

А. І. Юрченко
(УКРНДІЕП)

ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

За результатами багаторічних експериментальних досліджень на рисових зрошувальних системах запропонований комплекс природоохоронних заходів щодо локалізації і детоксикації пестицидів у межах зрошувальних систем та знешкодження колекторно-дренажних вод, який забезпечує попередження забруднення водних об'єктів.

Ключові слова: природоохоронні заходи, рисові зрошувальні системи, гербіциди, міграція, детоксикація.

Екологічна безпека зрошувальних земель залежить від природних (клімат, рельєф, материнські породи, ґрунтові води) та антропогенних (спосіб землекористування, сівозміни, агротехніка, поливні і зрошувальні норми, якість поливної води, тривалість зрошення, внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин, забруднення, ерозія, ущільнення) факторів впливу. За умов недотримання екологічних вимог ведення зрошувального землеробства, відсутності керування екологічною безпекою на зрошувальних системах відбуваються значні зміни їх екологічного стану [1].

Особливо гостро проблема екологічної безпеки постала в районі рисових зрошувальних систем. Не зважаючи на відносно невелику площу рисосіяння у порівнянні з площею зрошувальних систем, рисові зрошувальні системи складають найвищу екологічну небезпеку. Вони характеризуються великими об'ємами водокористування. Зрошувальні норми сягають 30 тис. м³/га. За різними даними, з рисових зрошувальних систем скидається від 30 до 70 % об'єму води, яка надходить на поля. До того ж, скид колекторно-дренажних вод відбувається безпосередньо до заток Чорного моря. Відведення зворотних вод з рисових зрошувальних систем відбувається протягом усього вегетаційного періоду – з кінця квітня до початку жовтня. Застосування на рисових зрошувальних системах мінеральних добрив та пестицидів призводить до забруднення поверхневих та підземних вод [2, 3], порушуючи їх гідрохімічний та гідробіологічний режим.

При цьому особливу небезпеку для навколишнього середовища становлять пестициди, якими обробляють більше 90 % посівів рису.

Виходячи з цього, метою даної роботи було розроблення природоохоронних заходів щодо підвищення екологічної безпеки рисових зрошувальних систем.

Пошук шляхів попередження небажаних наслідків застосування пестицидів неможливий без детального вивчення процесів міграції цих речовин в умовах зрошувальних систем. Процеси міграції пестицидів визначаються певними факторами.

Вивчення поведінки пестицидів в умовах рисової зрошувальної системи та за допомогою модельних експериментів дозволило визначити основні фактори, які впливають на величину виносу і деградації токсикантів у колекторно-дренажних водах. Експериментальними дослідженнями доведено, що величина виносу пестицидів у колекторно-дренажну мережу визначається поведінкою токсикантів у системі «грунт – вода» на рисовому чеці. Установлено основні фактори, які визначають величину виносу препаратів до колекторно-дренажної мережі: ґрунтово-кліматичні умови, фізико-хімічні властивості застосованих препаратів, водний режим рисового поля та умови застосування токсикантів.

Розуміння основних закономірностей процесів міграції пестицидів у елементах рисових зрошувальних систем, а також уміння враховувати їх при прогнозуванні і регулюванні складу та властивостей колекторних вод дозволить попередити подальше забруднення водних об'єктів токсичними речовинами і забезпечить підвищення ступеня безпеки застосування хімічних засобів захисту рослин.

У результаті проведення багаторічних натурних досліджень та модельних експериментів в умовах рисових зрошувальних систем розроблено низку спеціальних водоохоронних заходів щодо попередження забруднення колекторно-дренажних вод гербіцидами і знезараження дренажних вод, які сформувалися, в межах зрошувальної системи. Більшість із цих заходів засновані на регулюванні інтенсивності виявлення природних факторів, які визначають швидкість детоксикації гербіцидних препаратів у системі «грунт – вода» рисових чеків.

Перш за все, вирощування рису слід проводити за сучасною технологією, яка враховує вимоги охорони навколишнього природного середовища [4, 5].

Різноманітність ґрунтово-меліоративних умов районів рисосіяння не дозволяє обмежитись якимось універсальним прийомом, який би дозволив попередити забруднення водних об'єктів пестицидами. Тому слід застосовувати комплекс природоохоронних заходів, який включає попереджувальні заходи організаційно-господарського характеру, агротехнічні та інженерно-меліоративні.

Серед попереджувальних організаційно-господарських заходів основними є реконструкція старих рисових карт, чеків, чітке виконання інструкції та рекомендацій, які регламентують правила зберігання, транспортування та внесення пестицидів.

Система агротехнічних заходів повинна виключати нерациональне і недоцільне застосування гербіцидів. Вони повинні завершувати комплекс заходів у боротьбі з бур'янами і застосовуватись тільки у випадку, коли, не дивлячись на застосування агротехнічних заходів, на посівах рису залишились забур'янені ділянки.

Після посіву рису первинне затоплення повинно відбуватись тільки при закритих скидних гідротехнічних спорудах на чеках та картах. Особливо ретельно ця вимога має виконуватись на ділянках, що оброблені гербіцидами. Рівень концентрації гербіцидів у шарі затоплення рисових чеків та швидкість їх зникнення залежить від виду застосованих гербіцидів. Нашими дослідженнями встановлено, що ґрунтові гербіциди типу «ордрам» в умовах рисових зрошувальних систем більш персистентні і мають більш високі міграційні властивості.

Розподіл гербіцидів у системі «ґрунт – вода» рисового чека і швидкість їх видалення великою мірою визначаються також складом і властивостями ґрунтів. Тому дотримання рекомендованого водного режиму сприяє економії зрошувальної води та переведенню поверхневого скиду в підземну складову, що підсилює ґрунтове очищення води від гербіцидів.

В якості інженерно-меліоративних заходів використовують ряд прийомів та способів локалізації і детоксикації гербіцидів у межах рисової зрошувальної системи.

Знезараження колекторно-дренажних вод шляхом витримування їх в акумулюючих ємностях може бути застосоване при скидах води із засолених ґрунтів, які містять високі концентрації гербіцидів. Цей спосіб застосовують за наявності умов для облаштування акумулюючих ємностей шляхом відсікання частини водного об'єкта, в пониззях, у старих ставках, озерах. Цей простий і ефективний захід може знайти застосування у водоохоронній практиці при будівництві та реконструкції рисових зрошувальних систем. Акумулюючі ємності можуть застосовуватись також для знешкодження того об'єму скидних вод, який утворюється при зворотному та багаторазовому використанні води для зрошення. Розміри ємності визначають виходячи з витрат колекторно-дренажних вод, які підлягають знешкодженню, і часу, який необхідний для зниження концентрації залишків пестицидів до величин, допустимих за умовами випуску у водні об'єкти. Час витримування води в акумулюючій ємності залежить від факторів, які впливають на інтенсивність біохімічного окислення пестицидів, їх фотолізу, випаровування, сорбції, інших процесів, та розраховується з використанням коефіцієнтів неконсервативності [6], які отримані в модельних експериментах. Ефективність цього заходу перевірена в умовах Херсонської області. Акумулюючою ємністю тут є озеро, площа якого складає 172,5 га, середня глибина 1,5 м. До цього озера надходить вода з чеків двох рисових зрошувальних систем. Після витримування в озері скидна вода відводиться до затоки Чорного моря. Концентрація гербіцидів (пропанід, сатурн) у воді скидного колектора сягала 16–34 мкг/дм³, а у воді каналу, який відводить колекторно-дренажні води до затоки Чорного моря, гербіциди не виявлені.

Результати досліджень, які були проведені на кількох зрошувальних системах, свідчать про те, що повторне використання води для зрошення посівів рису сприяє значному зменшенню надходження у водні об'єкти мінеральних речовин, біогенних елементів та гербіцидів. При цьому не відбувається накопичення гербіцидів у зрошуваних ґрунтах, донних відкладах колекторно-дренажної мережі. Зниження виносу токсикантів до водних об'єктів відбувається за рахунок збільшення часу перебування забруднених гербіцидами дренажних вод на рисових чеках.

Для оцінки ефективності водоохоронної ролі зворотного використання дренажних вод розрахований баланс ордраму на масиві 190 га. Загальний винос гербіциду за період вегетації становив 1,28 % від внесеної кількості. Величина виносу ордраму в умовах зворотного зрошення набагато нижча величин, що були отримані при оцінці виносу гербіциду на дослідних чеках при чіткому виконанні рекомендованого водного режиму (відповідно 2,0 – 2,46 %). Тобто наявність масивів зворотного та повторного використання води на рисових зрошувальних системах знижує винос гербіцидів і забруднення водних об'єктів.

За сучасних економічних умов для рисових господарств прийнятним є спосіб детоксикації гербіцидів шляхом посіву по пласту багаторічних трав та сидератів. У результаті збільшення мікробіологічної активності ґрунтів значно знижується концентрація токсикантів у воді шару затоплення, покращується якість зворотних вод зрошення і відвертається винос залишків пестицидів до водних об'єктів. Спосіб може бути застосований на всіх видах ґрунтів, не вимагає капітальних затрат.

Процеси міграції пестицидів визначаються низкою факторів, серед яких багатьма дослідниками значна роль відводиться сорбції. Враховуючи важливе значення сорбції в процесі формування якості складу і властивостей природних вод, ми вивчили процеси сорбції гербіцидів типовими ґрунтами основних районів рисосіяння, підстилаючими породами та їх механічними фракціями. Сорбатами були гербіциди пропанід та його метаболіт 3,4-дихлоранілін, сатурн і ордрам. Процес сорбції гербіцидів дослідженими сорбентами добре описувався рівнянням Фрейндліха. Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що між вмістом гумусу в ґрунтах, підстилаючих породах та фракціях існує тісний позитивний і значимий кореляційний зв'язок. В той же час сорбція пропаніду ґрунтовими компонентами залежить не тільки від вмісту гумусу, але й від інших факторів. Доведено, що розмір ґрунтових частинок має другорядну роль у сорбції пропаніду, головну роль грає хімічний та мінералогічний склад цих частинок.

Порівняння ізотерм сорбції гербіцидів різними ґрунтами показало, що незалежно від виду ґрунту, сатурн сорбувався ґрунтовими сорбентами найбільше, а ордрам – найменше. Результати модельних

експериментів у натурних умовах підтвердили високу сорбційну здатність сатурну. Відповідно в дренажні води цей гербіцид мігрував менше за інших: концентрації сатурна на 1–2 порядки нижчі порівняно з ордрамом та пропанідом.

Рівень концентрації гербіцидів у воді шару затоплення і вміст гербіцидів у поверхневому шарі ґрунту взаємопов'язані і корелюють із вмістом гумусу в ґрунті.

Ґрунтоутворюючі породи, як правило, містять слідові кількості гумусових речовин. Тому при фільтрації води із чека до дрени можуть не повністю затримувати гербіциди, які транспортуються з водою. За умов підвищеної дренажності території та за наявності малогумусних ґрунтів винос пестицидів дренажною складовою стоку досягає розміру, який складає загрозу забруднення водних об'єктів.

Все це зумовило розробку та застосування водоохоронних заходів, що спрямовані на запобігання забруднення дренажних вод рисових зрошувальних систем залишками пестицидів. Поставлене завдання може бути вирішене шляхом застосування локалізаційних заходів, які забезпечують обмеження міграції гербіцидних препаратів з рисового чека.

Одним з таких заходів може бути протифільтраційний екран пластового типу на всій або частині площі змоченого ложа рисового чека. Ефективність екрана залежить від коефіцієнта фільтрації та сорбційних властивостей матеріалів, які використані для його облаштування.

Для локалізації гербіцидів у межах рисового чека розроблений екран, який складається з суглинистого прошарку товщиною 10–12 см з додаванням речовин гумусової природи. Солі гумінових кислот утворюють з глинистими часточками міцний органо-мінеральний комплекс, який активно сорбує гербіциди і забезпечує регулювання якості дренажних вод. Такий екран допускає певні втрати зрошувальної води на фільтрацію, що необхідно для нормального функціонування рисових полів, тобто забезпечує необхідний ефект промивання ґрунтів. Суглинок, який використовується для прошарку, має містити не менше 15–20 % глинистої фракції. В якості речовин гумусової природи були випробувані органічні матеріали, що використовуються як добрива (торф, перегній). Крім того, випробували

сорбційні властивості добрива, яке виготовлене на основі лігніну – відходу підприємств гідролізної промисловості.

Результати досліджень сорбції пропаніду, 3,4-дихлораніліну та ордраму торфом і лігнінвмістким добривом (ЛВД) свідчать про те, що поглинання гербіцидів органічними сорбентами теж може бути описане рівнянням Фрейндліха. При цьому слід зазначити більш високу відносну сорбційну ємність ЛВД у порівнянні з торфом для досліджених гербіцидів.

Висока сорбційна здатність органічних матеріалів відносно гербіцидів та їх похідних дозволила запропонувати можливість використання цих матеріалів з метою зниження виносу токсикантів з рисових чеків. Випробування прошарку з додаванням торфу в модельних дослідах свідчить про його недостатню ефективність в жорстких умовах рисових систем (за підвищених доз токсикантів, на піщаних, майже безгумусних ґрунтах), незважаючи на значний уміст гумусу в торфі. Якщо в контрольних варіантах (без прошарку) сумарний винос пропаніду та його метаболіту 3,4-дихлораніліну дренажним стоком досягав 15–24 %, ордраму 23–63 % від застосованої кількості, то в мікрочеках з прошарком з торфом величина виносу пропаніду знизилась до 0,3–0,8 %, ордраму – до 3 %. Проте концентрація токсикантів у дренажній воді перевищувала рекомендовані ГДК, що, ймовірно, можна пояснити високою пористістю та водопроникністю. Тому був продовжений пошук такого складу прошарку, який би забезпечив практично повну затримку токсикантів за умов можливості регулювання величини фільтрації в необхідних межах.

Підвищення ефективності прошарку під кореневим шаром, збільшення його адсорбційно-кумулятивної ємності відносно гербіцидів і можливості регулювання фільтраційних властивостей, за рахунок чого значною мірою знижується надходження токсикантів у ґрунтові води на іригаційних системах і розширюється діапазон застосування способу в різних ґрунтово-меліоративних умовах, досягається шляхом введення до складу прошарку, який складається із суглинку (45–55 %) і води ЛВД (8–10 %) та інших компонентів.

Випробування прошарку запропонованого складу проведено в дослідних мікрочеках з використанням піщаного ґрунту в умовах рисової зрошувальної системи. Результати дослідної перевірки свід-

чать про достатню здатність прошарку затримувати гербіциди. Якщо в контрольних варіантах (без прошарку) концентрація пропаніду досягла $3,4 \text{ мг/дм}^3$, ордраму – $3,0 \text{ мг/дм}^3$, то в мікрочехах з прошарком зазначеного складу гербіциди в дренажній воді не виявлені.

При проведенні дослідів з прошарками, які містять органічні матеріали, слід було виявити подальшу судьбу поглинених прошарком гербіцидів. Наприкінці вегетаційного періоду було виконано хімічний та мікробіологічний аналіз поверхневого шару ґрунту та прошарку для визначення накопичення токсикантів і ступеня їх розкладу.

Залишкові кількості пестицидів газохроматографічним методом не виявлені. Результати мікробіологічного аналізу свідчать про те, що створення прошарку сприяє значному підвищенню загальної чисельності мікроорганізмів. Так, навіть у верхньому шарі ґрунту над прошарком кількість мікроорганізмів зросла в 1,5 разу, а в прошарку – у 7–10 разів порівняно з ґрунтом. Тобто висока біологічна активність прошарку сприяє детоксикації препаратів протягом вегетаційного періоду.

Такого типу прошарки можуть бути застосовані при будівництві, реконструкції чи капітальному плануванні рисових чеків. До того ж, виконані прогностичні розрахунки показали, що застосування прошарку достатньо на прилеглий до дрени ділянці, яка дорівнює 10–15% площі рисового чека, адже тут формується 90–95 % дренажного стоку.

Отже, в результаті проведених досліджень розроблений спосіб локалізації та детоксикації пестицидів у межах рисових чеків, який дозволяє попередити забруднення поверхневих та підземних вод і забезпечити екологічну безпеку рисосіючих регіонів.

Висновки

Для підвищення ступеня екологічної безпеки рисових зрошувальних систем запропонований комплекс природоохоронних заходів, який включає організаційно-господарські, агротехнічні та інженерно-меліоративні заходи щодо попередження забруднення поверхневих та підземних вод в умовах застосування засобів захисту рослин.

Результати дослідження пестицидів в елементах рисових зрошувальних систем і факторів, які визначають їх детоксикацію, дозво-

лили накреслити основні шляхи зменшення виносу пестицидів до колекторно-дренажної мережі та водних об'єктів:

1. Попередження виносу гербіцидів з рисових чеків до колекторно-дренажної мережі шляхом локалізації цих речовин у межах рисового чека та інтенсифікації їх розкладу.

2. Знешкодження забруднених залишками гербіцидів колекторно-дренажних вод.

Невід'ємною і обов'язковою умовою виконання запропонованого комплексу природоохоронних заходів має бути моніторинг складу і властивостей колекторно-дренажних вод та води водоприймача в районі скиду.

1. Лозовіцький П. С. Наукові основи управління екологічною безпекою зрошувальних земель півдня України : Автореф. дис... д-ра техн. наук: 21.06.01 / П. С. Лозовіцький. – К., 2015. – 44 с.
2. Хільчевський В. К. Сполуки азоту і пестициди в природних водах України / В. К. Хільчевський // Меліорація і водне господарство. – 1993. – Вип. 79. – С. 31–34.
3. Воронкін А. С. Забруднення заток Чорного моря скидами зворотних вод зрошувальних систем Херсонської області / А. С. Воронкін, А. І. Юрченко // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою природокористуванням, заходи в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць VII Міжнар. наук.-практ. конф. (1–5 вересня 2008 р.). – Київ–Харків–АР Крим, 2008. – С. 31–34.
4. Дудченко В. В. Екологічна безпека при вирощуванні рису / В. В. Дудченко // Підвищення ефективності ведення галузі рисівництва в ринкових умовах : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. // Інститут рису УААН. – Скадовськ, 2006. – С. 4–6.
5. Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України // В. В. Дудченко, М. М. Лісовий, Р. А. Вожегова та ін. – Скадовськ, 2011. – 84 с.
6. Асин В. И. Трансформация гербицидов в коллекторных водах рисовых систем при выдерживании их в аккумулирующих емкостях / В. И. Асин, А. И. Юрченко // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (23–24 травня 2006 р.) : у 2-х ч. – Харків, 2006. – Ч. II. – С. 5–7.

Юрченко А. И. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

По результатам многолетних экспериментальных исследований на рисовых оросительных системах предложен комплекс природоохранных мероприятий по локализации и детоксикации пестицидов в пределах оросительных систем и обезвреживанию коллекторно-дренажных вод, обеспечивающих предупреждение загрязнения водных объектов.

Ключевые слова: природоохранные мероприятия, рисовые оросительные системы, гербициды, миграция, детоксикация.

Urcnenko A. I. MEASURES TO INCREASE ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE RICE IRRIGATION SYSTEMS

On the results of many years of experimental investigations in rice irrigation systems proposed a package of environmental measures for localization and detoxification of pesticides within the irrigation systems and disposal of drainage water, which ensures the prevention of water pollution.

Key words: conservation measures, rice irrigation systems, herbicides, migration, detoxification.