівби розраховували на 100-відсоткову лабораторну здатність до проростання з метою отримання запланованої густоти стояння рослин культури в посівах. Польові умови проростання насіння істотно

відрізняються від стандартних лабораторних в умовах термостату. Традиційно рівень польової схожості висіяного насіння нижче лабораторного. Таке правило справедливе і щодо культури рису. На відміну від традиційних зернових культур богарного землеробства – пшениці, ячменю та інших, у яких за сприятливих умов проростання рівень польової схожості насіння менше рівня лабораторної в межах 7–15%, у зернівок рису посівного така різниця істотно вища. У першу чергу такий ефект може бути пояснений низьким рівнем наявності вільного кисню (O_2) у верхньому шарі ґрунту, пори якого повністю бувають заповнені поливною водою.

На ділянках забур'яненого контролю (варіант 1), де застосування гербіцидів ґрунтової дії не було передбачене, на 1 м² площі посіву висівали 667 зернівок рису посівного в перерахунку на 100-відсоткову лабораторну здатність до проростання. В середньому за роки досліджень на час проведення обліків (фаза трьох листків у рослин рису) середні показники густоти посівів були 344 шт./м², або 51,2% від лабораторного рівня проростання насіння. Ознак фітотоксичності у таких рослин культури зафіксовано не було. Відповідно, середній рівень польової схожості насіння рису посівного на посівах у досліді доцільно вважати однаковим для всіх варіантів (табл. 2).

Проте, крім зниження рівня схожості насіння, яке називається польовим, у посівах проявляються й інші процеси. Зіставлення густоти стояння рослин рису в посівах варіантів досліді без використання і з використанням гербіцидів ґрунтової дії доводить, що в них, крім польової схожості, яка нижча від лабораторної, проявляється додатково ще й ефект фітотоксичності внесених препаратів до рослин рису. Тобто рівень селективності таких гербіцидів у відповідних нормах витрати для рослин культури недостатній.

На ділянках з використанням гербіциду «Комманд», 48 к. е. (варіант 2), середні показники густоти стояння рослин рису посівного в досліді були 133 шт./м² або істотно меншими порівняно з густиною рослин на ділянках варіанта 1 (контроль без застосування гербіцидів). Різниця становила 177 шт./м², або на 23,8%. Саме така різниця і є величиною фітотоксичності гербіциду ґрунтової дії. Наявність фізичного адсорбенту біля насіння рису частково компенсувала токсичну дію різних гербіцидів, які наносили на поверхню ґрунту в рисових чеках, проте така компенсація не була повною.

2. Рівень фітотоксичності гербіцидів ґрунтової дії з адсорбентами (% зниження густоти) до рослини рису північного, 2018–2020 рр.

Варіант дослідження	Гербицид та норма їх внесення, л/га	Густота сівби зернівок, шт./м ²	Польова схожість зернівок рису			Зниження густоти сходів культивири через фітотоксичність гербіцидів, %	
			шт./м ²	4	5		6
1	2	3	4	5	6		
1	Контроль без застосування гербіцидів	667	344	51,2	0		
2	«Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га	667	167	51,2	23,8		
3	«Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент	667	133	51,2	28,9		
4	«Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент	667	110	51,2	32,3		
5	«Фронт'єр оптіма», к. е., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент	667	101	51,2	29,7		
6	«Фронт'єр оптіма», к. е., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент	667	92	51,2	35,1		

1	2	3	4	5	6
7	«Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент	667	226	51,2	14,9
8	«Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент	667	213	51,2	16,9
9	«Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент	667	200	51,2	18,8
10	«Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент	667	152	51,2	26,2
11	Система ручних пропонувань бур'янів	667	338	51,2	0

НІР_{0,05}

17,2

5,6

Залишкова токсичність проявлялась у частковому відмиранні рослин культури в процесі їх проростання. Різні гербіциди в досліджах проявляли неоднаковий рівень фітотоксичності (див. табл. 2).

Найвищий рівень фітотоксичності гербіцидів ґрунтової дії з адсорбентами на проростки й сходи рослин рису посівного в роки проведення досліджень було зафіксовано в посівах варіантів із внесенням препаратів «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га (варіант 6). Він становив у середньому 35,1%. Зменшення норми витрати гербіциду виявляло тенденцію до зниження токсичної дії, тому в посівах варіанта 5 (норма витрати препарату 0,9 л/га) показники фітотоксичності були на рівні 32,3% рослин культури. Найвищий біля насіння культури адсорбент більш повно поглинав діючу речовину гербіциду, тому ефект селективності до рослин рису був вищим.

Високий рівень фітотоксичності проявляли максимальні норми витрати гербіциду «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га (варіант 4). Фітотоксичність препарату була на рівні 28,9%.

Найбільш толерантним до рослин рису посівного серед гербіцидів із внесенням фізичного адсорбенту був гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га (варіант 7). У середньому за роки досліджень його фітотоксичність не перевищувала 14,9%. За використання в досліджах максимальних норм витрати препарату (1,4 л/га) на ділянках посівів варіанта 8 показник фітотоксичності підвищувався до 16,9%.

Враховуючи таку специфічну побічну дію застосованих у досліджах гербіцидів, як фітотоксичність до рослин рису посівного, і показники їх захисної дії на проростки і сходи бур'янів, можна оцінити перспективність їх практичного використання.

Серед набору гербіцидів ґрунтової дії з фізичними адсорбентами, що були застосовані в дослідженнях, найбільш перспективними за сумою їх дії на цільові об'єкти – бур'яни, в першу чергу проростки і сходи проса півнячого, та на рослини рису посівного доцільно зупинитись на гербіциді, що найбільш гармонійно поєднує здатність контролювати проростки однорічних бур'янів із ботанічної родини Тонконогові і має найменший рівень фітотоксичності до рослин культури. Таким гербіцидом був «Дуал голд 960 ЕС» у нормах витрати 1,0 та 1,4 л/га.

Сучасна система захисту посівів рису посівного від бур'янів складається з двох окремих частин, які гармонійно доповнюють одна одну. Дія гербіцидів, які вносять після проведення сівби на поверхню

вологого ґрунту в рисові чеки, має максимально знизити чисельність сходів однорічних видів бур'янів, що розпочинають свою вегетацію практично одночасно з рослинами культури. У посівах рису посівного найактуальнішим є надійний контроль процесів проростання насіння проса півнячого, що є найбільш масовим і проблемним видом бур'янів.

Наступним етапом системи захисту посівів від негативного впливу бур'янів є застосування гербіцидів по сходах.

Гербіциди, що діють по сходах, застосовували після формування трьох листків у рослин рису посівного способом обприскування посівів. Другу частину систем захисту (по сходах) реалізовували в посівах із попереднім застосуванням гербіциду «Комманд», 48 к. е., в ґрунт у нормі витрати 0,5 л/га.

Результати захисної дії і рівень урожайності посівів рису наведено в таблиці 3.

У посівах з використанням захисної дії по сходах гербіциду «Дівікстон», 25 НеоЕС, у нормі витрати 1,2 л/га (варіант 1) загальне зниження кількості бур'янів було в середньому 93,2%, обсяги формування маси бур'янів (через 100 діб від появи сходів рослин культури) були в середньому 622 г/м², густина стояння посівів – 281,2 шт./м² і рівень урожайності – 8,72 т/га зернівок, або 76,3% від максимального в досліді.

У посівах варіанта 2 на фоні дії ґрунтового гербіциду «Комманд», 48 к. е., проводили обприскування сходів препаратом «Цитадель», 250Д м. д., у нормі витрати 1,6 л/га. В результаті захисної дії чисельність сходів бур'янів знизилась на 82,2%. Обсяги формування маси бур'янів були 1452 г/м². Густина стояння посівів становила 293,7 шт./м². Рівень урожайності зернівок рису посівного був 5,12 т/га, або 44,8% від рівня урожайності посівів варіанта 5.

За використання по фоні дії ґрунтового гербіциду «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га в ґрунт, по сходах було використано захисну дію гербіциду «Топшот», 1130Д м. д., у нормі витрати 3,0 л/га (варіант 3). Загальне зниження кількості сходів бур'янів у посівах рису було 90,2%, Обсяг формування маси бур'янів був у середньому 1039 г/м². Густина стояння посівів рису становила 272,6 шт./м². Рівень урожайності зернівок культури – 6,91 т/га, або 60,5% від максимального в досліді.

3. Величина накопичення маси бур'янів (г/м²) та врожайність посівів рису посівного (т/га) за використання систем захисту гербіцидами, 2018–2020 рр.

Варіант дослідження	Загальне зниження чисельності бур'янів, %	Усього бур'янів, г/м ²	Маса бур'янів, г/м ²		Густина стояння рису посівного, шт./м ²	Урожайність, т/га	Вологість зернівок, %
			у тому числі				
			дводольні	однодольні			
1*	93,2	622	161	461	356,4	8,72	16,51
2	82,2	1452	378	1074	281,2	5,12	16,57
3	90,2	1039	236	803	293,7	6,91	16,49
4	–	3631	915	2716	272,6	3,61	16,62
5	0,0	0,0	0,0	0,0	351,8	11,43	16,52

НР_{0,05}

0,27

*Примітка. 1. У посіві рису вносили гербіцид «Діакстон», 25 ТНеоЕС, у нормі витрати 1,2 л/га. 2. У посіві рису вносили гербіцид «Цитадель», 25 ОД м. д., у нормі витрати 1,6 л/га. 3. У посіві рису вносили гербіцид «Голшог», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га. 4. Посіві рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль). 5. Посіві рису із системою п'яти послідовних ручних прополвань.

Для порівняння, на ділянках забур'яненого контролю (варіант 4) маса бур'янів у посівах рису в середньому була 3631 г/м². Густота стояння рослин культури в посівах трималася на рівні 356,4 шт./м², а врожайність внаслідок гострої конкуренції бур'янів за фактори життя була лише 3,61 т/га, або 31,6%.

У посівах варіанта 5, де рослини рису вегетували без негативного впливу бур'янів (п'ять послідовних ручних прополювань), густота стояння рослин культури була 351,8 шт./м². Рівень урожайності посівів у середньому становив 11,43 т/га з вологістю зернівок 16,52%.

Висновки:

1. Рисові чеки мають високий рівень і видову специфіку потенційного засмічення орного шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження адаптованих видів бур'янів, що необхідно враховувати в процесі планування системи захисту посівів рису від небажаної рослинності. Найбільшу масовість створюють бур'яни з ботанічних родин Тонконогові та Осокові.

2. Велика кількість сходів бур'янів у посівах рису вимагає застосування системи послідовних заходів для їх контролю. Використання такого потужного гербіциду, як «Комманд», 48 к. е., у нормі 0,5 л/га не забезпечує необхідного рівня контролю проростків і сходів найбільш масового виду бур'яну – проса півнячого *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.

3. Для успішного контролю бур'янів у посівах рису необхідне максимальне скорочення числа їх сходів гербіцидами ґрунтової дії, що проявляють біохімічну активність до рослин із ботанічної родини Тонконогові, у першу чергу до проса півнячого, та високу селективність до рослин культури.

4. Перспективним шляхом підвищення рівня селективності гербіцидів до рослин рису та біохімічної активності до злакових видів бур'янів є використання фізичних адсорбентів. Їх раціональне внесення в рядки рослин культури дає змогу підвищити селективність ґрунтових препаратів, досягти їх високого захисного ефекту в поєднанні з дією гербіцидів по сходах та отримати високий урожай посівів рису.

5. Серед гербіцидів ґрунтової дії найбільш перспективним за сумою дії на цільові об'єкти – бур'яни, у першу чергу проростки і сходи проса півнячого, та на рослини рису посівного був гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормах витрати 1,0 та 1,4 л/га.

6. Серед гербіцидів, які застосовували по сходах бур'янів у посівах рису, найвищий рівень ефективності дії проявляли: «Дівікстон», 25 НеоЕС, у нормі витрати 12 л/га – загальне зниження забур'яненості 93,2%; «Топшот», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га – загальне зниження забур'яненості 90,2%, рівень урожайності посівів рису був 8,72 т/га, або 76,3%, та 6,91 т/га, або 60,5% відповідно від максимального в дослідках – 11,43 т/га (варіант 5, посіви рису із системою п'яти послідовних ручних прополовань).

Список використаної літератури

1. Ванцовський А. А. Культура рису на Україні : монографія. Херсон : Айлант, 2004. 172 с.
2. Вожегов С. Г. Теоретичне та агроecологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур в рисових сівоzmінах : дис. ... д-ра с.-г. н. : 06.01.02. Херсон, 2016. 387 с.
3. Воронюк З. С., Дудченко В. В., Дудченко Т. В. Захист рису від шкідників, хвороб та бур'янів. *Пропозиція*. 2006. № 8. С. 74–80.
4. Диверсифікація виробництва рису як перспективний напрям формування конкурентоспроможності продукції галузі рисівництва в Україні / В. В. Дудченко, С. Г. Вожегов, Р. В. Морозов та ін. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2014. Вип. 87. С. 33–39.
5. Дудченко Т. Стратегія управління стійкістю бур'янів до гербіцидів. *Агроном*. 2019. № 1. С. 56–64.
6. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія : монографія. Київ : Фенікс, 2019. 702 с.
7. Курдюкова О. М., Конопля М. І., Остапенко М. А. Потенційна засміченість агрофітоценозів польових та овочевих культур Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Олді-плюс, 2010. Вип. 54. С. 309–314.
8. Сборник методов исследования почв и растений / В. П. Ковальчук, В. Г. Васильев, А. В. Бойко, В. Д. Зосимов. Киев : Ин-т сахарной свеклы НААН, 2010. 252 с.

References

1. Vantsovskiy A. A. Rice culture in Ukraine: monograph. Herson : Aylant, 2004. 172 p.
2. Vozhegov S. G. Theoretical and agroecological substantiation of technologies of cultivation of agricultural crops in rice crop rotations: dis. ... d-ra s.-g. n. : 06.01.02. Kherson, 2016. 387 p.
3. Voriuk Z. S., Dudchenko V. V., Dudchenko T. V. Protect rice from pests, diseases and weeds. *Propozitsia*. 2006. No. 8. P. 74–80.
4. Diversification of rice production as a promising direction for the formation of competitiveness of rice products in Ukraine / V. V. Dudchenko, S. G. Vozhegov, R. V. Morozov ta in. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. Kherson : Ailant, 2014. Issue 87. P. 33–39.
5. Dudchenko T. The emergence of herbicide resistance in rice field weeds. *Agronom*. 2019. No. 1. P. 56–64.
6. Ivaschenko O. O., Ivaschenko O. O. General herbology: monograph. Kyiv : Feniks, 2019. 702 p.
7. Kurdiukova O. M., Konoplia M. I., Ostapenko M. A. Potential littering of agrophytocenoses of field and vegetable crops of the Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson : Oldi-plus, 2010. Issue 54. P. 309–314.
8. Collection of methods for studying soils and plants / V. P. Kovalchuk, V. G. Vasilev, A. V. Boyko, V. D. Zosimov. Kiev : Institut saharnoy sveklyi NAAN, 2010. 252 p.
9. Methods of testing and application of

9. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
10. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гізбуллін, В. М. Сінченко та ін. ; під заг. ред. академіка НААН М. В. Роїка та члена-кореспондента НААН Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.
11. Мордерер Е. Ю. Коррекция избирательной фитотоксичности гербицидов в тройных комплексах. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2000. Т. 30. № 3. С. 181–186.
12. Озерова Л. В., Швартау В. В. Механізми дії сучасних гербіцидів – інгібіторів ацетил-КоА-карбоксилази. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2005. Т. 37. № 6. С. 486–494.
13. Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України : наук.-метод. рекомендації / В. А. Сташук, В. В. Дудченко, С. Г. Вожегов та ін. ; за заг. ред. В. А. Сташука, Р. А. Вожегової, В. В. Дудченка та ін. Вид. 2-ге, допов. та перероб. Київ ; Херсон ; Рівне, 2019. 368 с.
14. Поява стійкості до гербіцидів в бур'янів рисового поля / Т. В. Дудченко, В. В. Дудченко, Л. М. Цілінко, І. В. Фальковський. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Айлант, 2015. Вип. 63. С. 44–46.
15. Система рисоводства Краснодарского края / К. М. Авакян, В. Д. Агарков, Алексеенко Е. В. и др. Краснодар, 2006. С. 253–261.
16. Швартау В. В. Гербициды. Т. 2. Основы регуляции фитотоксичности та фізико-хімічні і біологічні властивості. Київ : Логос, 2009. 1046 с.
17. Amaugo G. O., Emosairue S. O. Effect of neem seed kernel extracts on stem borer damage and yield of upland rice in southeastern Nigeria. *Intern. Rice Research Notes*. 2005. № 30.1. P. 24.
18. Andreasen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the pesticides / за ред. проф. С. О. Trybelia. Kyiv : Svit, 2001. 448 p.
10. Research methods in beet growing / M. V. Roiik, N. G. Gizbullin, V. M. Sinchenko та in. ; pid zag. red. akademika NAAN M. V. Roiika та chlena-korespondenta NAAN N. G. Gizbullina. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2014. 374 p.
11. Morderer E. Yu. Correction of selective phytotoxicity of herbicides in ternary complexes. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnyih rasteniy*. 2000. Vol. 30. No. 3. P. 181–186.
12. Ozerova L. V., Shvartau V. V. Mechanisms of action of modern herbicides - acetyl-CoA-carboxylase inhibitors. *Fiziologiya ta biokhimiya kulturnykh roslin*. 2005. Vol. 37. No. 6. P. 486–494.
13. Improving the efficiency of rice irrigation systems in Ukraine: scientific and methodological recommendations / V. A. Stashuk, V. V. Dudchenko, S. G. Vozhegov та in. ; за zag. red. V. A. Stashuka, R. A. Vozhegovoi, V. V. Dudchenka та in. Vyd. 2-ge, dopovnene та preroblene. Kyiv ; Kherson ; Rivne, 2019. 368 p.
14. The emergence of herbicide resistance in rice field weeds / T. V. Dudchenko, V. V. Dudchenko, L. M. Tsilinko, I. V. Falkovskyi. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson : Ailant, 2015. Issue 63. P. 44–46.
15. Rice growing system of the Krasnodar Territory / K. M. Avakyan, V. D. Agarkov, E. V. Alekseenko, A. I. Kasyanov i dr. Krasnodar, 2006. P. 253–261.
16. Shvartau V. V. Gerbitsidi. Vol. 2. Fundamentals of phytotoxicity regulation and physicochemical and biological properties. Kyiv : Logos, 2009. 1046 p.
17. Amaugo G. O., Emosairue S. O. Effect of neem seed kernel extracts on stem borer damage and yield of upland rice in southeastern Nigeria. *Intern. Rice Research Notes*. 2005. No. 30.1. P. 24.

- soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.
19. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.
20. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O'Leary, P. Aggarwal, D. Calderini et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.
21. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges, I. C. Burke, K. Borrelli, E. P. Fuerst. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.
22. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: <http://www.weedscience.org> (дата звернення: 20.12.2018).
23. Integrated Management of Mayweed Chamomile in Wheat and Pulse Crop Production Systems / D. J. Lyon, I. C. Burk, A. G. Hultting, J. M. Campbell. Pullman, WA : Washington State University Publications PNW695. 2017. P. 106.
24. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree species / Pa Monquero, I. Orzari, P. V. Silva, A. D. Penha. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2015. No. 37. P. 219–232.
25. Introgression of Clearfield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh, S. Singh, Black et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.
26. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi, T. M. Blackburn, J. T. Carlton et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.
27. Knezevic S. Z., Datta A. The critical period for weed control: revisiting data analysis. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 188–202.
18. Andreassen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.
19. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.
20. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O'Leary, P. Aggarwal, D. Calderini et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.
21. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges, I. C. Burke, K. Borrelli, E. P. Fuerst. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.
22. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: <http://www.weedscience.org> (дата звернення: 20.12.2018).
23. Integrated Management of Mayweed Chamomile in Wheat and Pulse Crop Production Systems / D. J. Lyon, I. C. Burk, A. G. Hultting, J. M. Campbell. Pullman, WA : Washington State University Publications PNW695. 2017. P. 106.
24. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree species / Pa Monquero, I. Orzari, P. V. Silva, A. D. Penha. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2015. No. 37. P. 219–232.
25. Introgression of Clearfield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh, S. Singh, Black et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.
26. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi, T. M. Blackburn, J. T. Carlton et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.

28. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni, S. J. Nissen, P. Westra et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.
29. Signatures of adaption in the weedy rice genome / Li L. F., Li Y. L., Jia Y. et al. *Nature Genetics*. 2017. Vol. 49. P. 811–814.
30. Sorption-desorption isotherms and biodegradation of glyphosate in two tropical soils aged with eucalyptus biochar / L. V. Jungueira, K. F. Mendes, R. N. Soursa et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. P. 1–18.
31. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.
32. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust, D. E. Goggin, I. M. Heap et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.
27. Knezevic S. Z., Datta A. The critical period for weed control: revisiting data analysis. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 188–202.
28. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni, S. J. Nissen, P. Westra et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.
29. Signatures of adaption in the weedy rice genome / Li L. F., Li Y. L., Jia Y. et al. *Nature Genetics*. 2017. Vol. 49. P. 811–814.
30. Sorption-desorption isotherms and biodegradation of glyphosate in two tropical soils aged with eucalyptus biochar / L. V. Jungueira, K. F. Mendes, R. N. Soursa et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. P. 1–18.
31. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.
32. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust, D. E. Goggin, I. M. Heap et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.

Отримано 03.12.2020