

- Москва, 18–22 апреля 2016 г. / Институт леса Сибирского отделения РАН ; отв. ред. Ю. Н. Баранчиков. – Красноярск, 2016. – С. 145–146.
8. Павлов, И. Н. Биоэкологические особенности развития яблонной плодовой гнили и совершенствование защиты яблони от нее в южной части Северо-Западного региона России : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Павлов Игорь Николаевич; Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. – г. Великие Луки, 2002. – 167 с.
 9. Праля, И. И. Системы мониторинга вредителей и болезней / И. И. Праля // Ассоциация производителей плодов, ягод и посадочного материала. – URL: <http://asprus.ru/blog/sistemy-monitoringa-vreditel-i-boleznej>. (дата обращения: 26.02.2025).
 10. Савушкин, А. О. Биоэкологическое обоснование использования феромонов и устойчивых сортов для защиты от вредителей, повреждающих генеративные органы яблони : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Савушкин Алексей Олегович ; Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева. – г. Москва, 2009. – 22 с.
 11. Уланова, Е. С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е. С. Уланова, В. Н. Забелин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1990. – 201 с.
 12. Черкезова, С. Р. Управление численностью чешуекрылых вредителей в агроценозах яблони с учетом особенностей их развития / С. Р. Черкезова / Научные труды СКФНЦСВВ. – Краснодар, 2017. – Том 13. – С.65–73.
 13. Чернов, В. В. Особенности формирования урожайности и качества плодов яблони путем оптимизации технологии защиты против яблонной плодовой гнили: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Чернов Василий Вячеславович ; ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». – Краснодар, 2020. – 137 л.

УДК 632.95.028:631.445.24:[631.365.33+635.656]

Динамика деградации остаточных количеств действующих веществ пестицидов в почве, зеленой массе гороха овощного и зеленом горошке при различных системах защиты

С.А. Арашкович, научный сотрудник,

Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию)

В статье представлены результаты исследований по динамике деградации остаточных количеств действующих веществ пестицидов в почве, зеленой массе гороха овощного и зеленом горошке. Показано, что более длительные сроки разложения в почве характерны для бифентрина (до 14 суток), флудиоксонила (до 31 суток) и мефеноксама (до 37 суток). Детоксикация хизалофоп-П-этила, бентазона, имазамокса, хлорпирифоса, бифентрина, тиаметоксама и флутриафола в зеленой массе гороха овощного наступала через 5–7 суток, для дифеноконазола – 7–14 суток, а для мефеноксама и флудиоксонила – 30–37 суток. Остаточные количества этих веществ в урожае зеленого горошка не обнаружены.

The paper presents the results of the research on the dynamics of degradation of residues of pesticides active ingredients residues in soil, green mass of pea and green pea. It's shown that longer decomposition periods in soil are typical of bifenthrin (up to 14 days), fludioxonil (up to 31 days) and mefenoxam (up to 37 days). Detoxication of quizalofop-P-ethyl, bentazone, imazamox, chlorpyrifos, bifenthrin, thiamethoxam and flutriafol in green mass of pea occurred after 5-7 days, for difenoconazole – 7-14 days, and for mefenoxam and fludioxonil – 30-37 days. Residues were not detected in green pea yield.

Введение

Горох овощной занимает особое место среди овощных культур благодаря своей высокой пищевой, диетической и биологической ценности. Он является важным источником белка, углеводов и витаминов, что делает его популярным продуктом питания среди населения [1]. Так, зерно гороха содержит 20–25 % сухого вещества, в том числе 4–8 % белка, 4,0–7,5 % сахара, 25–30 мг/100 г аскорбиновой кислоты, биологически активные и минеральные вещества. Калорийность зеленого горошка в 1,5–2 раза выше, чем у других овощей [2, 3, 4].

Для сохранения высокой урожайности гороха овощного активно используют пестициды различного спектра действия, что связано с риском накопления остаточных количеств действующих веществ препаратов в почве и растениях. При внесении в почву и опрыскивании растений химическими средствами

защиты только 25–50 % препарата задерживается на обрабатываемых объектах, остальная часть попадает в окружающую среду [5]. С течением времени вещества разлагаются на простые химические соединения, однако период разложения может длиться от 2 недель до десятков лет. Зная динамику разложения пестицида в защищаемом растении, можно прописать регламенты применения препаратов на конкретной культуре, тем самым способствуя предотвращению загрязнения сельскохозяйственной продукции и окружающей среды остатками пестицидов [6, 7]. В этой связи изучение динамики разложения остаточных количеств пестицидов в почве, зеленой массе гороха овощного и зеленом горошке в урожае является непременным условием для оценки безопасности продуктов питания и разработки рекомендаций по технологии защиты культуры.

В то же время все больше внимания уделяется усовершенствованию систем защиты растений с внедре-

нием биологических препаратов, что аргументируется снижением пестицидной нагрузки на окружающую среду и конечную продукцию без потери эффективности и урожайности культуры [5, 8].

Целью наших исследований являлось изучение динамики разложения остаточных количеств пестицидов в почве, зеленой массе гороха овощного и зеленом горошке в урожае при различных системах защиты для оценки влияния средств защиты растений на экологическую безопасность и качество продукции.

Материалы и методика проведения исследований

Полевые исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах гороха овощного сортов Слodyч и Арфей в 2020–2022 гг. Агротехника возделывания – общепринятая для данной зоны. Повторность опыта – четырехкратная. Размер делянок – 15 м². Обработка почвы: зяблевая вспашка, весной – культивация и прикатывание почвы перед посевом. Минеральное питание: N₃₅ – весной в предпосевную культивацию, P₃₀K₆₀ – осенью под вспашку. Норма высева – 250 кг/га, способ сева – сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см. Учет урожая осуществляли поделочно.

Схема опытов включала следующие варианты, которые представлены в таблице 1.

Объектами исследований были почва, зеленая масса растений гороха овощного, зеленый горошек, а также действующие вещества используемых химических

средств защиты различного химического класса: флудиоксонил, мефеноксам, хлорпирифос, бифентрин, тиаметоксам, дифеноконазол, флутриафол, бентазон, имазамокс и хизалофоп-П-этил.

Отбор проб осуществлялся согласно ГОСТ 34668-2020 [9] на соответствие требованиям ГН №37 от 25.01.2021 г. [10]. Отобранные пробы до проведения анализа хранили при t = –18 °С.

Определение остаточных количеств действующих веществ изучаемых пестицидов анализировали в сроки, представленные в таблице 2.

Предельно допустимые концентрации и максимально допустимый уровень остаточных количеств действующих веществ пестицидов в почве представлены в таблице 3 [10].

В связи с тем, что методики по определению большинства действующих веществ, в том числе мефенокса, хлорпирифоса, флудиоксонила, имазамокса, флутриафола и дифеноконазола в искомым матрицах (почва, зеленая масса, зеленый горошек) отсутствуют либо устарели, для исследований были адаптированы подходящие по цели существующие методики, а также разрабатывались новые.

В работе использованы собственные разработанные и усовершенствованные методики определения анализируемых действующих веществ и утвержденные МУК, такие как: «Методические указания по определению остаточных количеств имазамокса в почве, воде, зеленой массе и зерне гороха методом газожидкостной хроматографии», «Определение остаточных количеств действующего вещества флудиоксонила в почве

Таблица 1. Схема полевого опыта в посевах гороха овощного в 2020–2022 гг.

Назначение	Контроль	Интенсивная защита	Экологизированная защита
Почвенный инокулянт	–	–	Ресойлер, Ж (<i>Trichoderma</i> sp. L-3, КОЕ не менее 5,4 млрд/мл; <i>Trichoderma</i> sp. L-6, КОЕ не менее 5,9 млрд/мл; содержание биомассы – не менее 20 г/л) (10,0 л/га)
Протравитель	–	Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л) (1,5 л/т)	Фунгилекс, Ж (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор /мл (<i>Trichoderma</i> sp. D-11)) (2,5 л/т)
Инсектицид	–	Пиринекс супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л) (0,5 л/га)	–
Инсектицид	–	Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) (0,1 кг/га)	–
Фунгицид / Биопрепарат*	–	Винтаж, МЭ (дифеноконазол, 65 г/л + флутриафол, 25 г/л) (1,0 л/га)	Фунгилекс, Ж (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор /мл (<i>Trichoderma</i> sp. D-11)) (6,0 л/га)*
Гербицид	–	Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) (1,5 л/га) + ПАВ ДАШ	Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) (1,5 л/га) + ПАВ ДАШ
Гербицид	–	Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л) (0,8 л/га)	Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л) (0,8 л/га)

Таблица 2. Сроки отбора проб для определения остаточных количеств искомым действующих веществ

Действующее вещество	Сроки отбора проб, сутки после внесения
Флудиоксонил мефеноксам	Почва: 30; 31; 37; 44; 47 Зеленая масса: 30; 31; 37; 44; 47 Период уборки: зеленая масса, почва, зеленый горошек
Тиаметоксам, Бентазон, Имазамокс Хизалофоп-П-этил Хлорпирифос Бифентрин Дифеноконазол Флутриафол	Почва: 0; 1; 3; 5; 7; 14; 20 Зеленая масса: 0; 1; 3; 5; 7; 14; 20 Период уборки: зеленая масса, почва, зеленый горошек

и горохе овощном методом ГХ/МС», «Методические указания по определению остаточных количеств бентазона в почве, зеленой массе и горохе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», «Методические указания по совместному определению неоникотиноидов (ацетамиприд, тиаклоприд, тиаметоксам, имидаклоприд, клотианидин) в почве и горохе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», «Методические указания по совместному определению мефеноксама, хлорпирифоса, флутриафола, бифентрина, хизалофоп-П-этила, дифеноконазола в горохе методом газовой масс-спектрометрией» [11].

Определение осуществляли методом газовой хроматографии на газовом хроматографе с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP2010 Ultra, оснащенном автоинжектором AOC-20i, автосамплером AOC-20s (Shimadzu, Япония) [12] и ИПТ (испарителем с программируемой температурой) OPTIC-4 (ATAS GL International B.V., Нидерланды), а также методом жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на высокоэффективном жидкостном хроматографе «HP 1100» («HEWLETT PACKARD», США) с диодно-матричным детектором и высокоэффективным жидкостным хроматографе «Agilent 1260» с ди-

одно-матричным детектором. Количественное определение проводилось методом абсолютной калибровки.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли по методике Б.А. Доспехова [13] с помощью пакета Excel.

Результаты и их обсуждение

Количественные данные содержания действующих веществ, полученные в результате лабораторного анализа, позволили установить, что наиболее быстрому разложению в почве подвергаются фунгициды дифеноконазол и флутриафол, гербициды – бентазон и имазамокс. Так, в варианте с применением интенсивной защиты гороха овощного остаточные количества данных действующих веществ уже не обнаруживались на 7-е сутки после обработки; в образцах почвы, где применялась экологизированная защита культуры – на 5-е сутки (таблица 4).

Более длительные сроки установлены для фунгицидов мефеноксам и флудиоксонил – данные действующие вещества в варианте с интенсивной защитой гороха овощного обнаруживались на 37-е и 31-е сутки соответственно.

Таблица 3. Показатели предельно допустимых концентраций и максимально допустимого уровня остаточных количеств действующих веществ в почве и горохе овощном

Действующее вещество	МДУ/ПДК/ОДК (мг/кг)
Флудиоксонил	0,3/ – /0,2
Мефеноксам	0,05/0,05/ –
Бифентрин	0,05/ – /0,1
Хлорпирифос	0,01/0,2/ –
Дифеноконазол	0,1/ – /0,1
Флутриафол	0,05/0,1/ –
Имазамокс	0,05/ – /1,5
Бентазон	0,2/ – /0,15
Хизалофоп-П-этил	0,4/ – /0,01
Тиаметоксам	0,05/ – /0,2

Примечание: зеленая масса гороха овощного – не нормируется; МДУ – максимально допустимый уровень в продукции; ПДК – предельно допустимая концентрация (в почве); ОДК – ориентировочно допустимая концентрация (в почве); «–» – не установлено

Таблица 4. Результаты определения содержания остаточных количеств действующих веществ в почве

Действующее вещество	Сутки ПО	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		Интенс.	Эколог	Интенс.	Эколог	Интенс.	Эколог.
Бентазон	0	0,0356	0,0288	0,0219	0,0229	0,0381	0,0366
	1	0,0098	0,0052	0,0179	0,0042	0,0199	0,0189
	3	0,0023	н/о	0,0056	н/о	0,0160	0,0025
	5	н/о	н/о	н/о	н/о	0,0005	н/о
	7	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Имазамокс	0	0,1390	0,0756	0,0832	0,0819	0,0865	0,0810
	1	0,1027	н/о	0,0396	0,0321	0,0471	0,0381
	3	н/о	н/о	0,0256	н/о	0,0321	н/о
	5	н/о	н/о	0,0014	н/о	н/о	н/о
	7	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Хизалофоп-П-этил	0	0,0509	0,0314	0,0633	0,0661	0,0297	0,0315
	1	0,0317	0,0263	0,0328	0,0289	0,0233	0,0207
	3	0,0180	0,0067	0,0104	н/о	0,0080	н/о
	5	0,0069	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	7	0,0035	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Действующее вещество	Сутки ПО	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.
Мефеноксам	30	н/о		0,0090		н/о	
	31	н/о		0,0085		н/о	
	37	н/о		0,0020		н/о	
	44	н/о	–	н/о	–	н/о	–
	47	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Флудиоксонил	30	н/о		0,0088		н/о	
	31	н/о		0,0044		н/о	
	37	н/о		н/о	–	н/о	–
	44	н/о	–	н/о		н/о	
	47	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Хлорпирифос	0	0,0426		0,0316		0,0122	
	1	0,0419		0,0098		0,0101	
	3	0,0140		0,0068		0,0071	
	5	0,0060		0,0029		н/о	
	7	0,0080	–	н/о	–	н/о	–
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Бифентрин	0	0,0131		0,0103		0,0741	
	1	0,0065		0,0093		0,0665	
	3	0,0032		0,0029		0,0248	
	5	0,0027		0,0014		0,0117	
	7	0,0024	–	н/о	–	н/о	–
	14	0,0017		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Тиаметоксам	0	0,1810		0,0713		0,1449	
	1	0,1620		0,0098		0,1132	
	3	0,0980		0,0067		0,0389	
	5	н/о		н/о		0,0186	
	7	н/о	–	н/о	–	0,0045	–
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Дифенокназол	0	0,0116		0,0283		0,0815	
	1	0,0115		0,0249		0,0513	
	3	0,0048		0,0096		0,0117	
	5	0,0024		н/о		0,0032	
	7	н/о	–	н/о	–	н/о	–
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Флутриафол	0	0,0831		0,0216		0,0145	
	1	0,0772		0,0198		0,0117	
	3	0,0475		0,0058		0,0043	
	5	0,0144		0,0021		н/о	
	7	н/о	–	н/о	–	н/о	–
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	

Примечание: н/о – не обнаружено

При послевсходовом применении гербицида Миура, КЭ (0,8 л/га) в посевах гороха овощного установлено, что действующее вещество хизалофоп-П-этил полностью разлагается в почве на 14-е сутки в варианте с применением интенсивной защиты и на 5-е – в варианте с экологизированной защитой.

Содержание инсектицидов хлорпирифос, бифентрин и тиаметоксам не превышало ПДК и уменьшалось от 0-х до 7–14-х суток.

Следует отметить, что в период уборки урожая в почве не было обнаружено ни одно из искомых действующих веществ независимо от варианта защиты гороха овощного. Отмечено также сокращение сроков детоксикации гербицидов в системе защиты растений

с применением биопрепаратов до 3–5 суток в зависимости от года исследования в сравнении с интенсивной схемой защиты. Наши данные подтверждают положительное участие биологических агентов на процесс разложения пестицидов в почве, отмечаемое в научных публикациях [14].

В результате изучения динамики разложения пестицидов в зеленой массе гороха овощного установлено, что содержание действующих веществ использованных препаратов также со временем уменьшалось. Так, при изучении динамики разложения действующего вещества хизалофоп-П-этила в зеленой массе гороха овощного результаты исследований показали, что остаточные количества действующего вещества препарата Миура, КЭ

в интенсивной защите гороха овощного обнаруживались на протяжении 5-и суток после обработки в пределах от

0,1423 до 0,045 мг/кг, а в экологизированной защите – на протяжении 5-и суток от 0,119 до 0,0036 мг/кг.

Таблица 5. Результаты определения содержания остаточных количеств действующих веществ в зеленой массе гороха овощного

Действующее вещество	Сутки ПО	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.
Хизалофоп-П-этил	0	0,123	0,119	0,1109	0,114	0,1423	0,0695
	1	0,085	0,067	0,0746	0,026	0,1286	0,0599
	3	0,045	0,028	0,0308	н/о	0,0442	0,0191
	5	0,021	н/о	н/о	н/о	0,0173	0,0036
	7	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Бентазон	0	0,3421	0,3285	0,2754	0,2629	0,4211	0,4068
	1	0,2114	0,2087	0,1809	0,1742	0,3088	0,2751
	3	0,0864	0,0754	0,0956	0,0811	0,1624	0,1338
	5	0,0118	0,0096	0,0164	0,0097	0,0883	0,0086
	7	0,0084	н/о	0,0073	н/о	0,0124	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Имазамокс	0	0,5645	0,5735	0,5186	0,5098	0,4312	0,4398
	1	0,4577	0,3943	0,3463	0,3373	0,2988	0,2573
	3	0,1451	0,1039	0,1879	0,1664	0,1131	0,1083
	5	0,0085	0,0046	0,0092	0,0037	0,0103	0,0074
	7	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	14	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	20	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	урожай	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Мефеноксам	30	0,0121		0,0098		0,0088	
	31	0,0105		н/о		н/о	
	37	0,0100		н/о		н/о	
	44	н/о	–	н/о	–	н/о	–
	47	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Флудиоксонил	30	0,0063		0,0035		0,0042	
	31	0,0043		н/о		н/о	
	37	0,0029		н/о		н/о	
	44	н/о	–	н/о	–	н/о	–
	47	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Хлорпирифос	0	0,045		0,0554		0,0372	
	1	0,034		0,0401		0,0139	
	3	0,017		0,0385		0,0117	
	5	н/о	–	0,0284	–	н/о	–
	7	н/о		0,0064		н/о	
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Бифентрин	0	0,084		0,0170		0,1568	
	1	0,069		0,0142		0,1384	
	3	0,028		0,0104		0,0466	
	5	0,005	–	0,0081	–	0,0204	–
	7	н/о		0,0023		н/о	
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Тиаметоксам	0	0,530		0,5873		0,9060	
	1	0,308		0,3177		0,579	
	3	0,232		0,1343		0,2629	
	5	н/о	–	н/о	–	0,084	–
	7	н/о		н/о		н/о	
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	
Дифенокназол	0	0,1449		0,1356		0,1063	
	1	0,0802		0,0977		0,1005	
	3	0,0179		0,0924		0,0277	
	5	0,0123	–	0,0321	–	0,0161	–
	7	0,0052		н/о		0,0037	
	14	0,0019		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	

Действующее вещество	Сутки ПО	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
		Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.	Интенс.	Эколог.
Флутриафол	0	0,120		0,2206		0,1387	
	1	0,051		0,1532		0,1121	
	3	0,029		0,0782		0,0356	
	5	0,023		н/о		0,0146	
	7	0,014	—	н/о	—	н/о	—
	14	н/о		н/о		н/о	
	20	н/о		н/о		н/о	
	урожай	н/о		н/о		н/о	

Примечание: н/о – не обнаружено

При обработке гороха овощного Пиринекс Супер, КЭ детоксикация инсектицида хлорпирифос из группы фосфорорганических пестицидов отмечена в варианте с интенсивной защитой – от 0,0554 мг/кг до 0,0064 мг/кг на 7-е сутки. Действующее вещество бифентрин (пиретроид) сохранялось в зеленой массе гороха овощного до 7-и суток и составило от 0,1568 мг/кг до следовых количеств (0,0023 мг/кг).

Экспериментальные данные свидетельствуют о персистентности действующего вещества мефеноксама и флудиоксонила, т.к. остаточные количества обнаруживались в пробах зеленой массы гороха овощного в 2020 г. в варианте с интенсивной защитой в период с 30-х по 37-е сутки в количестве с 0,0121 до 0,0100 мг/кг и с 0,0063 до 0,0029 мг/кг, что говорит о полной их детоксикации в растениях. В 2021 и 2022 г. остаточные количества данных действующих веществ были отмечены только на 30-е сутки.

Полная детоксикация остаточных количеств тиаметоксама отмечена на 7-е сутки, дифеноконазола и флутриафола на 14-е сутки в зависимости от года исследований.

Следует отметить, что на сегодняшний день в республике отсутствует нормативный документ, регламентирующий максимально допустимый уровень остаточных количеств пестицидов в зеленой массе сельскохозяйственных культур, в том числе и для гороха овощного. Данные, полученные нами в результате проверки образцов на выявление 10 действующих веществ, могут являться основой при разработке регламентов их безопасного применения по срокам ожидания и МДУ.

Непременным условием возможности применения препарата является разложение его в растениях к моменту сбора урожая, при этом препарат не должен накапливаться в плодах или других частях растений в дозах, превышающих МДУ.

На основании данных Отчета Европейского Союза за 2015 год об остатках пестицидов в пищевых продуктах в 625 образцах (75,1 %) гороха из 832 не было обнаружено поддающихся количественному определению остатков пестицидов, в то время как 207 образцов (24,9 %) содержали один или несколько пестицидов, среди которых боскалид, карбендазим, пириметанил, азоксистробин и флудиоксанил с остатками выше или на уровне МДУ [15].

Результаты проведенного нами анализа остаточных количеств действующих веществ препаратов Максим XL, КС, Корум, ВРК + ПАВ ДАШ, Миура, КЭ, Пиринекс Супер, КЭ, Актара, ВДГ и Винтаж, МЭ показали отсутствие искомых веществ в образцах зеленого горошка в урожае с интенсивной защитой культуры. Аналогичные данные получены и при анализе зеленого горошка в урожае, выращенном при экологизированной защите.

Выводы

Анализ почвы показал, что в варианте с экологизированной системой защиты гороха овощного на 5-е сутки и в варианте с интенсивной защитой на 7-е сутки после обработки остаточных количеств дифеноконазола, бентазона, имазамокса и флутриафола обнаружено не было. Наиболее длительно сохраняются в почве хизалофоп-П-этил, полная детоксикация которого в почве зафиксирована на 5-е сутки в варианте с экологизированной защитой и только на 14-е сутки в варианте с применением интенсивной защиты. Также более длительные сроки разложения отмечены у бифентрина (до 14-и суток), флудиоксонила (до 31-х суток) и мефеноксама (до 37-и суток).

Экспериментальные данные динамики разложения пестицидов в растениях гороха овощного свидетельствуют, что полная детоксикация хизалофоп-П-этила, бентазона, имазамокса, хлорпирифоса, бифентрина, тиаметоксама и флутриафола в зеленой массе гороха овощного наступала спустя 5–7 суток, дифеноконазола – 7–14 суток, мефеноксама и флудиоксонила – 30–37 суток, при этом их остаточные количества в урожае зеленого горошка не обнаружены.

Литература

1. Чернышков, В. Н. Особенности технологии возделывания овощного гороха сорта Алтайский изумруд в условиях Алтайского Приобья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.06; 06.01.09 / Чернышков Владимир Николаевич ; Рос. акад. наук, Алтайский гос. аграр. ун-т. – Барнаул, 2004. – 20 с.
2. Кайгородова, И. М. Изучение перспективных образцов гороха овощного как генетических источников в селекции на качество и продуктивность / И. М. Кайгородова, Е. И. Проница, О. Н. Пышная // Овощи России. – 2013. – № 1. – С. 30–34.
3. Сикорский, А. В. Новые сорта овощных бобовых культур / А. В. Сикорский // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 23. – С. 2–4.
4. Технология возделывания гороха овощного на семена : рекомендации / Ю. М. Забара, Г. П. Янковская, А. И. Чайковский [и др.] ; НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, Ин-т овощеводства, Минская обл. с.-х. опытная станция НАН Беларуси. – Минск : [б. и.], 2013. – 29 с.
5. Арашкович, С. А. Дegradaция гербицидов в дерновоподзолистой почве в посевах гороха овощного / С. А. Арашкович // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Тrepашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 44. – С. 220–227.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде : в 2 т. / сост.: М. А. Клисенко [и др.] ; ред.: А. А. Белоусова, Е. М. Козина. – М. : Колос, 1992. – Т. 1. – 567 с.
7. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды : 4.1. Методы контроля. Химические факторы : сб. метод. указаний : МУК 4.1.1430-4.1.1433-03. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2004. – Вып. 4, ч. 2. – 96 с.

8. Власова, О. Г. Застосування екологічно безпечних засобів захисту в агроценозах гороху для виробництва органічної продукції / О. Г. Власова, М. П. Секун, М. Д. Зацеркляна // Карантин і захист рослин. – 2021. – №4 (267). – С.19.
9. Impact of biochar on the degradation rates of three pesticides in vegetables and its effects on soil bacterial communities under greenhouse conditions / C. Sun, Y. Liu, K. Bei [et al.]. – Sci. Rep. – 2024. – Vol. 14, iss. 1. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39198523/> (date of access: 05.05.2025).
10. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности : ГОСТ 34668-2020. – Введ. 01.03.2021. – Минск : ЕАСС, 2020. – 42 с.
11. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. №37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 13.05.2025).
12. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде : метод. рекомендации / П. М. Кислушко, М. М. Кивачицкая, А. В. Быковский [и др.] ; под ред. П. М. Кислушко ; НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Изд. 2-е, доп. – Минск : Колоград, 2019. – 312 с.
13. Аналитическое лабораторное оборудование Shimadzu // Labintertrade. – URL: <https://labintertrade.by/> (дата обращения: 11.04.2025).
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Agricultural Sciences. Journal of the Agricultural University – Plovdiv. – URL: <http://agrarinauki.au-plovdiv.bg> (date of access: 05.05.2025).
16. The 2015 European Union report on pesticide residues in food / European Food Safety Authority // EFSA Journal. – Vol. 15 (4). – URL: https://www.researchgate.net/publication/319553549_The_2015_European_Union_report_on_pesticide_residues_in_food (date of access: 10.05.2025).

