
УДК 577.4:632:633.888:632.954

Л.І. Моклячук

д.с.г.н.

А.М. Ліщук

55

К.С.-Г.Н.

Ю.О. Зацарінна

аспірант

Інститут агроекології УААН

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНО ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ НАВАНТАЖЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМИ ПЕСТИЦИДОМ ТРЕФЛАН ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

У статті наведено порівняння результатів досліджень накопичення залишків гербіциду трефлан (д.р. трифлуралін) лікарською сировиною: наземною частиною лікарських рослин лофанту анісового, подорожника великого і чорнобривців та кореневою системою валеріани лікарської. Досліджено динаміку накопичення д.р. трифлураліну в кореневищі валеріани лікарської та ґрунті при багаторічному застосуванні трефлану для хімічного захисту лікарських рослин від бур'янів.

Постановка проблеми

Наразі особливо гостро постає питання вирощування лікарських рослин в радіоактивно незабруднених регіонах України. Розвиток цього напрямку нині має державну вагу. Одним з основних завдань агроекологічного моніторингу є дослідження впливу агротехнічних заходів, що застосовуються в сільському господарстві, на якість і безпеку рослинницької сировини. До таких заходів у першу чергу слід віднести широке використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин – пестицидів, застосування яких негативно впливає на довкілля, рослинний та тваринний світи, здоров'я людини [1].

За своїми біологічними особливостями більшість лікарських культур у початковий період дуже повільно ростуть і розвиваються, вони сильно уразливі до бур'янів, що ростуть у десятки і сотні разів швидше. Засміченість посівів лікарських рослин бур'янами негативно впливає на продуктивність рослин. На засмічених полях знижується польова схожість культури і значною мірою затримується її ріст і розвиток. При високій засміченості орного шару ґрунту втрати урожаю досить суттєві. При вирощуванні лікарських рослин дозволено застосовувати обмежену кількість пестицидів [2,4,9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У сучасних агроценозах лікарських культур у початковий період росту і розвитку рослин застосування гербіцидів забезпечує зниження трудомісткості догляду за рослинами і дозволяє зберегти значну частку урожаю від шкідників, хвороб та бур'янів, однак може призвести до

© Л.І.Моклячук, А.М.Лішук, Ю.О. Зацарінна

накопичення залишкових кількостей пестицидів у ґрунті та лікарській сировині [2]. Особливістю пестицидів є те, що їх залишки та метаболіти приймають участь у міграційних та транслокаційних процесах в об'єктах довкілля – ґрунті, поверхневих та ґрунтових водах, рослинницькій

продукції [9]. Значна кількість токсикантів надходить із ґрунту в рослини, передається за ланцюгами харчування і може негативно впливати на живі організми. Отже, пестициди є одним з найбільш поширених забруднювачів об'єктів довкілля, зокрема і лікарської сировини.

Застосування гербіцидів у лікарському рослинництві зумовлено необхідністю зниження затрат ручної праці при прополюванні посівів, на які припадає від 30 до 70 % усіх затрат, і впровадження таких технологій вирощування, які спрямовані на зменшення втрат урожаю від бур'янів. Використання засобів хімізації при вирощуванні лікарських рослин потребує проведення постійних моніторингових досліджень за вмістом та динамікою накопичення чи розкладу залишків пестицидів у ґрунті й лікарській сировині [1,2,9].

Об'єкти та методика досліджень

Метою досліджень було обґрунтування екологічно оптимального рівня навантаження агроєкосистеми пестицидом трефлан при вирощуванні лікарських рослин за даними екотоксикологічного моніторингу. Як об'єкт дослідження вибрано процеси накопичення залишкових кількостей гербіциду трефлану у ґрунті та лікарській сировині лікарських рослин.

Полеві дослідження проводили на дослідних полях агротехнічної сівозміни Дослідної станції лікарських рослин ІА УААН, розташованої в с. Березоточа Лубенського району Полтавської області, розміщеної у східній лівобережній лісостеповій частині України. Ґрунт ДСЛР ІА УААН – чорнозем глибокий малогумусний легкосуглинковатий, за механічним складом – суглинистий, із потужним гумусовим горизонтом (87–100 см), проте з невисоким вмістом у ньому гумусу (2,25–2,50 %). Природно-кліматичні умови сприятливі для проходження всіх фаз розвитку лікарських культур.

Для обґрунтування екологічно оптимального рівня навантаження агроєкосистеми пестицидом трефлан при вирощуванні лікарських рослин вивчено систему застосування трефлану на досліджуваних ділянках під посівами даних лікарських культур протягом останніх 5–7 років. Для досліджень відбирали зразки лікарської сировини валеріани лікарської від 1-го до 3-го років вегетації (р.в.), подорожника великого (1-го р.в.), чорнобривців, лофанту анісового (2-го р.в.) та зразки ґрунту (шар 0–20 см) з ділянок, на яких для хімічного захисту рослин від засміченості промислових ділянок бур'янами застосовували гербіцид трефлан. Відбір зразків проводили у третій декаді серпня (табл.1).

Таблиця 1. Умови відбору зразків ґрунту і лікарських культур, що досліджували на вміст залишкових кількостей трифлураліну

Варіант, рік вегетації	Внесення пестициду трефлан (48 %), 2 л/га (за останні 5-7 років)
Контроль	-
Лофант анісовий, 2 р.в. (посів 2007 р.)	2005 р.
Подорожник великий, 1 р.в. (посів 2008 р.)	2005, 2008 рр.
Чорнобривці (посів 2008 р.)	2005, 2008 рр.
Валеріана лікарська, 1 р.в. (посів 2008 р.)	2008 р.
Валеріана лікарська, 3.р.в. (посів 2006 р.)	2002, 2006 рр.
Валеріана лікарська, 3.р.в. (посів 2006 р.)	2002 р.

Валеріана лікарська – багаторічна трав'яниста рослина родини валеріанових (*Valerianaceae*). Лікарською сировиною є корені і кореневища. В перший рік вегетації виростає розетка прикореневого листя, на другий рік рослини зацвітають, дають насіння і розвинену кореневу систему, яка слугує лікарською сировиною. Культура валеріани лікарської має дуже широке застосування у медичній практиці. Подорожник великий (*Plantago major* L.) – багаторічна рослина. У науковій, народній медицині та гомеопатії використовують наземну частину рослини. Чорнобривці (*Tagetes signota* Barti) – однорічна рослина висотою 50 см роду айстрових (*Asteraceae*). Має тривалий період вегетації та цвітіння, що дозволяє проводити багаторазовий збір урожаю суцвіть. В медицині використовується наземна маса, що містить ефірну олію, якої найбільше у суцвіттях у фазі цвітіння. Лофант анісовий або анісовий багатоклононик (*Lophanthus anisatus* Benth) – багаторічна травяниста рослина родини губоцвітих (*Lamiaceae*) висотою до 1 м. В медицині як лікарська сировина використовується наземна маса культури. Ефірні масла застосовують у медицині, харчовій та парфюмерно-косметичній промисловості [7].

За даними Дослідної станції лікарських рослин ІА УААН фітосанітарний стан більшості агроценозів залишається критичним. Більше 85 % посівних площ дослідної станції розміщені на сильно та дуже сильно забур'яненних полях. Рівень забур'яненості орного шару під посівами лікарських культур в агротехнічній сівозміні щодо засміченості – 5 балів.

Внаслідок значного забур'янення продуктивність лікарських культур знижується в середньому на 46–90 %. Чистоту посівів лікарських культур на дослідній станції забезпечують, застосовуючи гербіциди з діючою речовиною трифлуралін, використовують переважно гербіцид трефлан (48 %) у нормі 2 л/га. Таке обмеження пов'язане з тим, що серед гербіцидів, що дозволені до використання для боротьби з бур'янами на посівах лікарських рослин на сьогоднішній день у “Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні” зареєстровано лише гербіциди трефлан та трифлурекс, діючою речовиною яких є трифлуралін [8]. За санітарно-гігієнічними показниками даний препарат відноситься до IV класу токсичності [1,3,10]. Трефлан характеризується довгостроковою захисною дією (3–4 місяці), добре поглинається ґрунтом після внесення під передпосівну культивуацію, діє незалежно від наявності вологи в ґрунті, знищує бур'яни у фазі проростання.

Гербіцид трефлан знищує бур'яни на самому початку їхнього розвитку, забезпечуючи максимальний первинний ріст культурних рослин. При достатній вологості він забезпечує тривалий захист посівів від бур'янової рослинності протягом всього періоду вегетації. Незважаючи на такі позитивні якості д.р. трифлуралін має ряд негативних властивостей, а саме: високу токсичність для водних організмів, персистентність у ґрунті, потенційну спроможність до накопичення.

Лабораторні дослідження вмісту залишків пестициду трифлураліну у ґрунті та рослинній сировині лікарських рослин проводили у відділі екотоксикології ІА УААН методом газорідинної хроматографії за офіційно затвердженими методиками на хроматографі “Кристалл-2000” [7]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили, використовуючи стандартні статистичні програми Microsoft Excel та S-plus.

Результати досліджень

Проведено порівняльну характеристику за вмістом залишкових кількостей трифлураліну в лікарській сировині: наземній частині чорнобривців, подорожника великого 1-го р.в., лофанту анісового 2-го р.в. та в коренях і кореневищі валеріани лікарської 1-го р.в. За експериментальними даними у лофанті анісовому містилося 0,0019, в подорожнику великому – 0,0027, а в чорнобривцях – 0,0053 мг/кг трифлураліну (рис.1). Можна припустити, що такі концентрації трифлураліну в лікарській сировині є незначними, проте, за державними санітарними правилами і нормами ДСанПіН 8.8.1.2.3.4–000–2001 будь-який вміст пестицидів у лікарських рослинах не допускається.

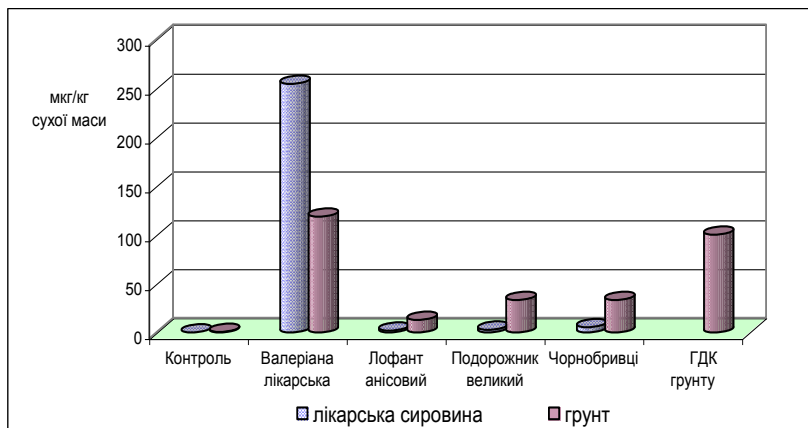


Рис.1. Вміст трифлураліну в ґрунті та лікарській сировині, мкг/кг

Визначено вміст залишків трифлураліну у ґрунті дослідних ділянок – чорноземі глибокому, де вирощували ці лікарські рослини. Концентрації даного пестициду в ґрунті під посівами лофанту анісового, подорожника великого і чорнобривців склали від 0,013 до 0,033 мг/кг повітряно-сухого ґрунту. Такі концентрації не перевищували встановлені ГДК (ГДК трифлураліну у ґрунті 0,1 мг/кг [7,8]). За отриманими даними цілком очевидно, що найменше пестициду містилося в ґрунті і в лікарській сировині лофанту, адже на цих ділянках тріфлан застосовували у 2005 році. Тоді як на ділянках, де росли подорожник і чорнобривці, пестициди вносили протягом 2005 і 2008 років.

Аналіз лікарської сировини валеріани лікарської 1-го р.в. показав надзвичайно високі концентрації трифлураліну в кореневій системі рослини, які досягали 0,254 мг/кг сухої маси. Вміст даного пестициду в ґрунті відповідних дослідних ділянок становив 0,118 мг/кг, що перевищує ГДК у 1,18 рази.

Отже, зважаючи на високі концентрації трифлураліну в кореневищі валеріани лікарської, можна зробити припущення про здатність цієї культури до накопичення даного пестициду. Таке припущення базується на певних властивостях ліпофільних пестицидів накопичуватися в тканинах з підвищеним вмістом жирів [3,10]. Адже основною діючою речовиною валеріани вважається ефірна олія, яка міститься в коренях і кореневищах рослини і досягає 2 %. Зокрема, до складу ефірної валеріанової олії входять такі речовини, як ізовалеріанова кислота, присутністю якої обумовлюється специфічний запах валеріани, бор-ніл-ізовалеріанат, борнеол, *t*-камфен, α -пинен, *i*-лимонен та ін. Незважаючи на те, що сам тріфлан порівняно швидко метаболізує під впливом мікроорганізмів ґрунту з утворенням 28 продуктів перетворення, однак деякі з цих продуктів зберігаються в ґрунті

до трьох років і певним чином можуть накопичуватися в ефірних оліях рослин.

За експериментальними даними, отриманими у попередні роки у кореневій системі валеріани лікарської і ґрунті відповідних ділянок ДСЛР ІА УААН були виявлені високі концентрації д.р. трифлураліну [6]. За даними, інших вчених у зв'язку з тим, що більшість лікарських культур багаторічні й основний врожай збирають на 2–5-й роки вегетації, багато дослідників вважають, що застосування гербіцидів у перший рік їх вирощування абсолютно не позначиться на якості сировини в наступні роки [2,4,10]. Для підтвердження таких припущень ми провели дослідження динаміки накопичення трифлураліну кореневою системою валеріани лікарської 1–3-го років вегетації та його вмісту в ґрунті. Для порівняльної оцінки використали контрольний варіант без внесення трефлану.

Так, у ґрунті, де росла валеріана першого року вегетації з внесенням пестицидів у 2008 р. було 0,118 мг/кг трифлураліну (перевищення ГДК у 1,18 раза) (табл.2). У ґрунтах під посівами валеріани лікарської третього року вегетації, де трефлан застосовували протягом 2002 та 2006 років, вміст залишку пестициду не перевищував ГДК і становив 0,041 мг/кг. За минулорічними даними у цьому ж ґрунті було 0,642 мг/кг трифлураліну (що перевищувало ГДК у 6,4 раза), отже, його вміст зменшився у 15,8 раза. На аналогічній ділянці, але з останнім внесенням трефлану в 2002 році, порівняно з минулим роком, де вміст його діючої речовини досягав 0,157 мг/кг (перевищення ГДК у 1,6 раза), концентрація трифлураліну знизилася у 30,2 раза і сьогодні становить 0,005 мг/кг ґрунту. Отже, на третій рік вегетації валеріани лікарської спостерігається позитивна динаміка зниження концентрації трифлураліну у ґрунті.

Таблиця 2. Вміст трифлураліну в ґрунті дослідних ділянок ДСЛР ІА УААН, мг/кг

Варіант	Внесення пестициду, рік	Вміст трифлураліну, мг/кг	
		Дослідження 2007 р.	Дослідження 2008 р.
Контроль	Не вносили	–	не виявлено
Валеріана лікарська, 1 р.в. (посів 2008 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2008 р.		0,118± 0,001
Валеріана лікарська, 3.р.в. (посів 2006 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2002, 2006 рр.	0,642±0,011	0,040±0,002
Валеріана лікарська, 3.р.в. (посів 2006 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2002 р.	0,157±0,008	0,005±0,001
ГДК		0,1	

Досліджуючи динаміку зниження концентрації трифлураліну у лікарській сировині валеріани лікарської, встановлено, що в коренях

валеріани першого року вегетації міститься 0,254 мг/кг трифлураліну, а в рослинах посіву 2006 р. вміст гербіциду становить 0,098 та 0,109 мг/кг сухої маси (табл.3).

Таблиця 3. Вміст трифлураліну в лікарській сировині валеріани лікарської ДСЛР ІА УААН, мг/кг

Варіант	Внесення пестициду, рік	Вміст трифлураліну, мг/кг	
		Дослідження 2007 р.	Дослідження 2008 р.
Контроль	–	–	не виявлено
Валеріана лікарська, 1 р.в. (посів 2008 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2008 р.	–	0,254±0,014
Валеріана лікарська, 3 р.в. (посів 2006 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2002 р., 2006 р.	1,121±0,053	0,109±0,009
Валеріана лікарська, 3 р.в. (посів 2006 р.)	Трефлан, 2 л/га, 2002 р.	0,106±0,012	0,098±0,003
<i>ГДК</i>		<i>не допускається</i>	

За нашими розрахунками, порівняно з минулим роком, коли концентрація трифлураліну досягала 1,121 мг/кг, його вміст знизився у 10,3 раза. Можна було б допустити, що існує позитивна динаміка зниження вмісту трифлураліну в лікарській сировині валеріани лікарської на третій рік вегетації, але, як вже згадувалося вище, за критеріями ДСанПіН 8.8.1.2.3.4–000–2001, вміст пестицидів у лікарських рослинах не допускається.

Отже, порівняно з результатами попередніх років, відмічено позитивну динаміку зниження вмісту трифлураліну у ґрунті у 15,8–30,2 раза та в лікарській сировині валеріани третього року вегетації до 10,3 раза. Результати екотоксикологічних досліджень системи хімічного захисту валеріани лікарської від бур'янів вказують на необхідність розробки концепції щодо зменшення ступеня забруднення лікарської сировини і ґрунту залишками гербіциду тріфлан. Це надасть можливість ще на етапі планування цих заходів зменшити екологічний ризик пестицидів, які застосовуються в технологіях вирощування лікарських рослин.

Висновки

Встановлено, що наземна частина лікарських рослин лофанту анісового, подорожника великого і чорнобривців не накопичує трифлуралін з ґрунту, тоді як у кореневій системі валеріани лікарської даний пестицид може концентруватися у значних кількостях.

Аналіз трирічних даних показав позитивну динаміку зниження вмісту

трифлураліну в кореневій системі валеріани лікарської до 10,3 раза та в ґрунті під посівами даної культури від 1-го до 3-го років вегетації – до 15,8–30,2 раза.

Висунуто гіпотезу про здатність валеріани лікарської до накопичення трифлураліну кореневою системою, яке базується на певних властивостях ліпофільних пестицидів накопичуватися в рослинних тканинах із підвищеним вмістом жирів, оскільки основною діючою речовиною валеріани як лікарської культури вважається ефірна олія.

Перспективи подальших досліджень

Результати оцінки екологічно оптимального рівня навантаження агроєкосистеми гербіцидом трефлан, який застосовують для хімічного захисту при вирощуванні лікарських рослин, вказують на необхідність розробки методичних підходів щодо зменшення ступеня забруднення лікарської сировини і ґрунту залишками пестицидів шляхом мінімізації їхнього застосування. Розробка таких заходів надасть можливість покращання якості лікарської сировини та зменшить екологічний ризик пестицидів, які застосовуються в технологіях вирощування лікарських рослин.

Література

1. *Быков В.А., Бушковская Л.М., Пушкина Г.П.* Защита лекарственных культур от вредителей, болезней и сорняков (справочник) // М.: – Изд-во ВИЛАР, 2006. – 112 с.
2. *Горбань А.Т., Горлачева С.С., Кривуненко В.П.* Лекарственные растения. Вековой опыт изучения и возделывания. – П., “Верстка”. – 2004. – 229 с.
3. Директивы ВОЗ по классификации пестицидов по степени опасности / Адаптировано из публикации ВОЗ 1996. – <http://base.safework.ru/iloenc-navigator&spack>.
4. *Комарницький В.М.* Направления развития лекарственного растениеводства в Украине // Материалы XII Международного симпозиума “Нетрадиционное растениеводство. Этиология. Экология и здоровье”. – Алушта. Крым. – 2003. – С.357–359.
5. Лекарственные растения / Самая полная энциклопедия; *А.Ф.Лейда, Н.И.Джуренко, А.П. Исайкина, В.Г.Собко.* – М.: АСТ – ПРЕСС КНИГА, 2004. – С.89–90.
6. *Лишук А.М.* Екотоксикологічна оцінка застосування гербіциду трефлан на посівах валеріани лікарської // Збірник наукових праць Національного наукового центру “Інститут землеробства УААН” – К.: ВД “ЕКМО”, 2008. – Вип.2. – 132 с.

7. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочное издание. Под ред. *М.А.Клисенко*. – М.: Колос, 1983. – 304 с.
8. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – Київ: Юнівест Медіа, 2008. – 448 с.
9. *Пучин В.М., Багинский О.В., Букина Н.В.* Эффективность применения гербицидов на посевах лекарственных культур // Защита лекарственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Сб. науч. трудов. – Москва, 1986. – С. 135–138.
10. Справочник по пестицидам: Гигиена применения и токсикология / Сост. *Л.К. Седокур*; Под ред. *А.В.Павлова*. – К.: Урожай, 1986. – 432 с.