

С.О. ТРИБЕЛЬ, доктор сільськогосподарських наук, професор
О.О. СТРИГУН, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН

ХІМІЧНИЙ МЕТОД: УСПІХИ — ПРОБЛЕМИ — ПЕРСПЕКТИВИ

Наведено ретроспективний аналіз розвитку хімічного методу захисту рослин у Світі і Україні. Показано, що за останні 30 років (1980—2010) докорінно змінився асортимент пестицидів, порівняно з 50—70-ми роками ХХ сторіччя, зведено до мінімуму кількість персистентних пестицидів, покращено препаративні форми, удосконалено способи застосування. Значного поширення набули інсектициди не біоцидної, а регуляторної дії (гормональні препарати, регулятори росту рослин). Широко застосовується протруювання насіннєвого матеріалу, що покращило спрямування дії пестицидів на цільові об'єкти та зменшило на порядок норми витрати препаратів.

хімічний метод, пестициди, засоби захисту

Хімічний захист рослин — методи запобігання та зменшення втрат від шкідливих організмів за допомогою хімічних засобів (ДСТУ 3180-95).

Хімічний метод з використанням промислових препаратів був започаткований понад 250 років тому, коли в середині ХVІІІ сторіччя почали протруювати насіння злакових культур миш'яковими і ртутними препаратами, розчинами мідного купоросу. Проте лише в середині ХІХ сторіччя почалися науково-обґрунтовані роботи з пошуку хімічних препаратів та організації їх промислового виробництва. Перший інсектицид промислового виробництва Паризька зелень був застосований у 1867 р. в штаті Мічиган (США) проти колорадського жука. Проте справжня ейфорія розвитку хімічного методу і тотального застосування інсектицидів почалась після другої світової війни [2] з виробництвом препаратів ДДТ і ГХЦГ.

Б.И. Рукавишников [9] писав: “Гірким парадоксом є співставлення двох фактів — Шведська Академія наук скоро після другої світової війни нагородила Нобелівською премією швейцарського вченого Мюллера, що відкрив у 1937 р. інсектицидні властивості ДДТ, а в 1979 р. в тій же Швейцарії, як і ряді інших країн, застосування ДДТ було заборонено законодавчо”.

Не дивлячись на деякі недоліки хімічного методу він є і буде найбільш мобільним і широко застосовується у світовій практиці захисту рослин. Альтернативи поки що йому немає, окрім того, асортимент пестицидів, тактика і стратегія їх застосування докорінно змінилася.

Так, за даними В.А. Захаренка [3] обсяги застосування пестицидів у вартісному виразі у світовому землеробстві у 1980 р. порівняно з 1960 р. збільшилось у 13,6 раза, у 1990 р. — у 25,7 раза, в 1997 р. (за даними <http://www.oecd.org/document>) — у 29 разів. Беззаперечно, що велике значення має тенденція невпинного зростання вартості пестицидів, яка кожне десятиріччя збільшується на порядок за рахунок ускладнення синтезу більш складних сполук. Проте навіть порівняння 1985 р. з 1997 р., (період менш контрасної зміни хімічних сполук) обсяги застосування пестицидів у грошовому виразі збільшились в 1,55 раза (табл. 1).

Щодо колишнього СРСР, то тут також спостерігається різке зростання обсягів застосування пестицидів після 1960 р. Так, у 1985 р. порівняно з 1960 р. воно збільшилось у 6,4 раза, але навантаження діючої речовини на оброблену пестицидами площу збільшилось лише у 1,91 раза (табл. 2).

Істотні зміни відбулися у світовому землеробстві у 1960—1990 рр. у застосуванні пестицидів за призначенням. Так, якщо у 1960 р. частка гербіцидів від загальної кількості хімічних засобів захисту рослин становила 20%, інсектицидів — 36,5%, фунгіцидів — 40%, інших хімічних засобів — 3,5%, то у 1985 р. частка обсягів застосування гербіцидів збільшилась у 2,2 раза і становила 44,5%, інсектицидів — дещо зменшилась і становила 31,4%, фунгіцидів — зменшилась у 2,3 раза і становила 17,6%. Використання інших хімічних засобів захисту рос-

1. Динаміка використання пестицидів у світовому землеробстві в 1960—1990 рр. [3]

Рік	Загальний обсяг застосування, млрд доларів	В т.ч., %			
		гербіциди	інсектициди	фунгіциди	інші хімічні засоби
1960	0,85	20,0	36,5	40,0	3,5
1970	2,70	34,8	37,1	28,2	5,9
1980	11,60	41,0	34,7	18,8	5,5
1985	15,90	44,5	31,4	17,6	6,5
1987	20,00	43,0	30,5	20,5	6,0
1990	21,85	42,1	30,6	21,0	6,3
1997*	24,63	49,7	10,5	27,2	12,6

*<http://www.oecd.org/document>

2. Динаміка застосування пестицидів в колишньому СРСР в період інтенсивної хімізації сільського господарства [3]

Характеристика показників	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1987
Виробництво, тис. тонн а.р.	35	128	211	253	398	495	489
Застосування на площі, млн га	40	97	142	188	214	241	256
Навантаження на оброблену площу, кг/га а.р.	0,87	1,32	1,49	1,35	1,85	2,05	1,91
Навантаження, кг/га орної землі	0,15	0,56	0,93	1,11	1,75	2,17	2,15

лин, зокрема, регуляторів росту рослин, збільшилось в 1,9 раза, що становить 6,5% (табл. 1).

Ще більш відчутні зміни спостерігаються у структурі обсягів застосування пестицидів у подальшому. Навіть при порівнянні 1990 р. з 1997 р. спостерігається тенденція поступового збільшення обсягів застосування гербіцидів і незначно змінюються обсяги застосування фунгіцидів, проте суттєво збільшуються обсяги застосування регуляторів росту рослин (табл. 1, 3).

Ця тенденція помітна в цілому у світовому застосуванні пестицидів. Проте в розрізі окремих країн, що різняться кліматичними умовами і вирощуванням сільськогосподарських культур, відмічається дещо інша тенденція. Так, в Канаді, Німеччині спостерігається тенденція до збільшення застосування як фунгіцидів, так і регуляторів росту рослин. У Великобританії, Франції і Японії спостерігається тенденція до зменшення обсягів застосування гербіцидів (табл. 3).

Зміна технологій вирощування основних сільськогосподарських культур та їх впровадження вимагають у кожній країні своєрідної корекції стосовно пріоритетів щодо застосування пестицидів за призначенням.

Проте середні показники застосування пестицидів за призначенням у передових країнах світу в 2001—2007 рр. свідчать про таку наближену тенденцію: частка інсектицидів становить 10,5%, фунгіцидів — 27,2%, гербіцидів — 49,7%, інших хімічних засобів — 12,7%. Ця закономірність найбільш помітна в таких країнах як Канада і Німеччина (табл. 3, 4).

Ретроспективний аналіз застосування пестицидів в передових країнах світу свідчить, що немає підстав стверджувати про біологізацію інтегрованих систем захисту рослин. Як і 50 років тому домінуючим є хімічний метод, але є зміни в застосуванні пестицидів за призначен-

3. Динаміка застосування пестицидів у передових країнах світу
(за <http://www.oecd.org/document>)

Країна	Базовий рік	Пестициди	Обсяг застосування у базовому році, т (а.р.)	За роками у % від базового року				
				1985	1995	2001	2005	2006
Канада	1990	I	1800	176	—	107	81	72
		Ф	2532	111	—	137	144	147
		Г	27114	111	—	113	105	106
		ІХЗ	2518	122	—	92	116	113
США	1990	I	37195	138	104	89	—	—
		Ф	22680	118	98	84	—	—
		Г	206385	110	101	95	—	—
		ІХЗ	60328	71	128	95	—	—
Японія	1990	I	36460	110	86	64	—	62
		Ф	40357	103	101	74	—	61
		Г	15791	113	87	73	—	76
		ІХЗ	496	—	104	142	—	88
Німеччина	1994	I	969	—	89	76	85	84
		Ф	7698	—	125	107	132	133
		Г	14834	—	104	101	99	115
		ІХЗ	3231	—	120	122	118	116
Великобританія	1990	I	1542	109	110	92	61	70
		Ф	7223	71	86	68	82	73
		Г	23284	132	97	98	90	53
		ІХЗ	3571	90	149	182	169	158
Франція	1990	I	7718	81	92	32	32	27
		Ф	41514	117	103	130	86	87
		Г	37429	97	73	86	78	62
		ІХЗ	11040	62	63	99	96	95

Примітка: I — інсектициди;
 Ф — фунгіциди;
 Г — гербіциди;
 ІХЗ — інші хімічні засоби (регулятори росту рослин, родентициди)

4. Обсяги застосування пестицидів в передових країнах світу на початку XXI сторіччя (в тоннах активного інгредієнта) (за <http://www.oecd.org/document>)

Країна	Рік	Загальна кількість, т (а.р.)	В т.ч. за призначенням, %			
			інсектициди	гербициди	фунгіциди	інші хімічні засоби*
США	2001	306175	10,81	6,22	64,15	18,82
Канада	2006	36573	3,52	10,18	78,50	7,80
Японія	2006	59565	37,87	41,23	20,17	0,73
Німеччина	2007	32687	3,34	33,48	52,46	10,72
Великобританія	2006	24305	4,42	21,84	50,54	23,19
Франція	2006	71700	2,93	50,21	32,22	14,64
Середнє	—		10,48	27,19	49,67	12,65

Примітка: інсектициди — інсектициди, акарициди, молоскоциди, нематодициди, мін. масла; фунгіциди — фунгіциди, бактерициди, протруйники насіння; гербициди — гербициди, дефоліанти і десиканти; інші засоби — регулятори росту рослин і родентициди.

ням. Зокрема, з послабленням долі агротехнічного методу збільшилась у два рази частка застосування гербицидів.

Виникає запитання, яка ж ситуація із застосуванням пестицидів склалася в Україні за останні 30 років? Так, в період стабільного господарювання, ще у складі колишнього СРСР в 1980—1990 рр. в Україні в середньому пестициди застосовували на площі 47—50,1 млн га, в т.ч. майже стабільно застосовували гербициди на площі 13,8 млн га, що становило 24,5% від усєї площі із застосуванням пестицидів. Площа, де застосовували інсектициди, становила в середньому 43,9%, фунгіциди — 14,4%. Окрім того, біометод застосовували на 17% площ.

В період активної перебудови агропромислового комплексу (1996—2000 рр., 2001—2005 рр.) обсяги застосування пестицидів зменшились утричі, проте тенденція до захисту посівів від шкідників збереглась на рівні близько 40% площ із застосуванням пестицидів, дещо зменшились обсяги застосування фунгіцидів, але суттєво збільшились (до 40,1—41,1%) площі із застосування гербицидів. Обсяги застосування біометоду невинно зменшуються.

В останнє п'ятиріччя (2006—2010 рр.) в Україні також спостерігається збільшення обсягів застосування пестицидів; переважно за рахунок гербицидів і фунгіцидів (табл. 5, 6).

За порівняння даних щодо застосування пестицидів у світовому землеробстві (табл. 1) по Україні спостерігається однакова тенденція у збільшенні обсягів застосування гербицидів, що зумовлено змен-

5. Динаміка середньорічного застосування засобів захисту разом з регуляторами росту рослин (РРР) в Україні у 1980—2010 рр. (розраховано за даними Голодержзахисту)

Період, роки	Загальна середньорічна площа обробки, тис. га	У тому числі, %			
		інсектициди	біометод	фунгіциди	гербіциди, десиканти
1980—1985	60018,0	46,3	15,7	12,4	25,2
1986—1990	57574,5	41,5	18,4	16,4	23,7
1991—1995	28419,3	32,1	21,9	13,4	32,6
1996—2000	17185,1	42,1	7,7	10,1	40,1
2001—2005	19026,4	38,9	6,1	9,9	41,1
2006—2010	30973,1	33,3	4,3	14,5	48,1
2010	38587,4	36,5	4,6	16,6	46,9

6. Динаміка обсягів середньорічного застосування пестицидів (без РРР) в Україні у 1980—2010 рр. (розраховано за даними Голодержзахисту)

Період, роки	Оброблено, тис. га	Кратність обробки орної землі,* разів/га			
		Разом	у т.ч.		
			інсектицидами	фунгіцидами	гербіцидами
1980—1985	50575,4	1,52	0,83	0,23	0,46
1986—1990	46986,	1,41	0,72	0,28	0,41
1991—1995	22199,1	0,66	0,27	0,11	0,28
1996—2000	15855,4	0,47	0,22	0,05	0,21
2001—2005	17873,8	0,54	0,22	0,06	0,26
2006—2010	29636,4	0,89	0,31	0,13	0,45
2010	36808,4	1,10	0,40	0,18	0,52

* Площа орної землі і багаторічних насаджень — 33381 тис. га

шенням агротехнічних прийомів контролю бур'янів. В Україні дещо менші обсяги застосування фунгіцидів.

Заслугове на увагу аналіз причин поступового збільшення обсягів застосування пестицидів у таких країнах як Канада і Німеччина, що мають наближені з Україною кліматичні умови. В Канаді, де широко застосовують технології No-till обсяги застосування фунгіцидів, гербіцидів і стимуляторів росту рослин збільшуються порівняно з базовим

1990 р. Така ж тенденція спостерігається і у Німеччині (табл. 3). Не виключено, що така ж закономірність очікує і наше землеробство за умов стабілізації сільськогосподарського виробництва і переходу до нових технологій та зменшення обсягів агротехнічних прийомів, зокрема, заорювання інфікованих рослинних решток, що сприяє обмеженню накопичення інфекції.

З ретроспективного аналізу застосування пестицидів у передових країнах світу і Україні впливає, що хімічний метод є домінуючим у передових країнах світу. А з переходом на технології No-till його роль невпинно збільшується, зокрема, за рахунок збільшення обсягів застосування фунгіцидів, регуляторів росту рослин і гербіцидів. Проте асортимент препаратів, препаративні форми та способи їх застосування невпинно удосконалюються.

Сучасні препаративні форми пестицидів і агрохімікатів (регуляторів росту рослин) докорінно змінилися, порівняно з тими, що були поширені в другій половині минулого сторіччя. Вони стали добре збалансованими за багатьма показниками, часто в їх складі міститься два-три компоненти діючої речовини, що значно розширює спрямованість та спрощує дозування препаратів, приготування робочих рідин для їх застосування.

Найпоширенішими препаративними формами є: вододисперсні та водорозчинні гранули, водна емульсія, водний розчин, водно-суспензійний концентрат, концентрат емульсії, масляно-водна емульсія, масляна суспензія, мікрокапсульована емульсія, мікрокапсульована водна суспензія, суспензійна емульсія, таблетки, текучий концентрат суспензії, текуча паста.

Найбільшого розмаху набуло протруювання насінневого (садивного) матеріалу пестицидами.

Протруювання насіння (садивного) матеріалу — нанесення пестициду на насіннєвий (садивний) матеріал для знищення інфекції шкідливих організмів (ДСТУ 4756-07).

Другий найпоширеніший спосіб застосування пестицидів — обприскування.

Обприскування пестицидами — нанесення робочої рідини пестициду в крапельно-рідкому стані на оброблювану поверхню для знищення шкідливих організмів. За розмірами крапель поділяється на великокраплинне (>80% крапель розміром >0,15 мм), дрібнокраплинне (0,05—0,15 мм), високодисперсне (0,025—0,05 мм) (ДСТУ 4756-07).

Найпоширеніше почалось застосування комбінованого протруювання насіння із використанням інсектицидів, фунгіцидів, стимуляторів росту рослин і мікроелементів. Досить широкого поширення набули регулятори росту рослин, що, окрім того, підсилюють імунітет рослин та застосовуються в мікродозах. Навіть широке впроваджен-

ня генетично-модифікованих рослин не обходиться без застосування пестицидів, зокрема, гербіцидів.

Отже, не дивлячись на колишні недоліки хімічного методу захисту рослин він був, є і буде в найближчі 30—50 років домінуючим методом.

Високотоксичні і персистентні пестициди заборонені чи витіснені з ринку більш ефективними та безпечними для довкілля. Збільшилася частка в структурі асортименту інсектицидів, які застосовуються цілеспрямовано проти шкідників способом нанесення на насіння, що забезпечує високу ефективність проти шкідників сходів рослин в нормах на порядок менших ніж при обприскуванні.

Піретроїди (дельтаметрин, циперметрин, есфенвалерат, біфетрин та ін.), що набули популярності за масштабами застосування в 1980—1990 рр., в останні 10 років поступилися неонікотиноїдам пріоритетністю та масштабами застосування (імідаклоприд, ацетаміприд, тіаметоксам, тіаклоприд). Неонікотиноїди мають такі властивості [7]:

- не мають вираженої перехресної резистентності з карбаматами, фосфорорганічними сполуками, піретроїдами;
- вибірково діють та добре акумулюються рецепторами комах і погано — рецепторами людини та інших теплокровних;
- слабколеткі, як полярні сполуки вони не іонізуються за звичайної рН, стійкі до гідролізу;
- мають системні властивості з контактено-кишковим ефектом.

Набувають поширення біоциди природного походження:

— авермектини (Актофіт) інсекто-акарициди, що володіють механізмом дії нейротоксичного типу та добре діють проти шкідників в широкому діапазоні температур (18—28°C). Застосовуються на овочевих, плодових і ягідних культурах. Вважають, що вони не володіють системною дією (Попов и др. 2003). Проте наші дослідження з застосуванням препарату на основі абемектину на гіркокаштані звичайному (*Aesculus hippocastanum* L.) проти інтродукованого фітофага — каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) способом ін'єкції в стовбури дерев, забезпечували токсичність крони впродовж шести років [11].

Загалом, в “Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2010 р.” нарахується 184 сполуки пестицидів, серед яких 38 — інсектоакарициди. Для протруювання насіння від збудників хвороб і шкідників зареєстровано 92 препарати, серед яких 22 інсектициди і 8 — фунгіциди.

Дуже помітно збільшився асортимент регуляторів росту рослин, яких нарахується 78 препаратів, рекомендованих до застосування на польових, овочевих, ягідних, плодових і технічних культурах.

В масиві літератури регулятори росту рослин розглядаються як

індуктори імунітету рослин проти збудників хвороб та шкідників [1, 4-6, 8, 10, 12-16]. Позитивною властивістю цих сполук є не біоцидна, а біорегуляторна дія. Окрім того, вони безпечні для людини і теплокровних тварин, мають певну вибірковість, застосовуються в мінімальних нормах витрати та відзначаються малотоннажним виробництвом.

Механізм дії регуляторів росту рослин більш вивчений проти збудників хвороб і недостатньо — проти членистоногих фітофагів. Щодо механізму дії цих препаратів, як регуляторів хемоімунітету, то слід пригадати, що комахи для розпізнавання придатності рослин як живильного середовища при контакті з ними використовують надчутливу аналітичну систему, здатну на молекулярному рівні оцінити біохімічний склад рослини.

Так, Л.А. Анішин із співавторами при вивченні взаємодії патогенів та рослин довели, що елісити — метаболіти, що викликають розвиток захисних реакцій у тканинах рослин утворюють фітоалаксини [8]. Встановлено, що елісити бувають двох типів: з вмістом вуглеводнів — глікопротеїни; з вмістом ліпідів, у складі яких є C_{20} — полінасичені кислоти.

Вважають перспективним індукування стійкості рослин за допомогою метаболітів паразитичних мікроорганізмів (речовини-еліситори, а також речовини, що перешкоджають індуванню (антиеліситори)) [4]. Найбільша еліситорна активність властива арахідоновій та ейкозопентаєновій кислотам, що є компонентами ліпоглікопротеїнового комплексу (ЛПГ), антиеліситорної — Я—1,3 — Я—1,6. Окрім того, встановлено, що під дією арахідонової кислоти у великих концентраціях (100 мкг/мл, тобто 10^{-4} М і більше) відбувається індукція локальної стійкості з утворенням фітоалаксинів, а за низької концентрації (5—10 мкг/мл і менше, тобто 10^{-8} М) — індукція системної стійкості.

Нагадаємо про особливу роль арахідонової кислоти в еволюції рослинного і тваринного світу. Вищі рослини містять C_{20} — поліенових кислот, проте ці екзогенні кислоти (арахідонова, ейкозопентаєнова) ініціюють локальну некротизацію рослин. Для людини і тварин арахідонова кислота є незамінною складовою мембранних і запасних ліпідів. Ці кислоти, особливо арахідонова, є попередником активних алкозанодів.

Окрім індукування стійкості рослин проти патогенів, арахідоновій і ейкозопентаєновій кислотам властива чітко виражена рістстимулююча і рістформуюча дії. Після обробки насіння цими еліситорами прискорюється його схожість, ріст, скорочуються міжфазні періоди, зростає кущистість, листовка поверхня, стимулюється корене- і бульбоутворення, інтенсивніше накопичення сухої речовини, підвищується озерненість колосся і маса зерен; активізуються процеси від-

новлення втрачених органів та загоювання ран, підвищується рівень стійкості проти хімічних токсикантів, посухо- і морозостійкість та стійкість проти шкідливих організмів [5].

Отже, регулятори росту рослин, що використовуються як стимулятори фізіологічних процесів рослин, впливають на біохімічний склад рослин, чим не тільки сприяють підвищенню їх продуктивності, а й підвищують толерантність до пошкоджень шкідливими організмами. Деякі з них пригнічують розвиток та розмноження шкідливих організмів. З урахуванням їх застосування в мікродозах, безпечності для людини, тварин та корисних комах регулятори росту рослин належить розглядати як один із важливих елементів екологічно безпечних засобів захисту рослин в інтегрованих системах. Проте така роль цих засобів контролю чисельності шкідливих організмів в агроценозах потребує детальнішого вивчення не тільки як індукторів імунітету, але й для з'ясування дії та післядії на шкідливі та корисні організми. Вважають, що деякі еліситори не тільки стимулюють, але в певні періоди їх застосування можуть пригнічувати ростові процеси рослин та стимулювати розвиток і розмноження деяких шкідників і збудників хвороб [1].

Усе це спонукає до поглибленого вивчення регуляторів росту рослин і їх потенційних можливостей в захисті рослин від шкідливих організмів.

Не слід залишати без поглибленого вивчення дію та післядію на шкідливі організми і ряду сучасних інсектицидів, що характеризуються низькою токсичністю для ссавців та відрізняються новими механізмами дії проти шкідників.

Серед таких препаратів заслуговують на увагу неонікотиноїди, зокрема, препарати на основі тіаметоксаму (Актара 25 WG, в.г., Актара 240 SC, к.с., Круїзер 350 FS, т.к.с. компанії "Сингента", Швейцарія). Ці препарати відрізняються від інших неонікотиноїдів специфічним механізмом дії на фітофагів, а саме: тіаметоксам взаємодіє з рецепторами нікотинацетиленхоліна нервової системи комах, що гальмує потребу їх у живленні та врешті призводить до загибелі.

Нами встановлено, що за обробки бульб картоплі перед висаджуванням Актарою 25 WG (0,6 кг/т) чи Круїзером 350 FS (0,4 л/т) забезпечується висока ефективність проти наземних та ґрунтових шкідників (колорадського жука, дротяників, личинок хрущів та гусениць озимої совки). Престиж 290 FS, т.к.с. (імідаклопрід 140 г/л + пенсікурон, 150 г/л) — 1 л/т та інші протруйники на основі імідаклоприду забезпечують достатню ефективність проти дротяників, личинок хрущів, колорадського жука, попелиць, проте неефективні проти гусениць озимої совки. Вірогідно, тіаметоксам забезпечує високу ефективність проти совок саме завдяки антифідантним властивос-

тям, оскільки метелики генерації, що перезимувала, відкладають яйця в червні, уникають таких посадок картоплі. Висока антифідантна дія тіаметоксаму проти метеликів озимої совки підтверджується високою ефективністю за обприскування картоплі в період льоту метеликів (26.06) Актарою 25 WG, в.г. (0,08 кг/га).

Відомо, що поліфаги чутливіше реагують на антифідантні (репелентні) властивості препаратів чи рослин, ніж монофаги [1].

Оскільки препарати на основі тіаметоксаму характеризуються як екологічно безпечні (належать до III класу небезпечності, ЛД₅₀ яких > 1500 мл/кг) (Каталог фірми “Сингента”) та окрім біоцидної властивості, мають антифідантну і застосовуються в низьких нормах витрати, то це наближує їх до еліситорів.

Заслугує на позитивну екологічну оцінку і такий спосіб застосування інсекто-фунгіцидів, як передпосівна та передсадивна обробка насінневого та садивного матеріалу. Насамперед це — найбільш цілеспрямоване та раціональне застосування пестицидів. По-друге, це запобіжний захід, що значно обмежує прояв шкідливості фітофагів та збудників хвороб. При застосуванні системних препаратів відбувається індукована імунізація рослин, що збільшує тривалість захисної дії препаратів. За одночасного застосування в композиціях для протруювання насінневого матеріалу необхідних мікроелементів і регуляторів росту рослин забезпечується підвищення толерантності рослин як до несприятливих абіотичних, так і біотичних чинників, підвищується продуктивність рослин.

Екологічно безпечним для довкілля є застосування інсектицидів способом ін'єкції препаратів у стовбури дерев. Цей спосіб набув поширення з появою в Європі нового небезпечного шкідника гіркокаштану звичайного каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič). За внесення препаратів у стовбури дерев на основі імідаклоприду, абемектину забезпечується захист крон каштанів упродовж п'яти-шести років.

Отже, сучасні інтегровані системи захисту рослин поєднують такі методи: організаційно-господарський і агротехнічний, імунологічний (генетичний), біологічний, фізико-механічний та хімічний. Оптимальною в інтегрованих системах польових культур є така наближена частка кожного з методів: організаційно-господарського і агротехнічного — 25—30%, біологічного — 10—15%, хімічного — 30—35%. Проте в останні 30 років (1980—2010) спостерігається невпинне зростання частки хімічного методу як в передових країнах світу, так і в нашій державі. Наближена до реальної динаміка зміни часток різних методів захисту рослин наведена в таблиці 7.

**7. Розрахована динаміка використання основних методів
у інтегрованих системах захисту польових культур
від шкідливих організмів в Україні**

Метод захисту рослин	Частка використання за роками, %				
	оптимальна	1980—1990	1995—2000	2005—2010	2010
Організаційно-господарський і агротехнічний	25—30	30	17	15	15
Імунологічний (генетичний)	25—30	18	20	18	18
Біологічний	10—15	17	8	6	5
Хімічний	30—35	35	55	61	62

ВИСНОВКИ

1. За останні 30 років (1980—2010) докорінно змінився асортимент пестицидів, порівняно з 50—70-ми роками ХХ сторіччя, зведено до мінімуму кількість персистентних пестицидів, покращено препаративні форми, удосконалено способи застосування. Значного поширення набули інсектициди не біоцидної, а регуляторної дії (гормональні препарати, регулятори росту рослин). Широко застосовується протруювання насінневого матеріалу, що покращило спрямування дії пестицидів на цільові об'єкти та зменшило на порядок норми витрати препаратів.

2. У зв'язку з переходом від планової до ринкової економіки господарювання, перетворенням великих колективних господарств у невеликі фермерські та поглибленням енергетичної кризи, послабилась роль організаційно-господарського та агротехнічного методів (нестабільність структури посівних площ культур, науково-обґрунтованого чергування культур у сівозмінах, спрощення системи обробітку ґрунту тощо) суттєво погіршився фітосанітарний стан агроценозів, що зумовлює необхідність поглибленого вивчення дії та післядії пестицидів як на цільові об'єкти, так і на довкілля.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Буров В.Н., Долженко В.И. Основные критерии государственной регистрации и применения иммуномодуляторов // Защита и карантин растений. — 2009. — № 8. — С. 4—6.
2. Васильев В.П. Современные химические средства защиты растений от вредителей. — М.: Наука, 1965. — 36 с.
3. Захаренко В.А. Гербициды. — М.: ВО Агропромиздат, 1990. — 240 с.
4. Влияние продуктов циклооксигеназного окисления арахидоно-

вой кислоты на взаимодействие картофеля с возбудителем фитофтороза / Ильинская Л.И. и др. // Прикладная биохимия и микробиология. — 1996. — Т. 32. — С. 340—345.

5. *Кульнев А.И., Соколова Е.А.* Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитифит). — Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. — 100 с.

6. *Механизм* индуцирования элиситорами системной устойчивости растений к болезням / О.Л. Озерецковская, Л.И. Ильинская, Н.И. Власюкова // Физиология растений. — 1991. — Т. 41, вып. 4. — С. 626—633.

7. *Основы* химической защиты растений / С.Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В.А. Калинин // Учебное пособие. — М.: Арт-Лион, 2003. — 208 с.

8. *Регулятори* росту в рослинництві. Рекомендації з застосування / Анішин Л.А., Пономаренко С.П., Грицаєнко З.М. — К.: Агробіотех НАНУ та МОН України, 2007. — 28 с.

9. *Рукавишников Б.И.* Современное состояние проблемы стерилизации насекомых // Предисловие к книге Ла Брек, К. Смит Генетические методы борьбы с вредными насекомыми (хемостерилизации насекомых). Перевод с англ. Б.В. Шиленко, под ред. Б.И. Рукавишникова. — М.: Колос, 1971. — 264 с.

10. *Фундаментальные* проблемы сельскохозяйственной энтомологии / Павлюшин В.А., Буров В.Н., Новожилов К.В., Танский В.И. // Вестник защиты растений. — 2008. — №1. — С.3—18.

11. *Хімічна* імунізація каштанів проти каштанової мінуючої молі / С.О. Трибель, О.О. Стригун, О.М. Гаманова // Карантин і захист рослин. — 2011. — № 2. — С. 18—22.

12. *Hammerschmidt R., Kuc J.* Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber // *Physiol. Plant Path.* — 1992. V. 20. — P. 61—71.

13. *Kruess A.* Indirect interactions between a fungal plant pathogen and herbivores beetle in weed *Cirsium arvense* // *Ecologia.* — 2002. — №130. — P. 563—569.

14. *Attraction* of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to damaged and Chemically Induced Potato Plants / P. Landolt, J.H. Fumrlison, D.H. Alborn // *Environ. Entomol.* — 1999. — №29 (6). — Н. 273—278.

15. *Direct* and ecological costs resistance to herbivory / Sh. Strauss, J.A. Rungers, J.A. Lau, R.E. Irvin // *Trends in Ecology and Evolution.* — 2002. — V.17, №6. — P. 278—285.

16. *Stumm D., Gessler C.* Role of papillae in the induced systemic resistance of cucumber // *Physiological and Molecular Plant Pathology.* — 1986. — V. 29.

**С.А. Трибель, А.А. Стригун. Химический метод:
успехи — проблемы — перспективы**

Приведен ретроспективный анализ развития химического метода защиты растений в Мире и Украине. Показано, что за последние 30 лет (1980—2010) изменился ассортимент пестицидов, по сравнению с 50—70-ми годами XX столетия сведено к минимуму количество персистентных пестицидов, улучшены препаративные формы, усовершенствованы способы применения. Увеличилось применение инсектицидов не бицидного, а регуляторного действия (гормональные препараты, регуляторы роста растений). Широко используется протравливание семенного материала, что улучшило направленное действие пестицидов на целевые объекты и уменьшило на порядок нормы расхода препаратов.

**Trybel' S., Strygun O. Chemical method:
successes — problems — perspectives**

It is presented the retrospective analysis of development of chemical method of plant protection in the world and Ukraine. It is shown that for the last 30 years (1980—2010) the assortment of pesticides in comparison with the 50—70th years of XX century was changed radically, in so doing the number of the perspective ones was reduced to minimum. There were ameliorated the preparative forms of pesticides and improved the ways of their application. The insecticides not biocide, but regulatory action (hormonal preparations, growth regulators of plants) became to be used on a large scale.

Disinfection (or seed dressing) is used now widely. This way makes better the direction of toxic action of pesticides to the target objects and lets to reduce the pesticide consumption rates 10 times.