

УДК 504.064:632.95

Л.І. Соломенко, кандидат біологічних наук
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

КОНТРОЛЬ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОРОРГАНІЧНИХ ІНСЕКТИЦИДІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ

Оптимальне використання пестицидів, як показують дані наукових установ, сприяє досягненню ліквідності втрат продукції в середньому на 80% (від шкідників – 85%, хвороб рослин – 70% і бур'янів – 75%) [1]. Але залишки хімічних препаратів чи продукти їхнього метаболізму можуть накопичуватися в об'єктах навколишнього середовища. Інтенсивне забруднення природного середовища значною мірою є наслідком нераціонального сільськогосподарського виробництва.

Інсектициди, як і інші штучно синтезовані хімічні речовини, відносяться до ксенобіотиків, які при надходженні в екосистему втручаються в природний кругообіг речовин [2]. Виходячи з літературних джерел [3 – 4], характер розподілення та локалізації інсектицидів у рослині визначає відмінності в напрямку та швидкості трансформації хімічних сполук. Більшість дослідників вважає, що в трансформації „поверхневих” накопичень надається перевага абіотичним факторам; в трансформації „абсорбованих” – біотичним факторам під дією певних ферментних систем. Але метаболізм клітини, а значить і всієї рослини, є цілісною системою, а не просто сукупністю ферментативних реакцій, роз'єднаних у просторі і часі.

Для пшениці особливе значення має зміна вмісту азотистих сполук – білків, вільних амінокислот, амідів, пептидів тощо. Це пов'язано з тим, що харчова цінність і якість отриманого борошна (колір, смак та інше) у значній мірі визначається складом та співвідношенням цих речовин. Тому ми спробували вибрати саме ті показники, вивчення яких може найповніше відобразити картину метаболізму та її зв'язок з кінцевим результатом – врожаєм та якістю зерна пшениці.

Завдання і методика досліджень. У своїх дослідженнях для визначення зв'язку змін метаболізму рослин пшениці з динамікою поглинання, розподілення та накопичення фосфорорганічних інсектицидів використали системи показників на молекулярному

(біохімічні процеси) та онтогенетичному (толерантність рослинних організмів на певних стадіях онтогенезу) рівнях організації життя.

Мета роботи: виявити закономірності впливу процесів трансформації фосфорорганічних інсектицидів (на прикладі фамідофосу та каунтеру) на метаболізм рослин у ланцюгу взаємовідносин „шкідник – інсектицид – рослина – урожай”, за реакцією яких можна було б визначити небезпечні для екосистеми концентрації інсектицидів.

У дослідженнях використовували фосфорорганічні препарати фамідофос – середньотоксичний високоефективний інсектицид контактної та частково системної дії та каунтер – системної дії, за хімічними властивостями близький до фамідофосу, але більш токсичніший.

З метою виокремлення дії різних факторів на життєздатність і розвиток рослинних організмів, було використано вегетаційний метод ґрунтових культур [5]. Об'єкт дослідження – пшениця озима сорту Поліська 70.

У досліді препарати вносили в ґрунт при сівбі за такою схемою: контроль; різні частини інсектицидної норми препаратів (0,25; 0,5; 1,0; 2,0 норми), де одна інсектицидна норма – це 0,8 кг/га діючої речовини. Уміст досліджуваних інсектицидів у рослинному матеріалі визначали методом тонкошарової хроматографії [6]. Визначення вмісту білка в рослинній біомасі проводили за методом Лоурі [7].

Результати досліджень. Динаміка накопичення інсектицидів у рослинах пшениці озимої показала, що максимальна кількість фамідофосу ($2,9 \pm 0,092$ мкг/г рослин) накопичується під час появи сходів, тоді як пік насичення каунтером ($5,5 \pm 0,289$ мкг/г рослин) відбувається в стадії другого листка (табл.1). Цікаво й те, що накопичення максимуму фамідофосу досягається за подвійної норми застосування препарату, а каунтеру – за мінімального внесення його в ґрунт.

Таким чином, накопичення інсектициду в рослинному організмі відбувається до «точки-максимуму», після чого спостерігається зменшення його концентрації в рослині. Це може бути пояснено тим, що саме в цей момент інсектицид потрапляє під вплив метаболічних процесів рослини і детоксикація ксенобіотика починає переважати над його надходженням до рослинного організму [8]. Доказом установлених закономірностей були дослідження на онтогенетичному рівні, що виражалися у змінах висоти та маси рослин пшениці озимої (рис.1).

Таблиця 1. Вміст інсектицидів у рослинах пшениці озимої сорту Поліська 70 залежно від стадій онтогенезу в середньому за 2007-2009 рр., мкг/г рослин

Препарат	Діюча речовина, кг/га,	Фаза розвитку			
		поява сходів	поява 2-го листка	поява 3-го листка	кущіння
Фамідофос	0,4	2,0±0,100	2,3±0,153	1,6±0,100	Не визн.
	0,8	2,3±0,184	1,2±0,0152	0,9±0,045	Не визн.
	1,6	2,9±0,092	1,7±0,71	0,4±0,035	Не визн.
Каунтер	0,2	2,0±0,152	5,5±0,289	3,4±0,058	Не визн.
	0,4	2,5±0,115	5,1±0,306	2,8±0,060	Не визн.
	0,8	3,3±0,152	5,3±0,334	2,1±0,041	Не визн.
	1,6	4,7±0,200	3,3±0,252	2,5±0,041	1,8±0,071

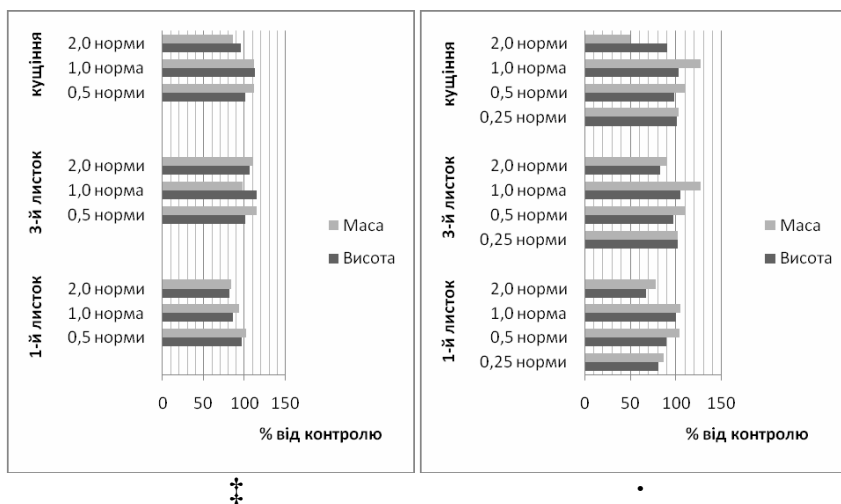


Рис.1. Динаміка росту та накопичення біомаси рослин пшениці озимої під впливом фосфорорганічних інсектицидів у середньому за 2007-2009 рр. (а – фамідофосу, б – каунтеру)

Вплив інсектицидів на висоту рослин виразніше проявляється на початкових фазах вегетативного розвитку культури. При появі сходів під впливом фамідофасу спостерігається пригнічення росту рослин у прямій залежності від збільшення норми препарату. З наступним розвитком рослин тільки подвійна норма препарату викликає спочатку стимуляцію росту, а у фазу кущіння – деяке пригнічення. Така ж залежність на початкових стадіях вегетативного розвитку рослин пшениці озимої спостерігається і

за внесення каунтеру. Подвійна норма цього препарату викликає постійне пригнічення росту рослин протягом всього вегетативного періоду „сходи – кущіння”.

Показовішими виявилися дані з впливу інсектицидів на накопичення біомаси (рис.1). Особливо цікаво те, що різниця у масі рослин в усіх варіантах досліду у фазу кущіння симетрично відображає дані на початкових фазах розвитку рослин, звідси можна зробити висновок про те, що початкова реакція рослинних організмів на трансформацію інсектициду визначає подальший розвиток (ріст, накопичення біомаси, формування врожаю). Доказом цього стали фізіологічні показники азотного обміну рослинних організмів.

Як відомо, серед метаболічних процесів саме азотний обмін, який відповідає за синтез білкових речовин, передбачає перебіг всіх фізіологічних та біохімічних процесів рослин. Результати досліджень показали, що фосфорорганічні інсектициди мають значний вплив на азотний обмін пшениці озимої (табл.2). Застосування лише половинної норми фамідофосу виявило стимулюючу дію синтезу білка за рахунок вільних амінокислот та аміаку, що надходять. Застосування однієї норми цього препарату приводить до того, що вміст білка та небілкового азоту зростає, а аміак, що продовжує надходити до рослин, очевидно, вже не може повністю використовуватися для органічного синтезу і починає накопичуватися в тканинах рослин, що і може призвести до їхньої інтоксикації. Дві дози цього препарату ще виразніше інгібують оновлення білкових молекул в рослинних клітинах, що також супроводжується накопиченням аміаку.

Таблиця 2. Вплив фосфорорганічних інсектицидів на азотний обмін рослин пшениці озимої сорту Поліська 70 (фаза кущіння)

Інсектицид, кг/га д. р.		Загальний уміст білкового N, % від фону	Загальний уміст амінокислот, нмоль %	Аміак, нмоль %	Аміак у % від загального вмісту N
Контроль	0,0	-	84,06±0,75	20,19±0,18	24,0
Фамідофос	0,4	112±5,6	51,63±0,46	1,17±0,01	2,3
	0,8	106±5,3	87,30±0,79	29,22±0,26	33,5
	1,6	68±3,4	158,36±1,43	110,50±0,99	69,8
Каунтер	0,2	92±4,6	147,13±1,33	72,70±0,65	49,4
	0,4	96±4,8	73,70±0,66	20,11±0,18	27,3
	0,8	96±4,3	58,02±0,52	15,98±0,14	27,5
	1,6	68±3,4	231,16±2,08	149,42±1,34	64,8

При застосуванні каунтеру спостерігалось значне гальмування синтезу білка протягом усього вегетаційного періоду «сходи – кушіння» (табл.2). Лише під час внесення одинарної дози каунтеру відбувалось незначне прискорення синтезу білка за рахунок використання вільного аміаку і новоутворюваних амінокислот, що підтверджується також результатами з накопичення біомаси рослинами пшениці озимої під дією цього препарату (рис.16).

Висновки. У результаті проведених досліджень виявлено, що застосування фосфорорганічних інсектицидів призводить до порушення метаболічних процесів рослин пшениці озимої як на онтогенетичному (ріст та накопичення біомаси), так і на фізіологічному рівні, гальмуючи утворення білка, скорочуючи оновлення білкових молекул за рахунок збільшення вмісту вільних амінокислот та накопичення аміаку. Помічено пряму залежність між токсичністю препарату і ступенем його впливу на метаболічні процеси рослинних організмів. Встановлено, що використання препаратів у оптимальних концентраціях може стимулювати перебіг фізіологічних процесів рослин пшениці озимої.

1. Кавецкий, В.М. Мониторинг пестицидов и экотоксикологические критерии их применения в агроэкосистемах. / В.М. Кавецкий, Н.А. Макаренко, Л.В. Кицно, Л.И. Бублик. // *Агроекология и биотехнология*. – К.: *Аграрна наука*, 1996. – С. 34–46.
2. Pietri-Tonneli P.de. Penetration and translocation of rogor applied to plants. In: *Advances in Pest Control Research*. – New York, 1965. – Vol.6. – P. 31–84.
3. Новожилов, К.В. Исследования некоторых биохимических факторов детоксикации фосфорорганических инсектицидов в растениях. / К.В. Новожилов, Т.В. Петрова, О.А. Ивко. // *Бюллетень ВИЗР*. – 1976. – №37. – С.44–47.
4. Петрова, Т.М. Транслокация и трансформация инсектицидов при их применении в растениеводстве: автореф. дис. / Т.М. Петрова. / –Л., 1987. – 23 с.
5. Журбицкий, З.И. Теория и практика вегетационного метода. / З.И. Журбицкий. – М., 1968. – С.46-84.
6. Соломенко, Л.И. Хроматографическое определение фосфамида и каунтера в растениях озимой пшеницы, почве и воде при их совместном применении. / Л.И. Соломенко, В.Н. Кавецкий. // *Защита растений*. – К.: *Урожай*, 1987. – Вып.34. – С.42–44.
7. Методы биохимического анализа. / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: *Колос*. – 1972. – С.275 – 276.
8. Соломенко, Л.І. Метаболічний контроль рослинними організмами екологічно небезпечних концентрацій ксенобіотиків (на прикладі фосфорорганічних інсектицидів). / Л.І. Соломенко. // *Науковий вісник*

Застосування фосфорорганічних інсектицидів приводить до порушення азотного обміну, гальмуючи утворення білка, скорочуючи оновлення білкових молекул, викликаючи накопичення амінокислот та амідів у вільному стані. І лише використання препаратів у оптимальних нормах може стимулююче діяти на перебіг даного процесу.

Ключові слова: фосфорорганічні інсектициди, агроecosистема, білок, азотний обмін, амінокислоти, аміди, екофізіологічний контроль.

Применение фосфорорганических инсектицидов приводит к нарушению азотного обмена, тормозя образование белка, сокращая обновление белковых молекул, вызывая накопление аминокислот и амидов в свободном состоянии. И только использование препаратов в оптимальных нормах может стимулирующе действовать на протекание данного процесса

Ключевые слова: фосфорорганические инсектициды, агроэко-система, белок, азотный обмен, аминокислоты, амиды, экофизиоло-гический контроль.

The research results show that the phosphoorganic insecticide use leads to the disturbance of nitrogen metabolism inhibiting the protein formation, reducing the protein molecule renewal, causing the amino acid and amide accumulation in the free state. And only the use of the preparations in optimal rates can influence stimulatingly upon the course of given process.

Key words: Phosphoorganic insecticides, agroecosystem, protein, nitrogen metabolism, amino acids, amides, ecophysiological control.