

ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ СОВРЕМЕННЫХ ПРИЁМАХ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

Алексей Владимирович Бутов¹
Владимир Григорьевич Широбоков²
Анатолий Владимирович Дедов²
Анна Алексеевна Мандрова³

¹Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

³Липецкий институт переподготовки и повышения квалификации
кадров агропромышленного комплекса

Представлены результаты исследований, выполненных в учебно-опытном хозяйстве Елецкого госуниверситета в Липецкой области (2015–2017 гг.) с целью разработки приёмов эффективной защиты растений картофеля от вредителей и болезней. Использовали инсектицид Актара, КС; инсектофунгицид Престиж, КС; фунгициды Ридомил Голд МЦ, ВДГ; Ревус, КС; Ширлан, СК; Селест Топ, КС; биопрепараты Альбит, ТПС и Силиплант, ВР. Предложены приёмы нейтрализации накопления токсичных пестицидов в клубнях картофеля за счёт использования инсектофунгицида Селест Топ, КС в уменьшенной на 25% норме, сниженных на 40% нормах современных фунгицидов в сочетании с биопрепаратами Силиплант, ВР или Альбит, ТПС. Пестициды в клубнях к уборке отсутствовали при следующей системе защиты: обработка клубней инсектофунгицидом Селест Топ, КС 0,3 л/т совместно с одним из биопрепаратов (Альбит, ТПС 0,1 л/т) или с жидким удобрением Силиплант, ВР 0,04 л/т; 1-я обработка для защиты растений картофеля от фузариоза и альтернариоза фунгицидом Ридомил Голд, МЦ 1,5 кг/га; 2-я и 3-я обработки против болезней фунгицидом Ревус, КС 0,36 л/га; 4-я и 5-я обработки для профилактики фитофтороза фунгицидом Ширлан, СК 0,24 л/га совместно с одним из биопрепаратов Силиплант, ВР 1,0 л/га или Альбит, ТПС 0,05 л/га 2 раза за вегетацию. В рекомендованной системе защиты полностью исключено использование инсектофунгицида Престиж, КС. Урожайность составила 31,5–33,1 т/га (23,5 т/га на контроле) при содержании нитратов в клубнях (фон – N₇₅P₁₅₀K₁₂₀ кг/га д.в.) 71,9 мг/кг (ПДК в РФ 80 и 250 мг/кг соответственно для продукции, предназначенной для детей и взрослых). Использование современных средств защиты картофеля и биопрепаратов в сочетании с уменьшенными нормами инсектофунгицидов и фунгицидов позволяет получить экологически безопасную продукцию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картофель, современные пестициды, биопрепараты, нитраты, экологически безопасная продукция.

CULTIVATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS WITH MODERN METHODS OF POTATO PROTECTION

Alexey V. Butov¹
Vladimir G. Shirobokov²
Anatoliy V. Dedov²
Anna A. Mandrova³

¹Bunin Yelets State University

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

³The Lipetsk Institute of the Personnel Qualification Upgrade of Agro-Industrial Complex

The authors present the results of research performed in order to develop methods of efficient protection of potato plants from pests and diseases allowing to reduce the pesticide load on the crop and to obtain environmentally safe products. Field experiments were conducted in 2015–2017 in the scientific experimental farm of Yelets State University in Lipetsk Oblast. The soil in the plots was leached medium loamy chernozem with the humus content of 5.8%. The following treatment was applied: Actara SC insecticide; Prestige SC insectofungicide; Ridomil Gold MZ WG, Revus SC, Shirlan SC, and Celest Top SC fungicides; Albite TRP and Siliplant WS biological preparations. As a result,

the authors have proposed the methods for neutralizing the accumulation of toxic pesticides in potato tubers by using the Celest Top insectofungicide (Hazard Class 2) at the rate reduced by 25% in combination with modern fungicides at the rate reduced by 40%, and Siliplant or Albite biological preparations. By the time of harvesting pesticides in tubers were absent within the following protection system: treatment of tubers with Celest Top SC 0.3 L/ha and Albite TRP 0.1 L/t; treatment of haulms with Ridomil Gold MZ WG 1.5 kg/ha for the 1st treatment, Revus SC 0.36 L/ha for the 2nd and 3rd treatments, Shirlan SC 0.24 L/ha for the 4th and 5th treatments + Albite TRP 0.05 L/ha or Siliplant WS 1.0 L/ha 2 times per growing season. Within the recommended protection system the use of Prestige insectofungicide is completely excluded. The yield of tubers was 31.5-33.1 t/ha compared to 23.5 t/ha in the control variant. The content of nitrates in tubers ($N_{75}P_{150}K_{120}$ kg/ha a.i. background) was 71.9 mg/kg (with the MPC in the Russian Federation of 80 and 250 mg/kg, respectively, for products intended for children and adults). The use of modern potato plant protection products and biological preparations in combination with insectofungicides at the rates reduced by 25% and fungicides at the rates reduced by 40% ensures the production of environmentally safe product.

KEYWORDS: potato, modern pesticides, biological preparations, nitrates, environmentally safe products.

В ведение

Для России картофель является стратегически важной продовольственной культурой, «вторым хлебом», доступным широким слоям населения для питания. Эта культура сильно повреждается вредителями и болезнями. Существуют вредоносные объекты, борьба с которыми стала необходимым атрибутом возделывания картофеля. К ним, в первую очередь, относятся колорадский жук, проволочник, опасные грибковые болезни (фитофтороз), бактериальные гнили, вирусные заболевания. Ежегодный недобор урожая этой культуры от действия данных факторов в период вегетации зависит от сорта и составляет от 20 до 30%, а в неблагоприятные годы может быть более 50% [13].

Интегрированная система защиты картофеля от болезней, вредителей и сорняков предполагает осуществление комплекса мер, среди которых значительную долю занимает химический метод [8, 9]. Усиленная химизация производства картофеля позволяет получать высокие урожаи, но при этом может сильно страдать биологическое качество продукции. На прилавки торговых сетей нередко поступают занитраченные партии клубней, содержащие при этом так называемые «долгоиграющие» пестициды [16]. Попадая в организм человека с продукцией, отравляющие вещества вызывают тяжёлые заболевания [5]. Они обладают также аллергенным, канцерогенным действием, разрушают иммунитет человека [17]. Среди населения активно развивается хемофобия. Не вникая в сущность технологических процессов, но зная о применении в сельском хозяйстве пестицидов и удобрений, люди с опасением относятся к продуктам, выращенным промышленным способом [8]. Так подрывается не только физическое, но и духовное здоровье человека [7].

Ещё одной актуальной проблемой является низкая сохранность таких клубней в поствегетационный период [4]. Полный отказ от применения пестицидов в промышленных масштабах на данном уровне развития агрономической науки невозможен. Однако вполне возможно значительно ослабить их негативное влияние [15]. В Центрально-Чернозёмном регионе РФ технология возделывания картофеля из года в год становится все более сложной и требует серьёзных мер и затрат для борьбы с вредителями и болезнями [14]. Наиболее опасными врагами картофельных посадок из вредителей является колорадский жук, из болезней – фитофтороз. Если не принимать должных мер по защите растений, они могут нанести огромный ущерб урожаю – снизить его на 60–70%, а иногда уничтожить полностью [18].

В настоящее время появились новые высокоэффективные пестициды классом опасности ниже предыдущих. Назрела необходимость в разработке новой системы защиты растений картофеля от болезней и вредителей со сниженными нормами пестицидов [18]. В Западной Европе и в Северной Америке еще 30 лет назад сформировался опережающий рост спроса у населения на экологически безопасные продукты [6]. В нашей стране отсутствует законодательство, сертификация и политика финансовой поддержки производства экологически безопасной продукции. Производителям биологически качественного картофеля требуются чёткие рекомендации по гарантированному получению достаточно хорошего, экологически безопасного урожая клубней [1].

Цель исследований:

- разработать приёмы эффективной защиты картофеля от вредителей и болезней, позволяющие снизить пестицидную нагрузку на культуру и получить экологически безопасную продукцию;
- обосновать схему применения нового инсектофунгицида классом опасности ниже ранее используемого в сочетании с препаратами Альбит и Силиплант для получения экологически безопасной продукции;
- определить содержание нитратов при используемой дозе минеральных удобрений в опыте.

Объекты и методы исследований

Полевые опыты проводили в 2015–2017 гг. в учебно-опытном хозяйстве Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина (ЕГУ им. И.А. Бунина), Липецкая область. Почва участков – чернозём выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) 5,8%.

Схема опыта.

1. Контроль. Клубни и ботва фунгицидами не обрабатывались. Инсектицид Актара, КС применяли в период вегетации картофеля 2–3 раза при обработке ботвы для защиты от колорадского жука в дозе 0,06 л/га.

2. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Престиж, КС в дозе 0,7 л/т. Первая обработка проводится для защиты картофеля от фузариоза и альтернариоза, применяют фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 2,5 кг/га; 2-я и 3-я обработки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,6 л/га; 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,4 л/га.

3. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Селест Топ, КС в дозе 0,4 л/т, остальные обработки – как на варианте 2.

4. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Селест Топ, КС в дозе 0,4 л/т совместно с регулятором роста Альбит, ТПС в дозе 0,1 л/т. Первая обработка проводится для защиты картофеля от фузариоза и альтернариоза, применяют фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 2,5 кг/га; 2-я и 3-я обработки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,6 л/га; 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,4 л/га совместно с регулятором роста Альбит, ТПС в дозе 0,05 л/га 2 раза за вегетацию.

5. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Селест Топ, КС в дозе 0,3 л/т совместно с регулятором роста Альбит, ТПС в дозе 0,1 л/т. Первая обработка проводится для защиты картофеля от фузариоза и альтернариоза, применяют фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 1,5 кг/га; 2-я и 3-я обработки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,36 л/га; 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,24 л/га совместно с регулятором роста Альбит, ТПС в дозе 0,05 л/т 2 раза за вегетацию.

6. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Селест Топ, КС в дозе 0,4 л/т совместно с жидким кремнийсодержащим удобрением Силиплант, ВР в дозе 0,04 л/т. Первая обработка проводится для защиты картофеля от фузариоза и альтернариоза, применяют фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 2,5 кг/га; 2-я и 3-я обработки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,6 л/га; 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,4 л/га совместно с Силиплантом, ВР в дозе 1,0 л/га 2 раза за вегетацию.

7. Клубни картофеля обрабатывали инсектофунгицидом Селест Топ, КС в дозе 0,3 л/т совместно с жидким кремнийсодержащим удобрением Силиплант, ВР в дозе 0,04 л/т. Первая обработка проводится для защиты картофеля от фузариоза и альтернариоза, применяют фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 1,5 кг/га; 2-я и 3-я обра-

ботки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,36 л/га; 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,24 л/га совместно с Силиплантом, ВР в дозе 1,0 л/га 2 раза за вегетацию.

Площадь опытной делянки – 54 м², повторность вариантов – 4-кратная. Сорт картофеля – среднеранний Невский. Густота посадки клубней – 54–55 тыс./га, при междурядьях картофеля – 75 см. Предшественник картофеля – озимая пшеница.

Минеральные удобрения в дозе N₇₅P₁₅₀K₁₂₀ общим фоном вносили весной после разбивки опытов в соответствии с программой исследований. Доза по азоту (N₇₅) в полном минеральном удобрении взята с учётом предыдущих наших исследований по нитратам в опытах с удобрениями [19].

При наступлении физической спелости почвы проводили её предпосадочную обработку. Посадку картофеля в годы проведения опытов осуществляли в зависимости от погодных условий в период с 11 по 14 мая. Уборку проводили в третьей декаде августа.

Концентрацию пестицидов в клубнях картофеля определяли в технологической лаборатории филиала ФГБУ «Россельхозцентр по Липецкой области» инверсионно-вольтамперометрическим методом (ГОСТ Р 51301-99) [2].

Нитраты определяли в агрохимической лаборатории сельскохозяйственного факультета ЕГУ им. И.А. Бунина по методике [10] с помощью прибора рН-метр-иономер «Эксперт-001» анализатор жидкости.

Клубни для анализов на остаточное количество фунгицидов отбирали на варианте 3 с полными нормами пестицидов.

Математическую обработку данных по урожаю, содержанию нитратов проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову [3].

Краткая характеристика применяемых препаратов.

Ридомил Голд МЦ, ВДГ – системный высокоэффективный фунгицид от болезни картофеля.

Ревус, КС – эффективный трансламинарный фунгицид для защиты картофеля от заболеваний, вызванных оомицетами (фитофтороз, пероноспороз и др.).

Ширлан, КС – контактный фунгицид для уничтожения грибковой инфекции (фитофтороз, альтернариоз и др.).

Престиж, КС – инсектофунгицидный препарат, который уже много лет используется для протравливания клубней перед посадкой от вредителей и болезней. В состав его входят инсектицид Имidakлоприд (140 г/л) и фунгицид Пенцикурон (150 г/л). Класс опасности пестицида по Имidakлоприду самый высокий – первый. Пенцикурин в составе препарата Престиж – контактный фунгицид с длительным защитным действием.

Селест Топ, КС – современный комбинированный инсектофунгицидный протравитель семенных клубней картофеля. В составе препарата один инсектицид и два фунгицида: инсектицид Тиаметоксам (262,5 г/л) и фунгициды Флудиоксанил (25 г/л), Дифенокназол (25 г/л). Тиаметоксам – химический инсектицид против колорадского жука и проволочников. Флудиоксанил и дифенокназол – фунгициды для борьбы с болезнями картофеля. Класс опасности препарата Селест Топ, КС – второй, то есть ниже, чем у Престижа.

Альбит, ТПС – эффективный комплексный биопрепарат, универсальный регулятор роста растений, со свойствами фунгицида и комплексного удобрения.

Силиплант, ВР – комплексное удобрение. Действующее вещество – биоактивный кремний в хелатной форме, дополненный микроэлементами (железо, цинк, магний, медь, бор и др.).

Опрыскивание семенных клубней протравителями осуществляли непосредственно в комбинированной сажалке Гримме во время посадки. По вегетирующим растениям в соответствии со схемой исследований для обработки изучаемыми препаратами использовали ранцевые опрыскиватели.

Результаты и их обсуждение

Экономически значимые вредители и патогены болезней могут значительно снижать потенциальную урожайность картофеля [18]. Проведённый учёт урожая клубней в опыте при уборке показал, что изучаемые современные средства и приёмы защиты растений оказали заметное влияние на его величину (см. табл.).

Урожайность и остаточное количество инсектицидов в клубнях картофеля на различных вариантах защиты от вредителей и болезней (фон – N₇₅P₁₅₀K₁₂₀, 2015–2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Остаточное количество инсектицидов в клубнях. Числитель: число дней от обработки. Знаменатель: содержание инсектицидов в клубнях, мг/кг (МДУ = 0,05 мг/кг)			
1. Контроль	23,5	Тиаметоксим (Актара)			
		10 / 0,081	20 / 0,028	30 / 0,0027	40 / не обнар.
2. Престиж	29,0	Имидаклоприд (Престиж)			
		65 / 0,087	75 / 0,038	85 / 0,016	95 / 0,007
3. Селест Топ	30,7	Тиаметоксам (Селест Топ)			
		65 / 0,073	75 / 0,032	85 / 0,017	95 / 0,0023
4. Альбит (+)	34,1	Тиаметоксам (Селест Топ)			
		65 / 0,071	75 / 0,027	85 / 0,015	95 / 0,0012
5. Уменьшенные нормы пестицидов по клубням и ботве	31,5	Тиаметоксам (Селест Топ)			
		65 / 0,053	75 / 0,020	85 / 0,011	95 / не обнар.
6. Силиплант (+)	34,9	Тиаметоксам (Селест Топ)			
		65 / 0,070	75 / 0,028	85 / 0,013	95 / не обнар.
7. Уменьшенные нормы пестицидов	33,1	Тиаметоксам (Селест Топ)			
		65 / 0,051	75 / 0,017	85 / 0,010	95 / не обнар.
НСР ₀₅	1,6				

Исследования показали, что на контрольном варианте с применением защиты растений только от колорадского жука (от болезней фунгициды не использовались) получено 23,5 т/га картофеля. При интенсивной системе защиты растений от вредителей и болезней в сочетании с полными нормами пестицидов и современными биопрепаратами на вариантах 4 и 6 урожайность клубней возросла соответственно до 34,1 и 34,9 т/га. На этих и всех других вариантах, кроме контрольного, меры борьбы с колорадским жуком предусмотрены при обработке посадочных клубней инсектофунгицидами.

Современный инсектофунгицид Селест Топ оказался эффективнее препарата Престиж. Прибавка урожая на варианте 3 (Селест Топ) составила 1,7 т/га в сравнении с вариантом 2 (Престиж). Добавление препарата Альбит в систему защиты растений с полными нормами пестицидов на варианте 4 увеличивало прибавку урожая на 3,4 т/га в сравнении с аналогичным вариантом 3, но без биопрепаратов. На варианте 6 (Силиплант) урожайность получена несколько выше (на 0,8 т/га), чем на варианте 4 (Альбит). Однако эта разница не превышала ошибку опыта (1,6 т/га), то есть не является достоверной. На вариантах 5 и 7 с уменьшенными нормами пестицидов на 40% и инсектофунгицида Селест Топ на 25% урожайность была ниже, чем на вариантах 4 и 7. На варианте 5 урожайность была ниже на 2,6 т/га по сравнению с вариантом 4 (Альбит), на варианте 7 (уменьшенные нормы пестицидов) – на 1,8 т/га по сравнению с вариантом 6 (Силиплант).

Однако, несмотря на достоверное снижение, урожайность при уменьшенных нормах пестицидов, но в сочетании с биопрепаратами Альбит или Силиплант оставалась на достаточно высоком уровне – 31,5–33,1 т/га против 23,5 т/га на контроле. Незначительным снижением урожая можно пренебречь, когда в производстве будет ставиться задача получения экологически безопасной (от пестицидов) продукции картофеля для детского и диетического питания.

Результаты лабораторных исследований показали, что остаточное количество инсектицида в клубнях на контрольном варианте при обработке только по ботве не обнаруживалось через 40 дней после последнего опрыскивания (см. табл.).

В связи с высокой стоимостью проведения анализов на остаточное содержание пестицидов в клубнях такие исследования проводились 4 раза за вегетационный период с интервалом через 10 дней на всех вариантах. Поэтому очевидно, что остаточное количество инсектицида Тиаметоксам в клубнях могло отсутствовать в промежутке между тридцатым и сороковым днями. Применявшийся ранее повсеместно препарат Престиж (вариант 2) из-за содержащегося в его составе Имидаклоприда относится к первому, самому высокому классу опасности. К тому же при определении его остаточных количеств в клубнях оказалось, что содержание данного инсектицида во все сроки было существенно выше, чем инсектицида Тиаметоксам (Селест Топ) на варианте 3. Так, при определении через 65–75 дней после обработки клубней в пробах на варианте 2 Имидаклоприда содержалось на 16,1 и 15,8% больше, чем в те же периоды инсектицида на варианте 2 (Селест Топ). Через 95 дней после обработки клубней, в конце вегетации перед уборкой содержание Имидаклоприда (вариант 2) в пробах было хотя и небольшим, но оно оказалось в 3 раза больше, чем содержание инсектицида Тиаметоксам на варианте 3.

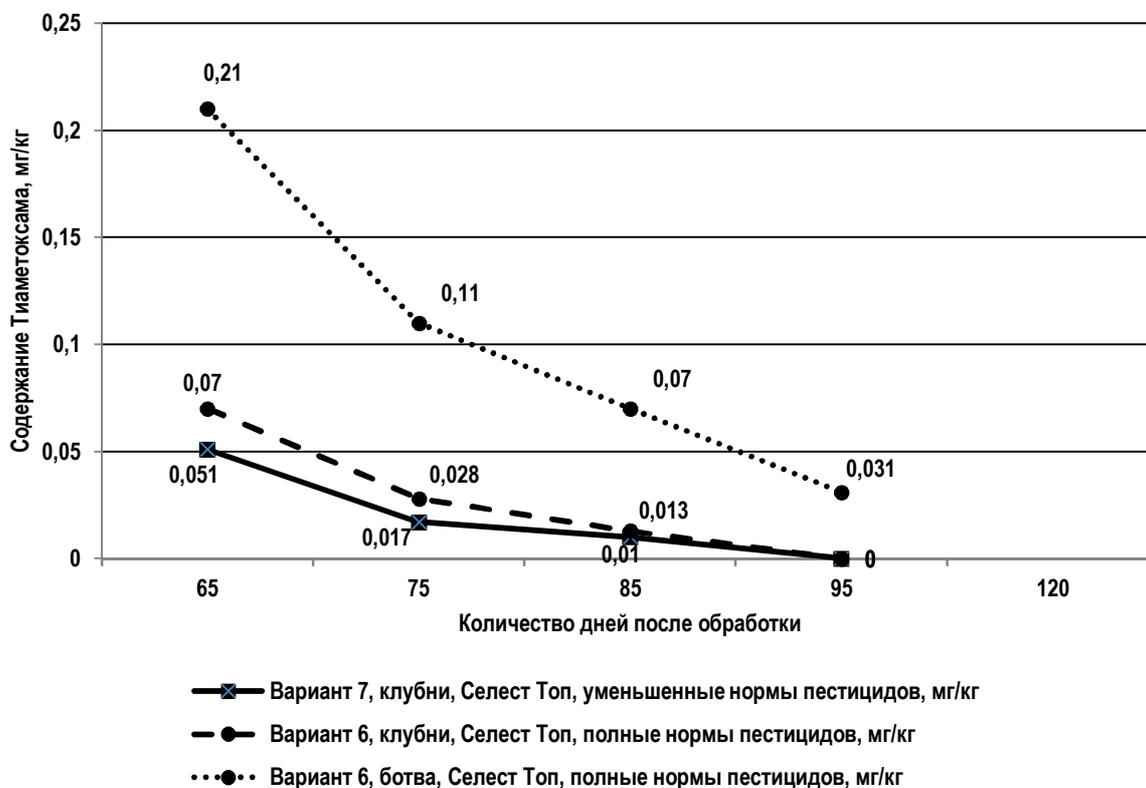
Таким образом, на варианте с применением препарата Престиж, КС остаточное количество инсектицида в клубнях на протяжении всей вегетации было на порядок больше, чем при использовании препарата Селест Топ. В соответствии с полученными данными Престиж КС (Имидаклоприд) является «долгоиграющим» пестицидом, что свидетельствует о недопустимости его использования при производстве экологически безопасного картофеля.

Добавление в систему защиты растений к современному поколению инсектофунгицидов (Селест Топ) высокоэффективных биопрепаратов Альбит и Силиплант положительно сказалось не только на повышении урожайности, но и на уменьшении накопления токсических веществ в клубнях. Биопрепараты Альбит и Силиплант в сочетании с современным инсектофунгицидом Селест Топ эффективно нейтрализуют уровень накопления токсичных веществ в клубнях. Особенно это заметно при уменьшенных на 25% дозах Селест Топ и на 40% фунгицидов различного класса. При обработке препаратом Альбит, ТПС семенных клубней и последующих двух обработках по вегетирующим растениям на варианте 4 уровень остаточного количества инсектицида Тиаметоксам снизился по сравнению с вариантом 3 без препарата Альбит, ТПС. Так, на 65-й день после обработки клубней снижение составило 2,7%; на 75-й день после обработок по ботве – на 15,4%. Перед уборкой на 95-й день после завершения обработок биопрепаратом концентрация инсектицида на варианте 4 уменьшилась на 47,8% в сравнении с вариантом 3 – без обработок Альбитом. Уменьшение норм пестицидов (на 25% инсектицида и на 40% фунгицидов) на варианте 5 в сочетании с препаратом Альбит способствовало более значимому снижению содержания Тиаметоксама в клубнях картофеля. В первые сроки определения, через 65 и 75 дней после обработки клубней на варианте 5 количество инсектицида Тиаметоксам было на 25,4–25,9% меньше, чем при использовании полной нормы инсектицидов в те же сроки на варианте 4.

Подобная тенденция сохранялась и дальше по срокам определения. На 95-й день на варианте 5 с уменьшенными нормами инсектицида Тиаметоксам не был обнаружен в клубнях совсем. При уменьшенных нормах пестицидов в сочетании с биопрепаратом Альбит, ТПС к моменту уборки урожая отмечается полное отсутствие в продукции картофеля инсектицида Тиаметоксам, что полностью соответствует строгим требованиям [11] для экологически безопасной продукции картофеля, предназначенной для детских и лечебных учреждений.

Система защиты растений на вариантах 6 и 7 с включением в схему опыта препарата Силиплант, ВР оказалась самой удачной не только по уровню урожайности, но и по наименьшему содержанию вредных веществ в клубнях во все сроки определения. На варианте 7 (Силиплант и уменьшенные нормы пестицидов), также как и на варианте 5, перед уборкой (95-й день) инсектицидов в клубнях гарантированно отсутствовал. Что же касается варианта 6 (Селест Топ и полные нормы пестицидов), то на 95-й день перед уборкой были обнаружены лишь «следы» инсектицида Тиаметоксам только в 2015 г. В 2016–2017 гг. инсектицидов в клубнях на варианте 6 перед уборкой отсутствовал. Следует отметить, что, начиная с 75-го дня после обработки клубней пестицидами, остаточное количество инсектицидов (от 0,038–0,032 до 0,028–0,017 мг/кг) почти на всех вариантах (2–7) не превышало МДУ 0,05 мг/кг сырых клубней. Однако перед уборкой их концентрации на вариантах 2, 3 и 4 были значительно ниже МДУ – от 0,007 до 0,0012 мг/кг. Полученный урожай на указанных вариантах соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и нормам [19] как экологически безопасная продукция картофеля для питания взрослого населения. На вариантах 5, 6 и 7 токсичных веществ в продукции к моменту уборки не обнаружено, поэтому изученная на этих вариантах система защиты растений от вредителей и болезней может рекомендоваться производству для получения экологически безопасной продукции картофеля для детского и диетического питания.

На рисунке представлена динамика разложения инсектицида Тиаметоксам в ботве и клубнях при использовании инсектофунгицида Селест Топ. Как следует из приведённых данных, инсектицид Тиаметоксам в ботве картофеля после обработки клубней при посадке препаратом Селест Топ сохраняется на уровне 0,069–0,031 мг/кг в течение 85–95 суток. Это обеспечивает длительный защитный эффект инсектицида Тиаметоксам от экономически значимого вредителя – колорадского жука. Такой защиты вегетирующих растений от вредителя вполне достаточно для среднераннего сорта Невский.



Динамика разложения инсектицида Тиаметоксам, входящего в состав препарата Селест Топ, в ботве и клубнях картофеля. МДУ – 0,05 мг/кг

Одновременно два фунгицида, входящие в состав препарата Селест Топ, защищают молодые проростки от ризоктониоза и других болезней культуры со дня посадки клубней. Динамика распада инсектицида Тиаметоксам проходила параллельно разложению токсиканта в ботве, хотя и не строго пропорционально. Так, например, на 95-й день в ботве на варианте 6 ещё остаётся 0,031 мг/кг инсектицида, а в клубнях он уже отсутствовал. В первый срок определения, через 65 дней после посадки, на варианте 6 с полными нормами пестицидов содержание инсектицида в клубнях было на 28,6% больше значений МДУ (0,05 мг/кг). В то же время на варианте 7 с уменьшенной на 25% нормой препарата Селест Топ остаточное количество инсектицида Тиаметоксам было фактически на уровне МДУ (превышение всего на 2%). Положительная разница в сторону более низкого содержания остаточного количества инсектицида при уменьшенных нормах препарата Селест Топ (вариант 7) сохранялась в течение всей вегетации.

При анализах проб, взятых через 95 дней после обработки, в представленных на рисунке вариантах в клубнях инсектицид Тиаметоксам не был обнаружен, что свидетельствует о полном его разложении.

Таким образом, нашими исследованиями показан вариант решения важной задачи по нейтрализации накопления токсичных инсектицидов в клубнях к началу уборки при возделывании среднераннего сорта картофеля. Это достигается при использовании препарата Селест Топ в уменьшенных на 25% дозах в сочетании с применением био-препаратов Силиплант или Альбит и сниженными на 40% нормами фунгицидов.

Для гарантированного получения экологически безопасного картофеля должна использоваться система защиты растений, изученная на вариантах 5 и 7. В течение вегетации для защиты картофеля от болезней по ботве использовали три вида фунгицидов в рекомендованных [12] и уменьшенных на 40% нормах в соответствии со схемой опытов: системный препарат Ридомил Голд МЦ, ВДГ, трансламинарный Ревус, КС и контактный Ширлан, СК.

Ридомил Голд МЦ, ВДГ – токсичный фунгицид по Манкоцебу: 2-й класс опасности для человека, 3-й класс для пчёл. Остаточное количество Манкоцеба в образцах клубней, отобранных через 5 суток после обработки ботвы картофеля, составило 0,024 мг, через 10 суток – 0,002 мг и через 20 суток данный фунгицид не обнаруживался. При этом допустимый уровень значения по Манкоцебу составляет 0,1 мг/кг. Фунгицид Ревус, содержащий два действующих вещества (Мандипропамид 25% и Дифеноконазол 25%), не опасен для среды, человека, пчёл ввиду низкой токсичности. Класс опасности для млекопитающих и для пчёл – 3-й. Нет ограничений по применению его в санитарной зоне вокруг рыбохозяйственных водоёмов. Быстро разлагается в растениях (7–10 дней) [12]. Ввиду низкой токсичности и быстрого разложения анализы на остаточное количество данного фунгицида не проводили.

Ширлан – действующее вещество Флуазинам (500 г/л) для человека относится ко 2-му классу опасности, для пчёл – к 3-му. Однако препарат вреден для обитателей водоёмов. МДУ для картофеля – 0,05 мг/кг. В наших исследованиях в образцах клубней, отобранных через 5 суток после обработки, содержание Флуазинама составило 0,031 мг/кг, через 10 суток – 0,003 мг/кг, через 20 суток фунгицид не был обнаружен. Полученные результаты анализов на остаточное количество фунгицидов свидетельствуют об относительно быстром их разложении в клубнях. Уже через 10 дней после последней обработки их количество составляло всего 0,002–0,003 мг/кг, а через 20 дней они полностью отсутствуют. К тому же изученные нами фунгициды относятся к средне- или малотоксичным классам опасности (2-му, 3-му). В результате применяемые нами в опытах фунгициды не создавали явного напряжения по выполнению задачи получения экологически безопасной продукции картофеля. Однако для гарантированного качества продукции, поставляемой в детские и лечебные учреждения, целесообразно уменьшать нормы фунгицидов на 40%,

как это сделано на вариантах 5 и 7. В целом уровень химизации возделывания культуры должен быть существенно снижен при выполнении такой задачи, чтобы избежать неувязок и ошибок, возникающих в крупном производстве.

Для более полной характеристики качества урожая перед уборкой в опыте проводили отбор проб клубней для анализов на содержание нитратов (а также крахмала, сырого протеина, витамина С). Это было связано с тем, что общим фоном минеральных удобрений в опытах являлась доза $N_{75}P_{150}K_{120}$. В 2015 г. в среднем по опыту содержание нитратов составило 71,7 мг, в 2016 г. – 65,4 мг, в 2017 г. – 78,5 мг/кг сырых клубней. В среднем за три года при преобладании в полном минеральном удобрении ($N_{75}P_{150}K_{120}$) доли фосфора над азотом в 2 раза и калия в 1,6 раза содержание нитратов в клубнях составило 71,9 мг/кг при МДУ, равном 80 мг/кг для детских и лечебных учреждений.

Выводы

В Центрально-Чернозёмном регионе РФ разработаны приёмы защиты среднераннего сорта картофеля от вредителей и болезней, обеспечивающие получение экологически безопасной продукции и уровня урожая 31,5–33,1 т/га против 23,5 т/га на контрольном варианте (содержание нитратов – 71,9 мг/кг). Для достижения этой цели необходимо использовать современные средства защиты растений, классом опасности ниже предыдущих, в сочетании с новыми биопрепаратами Альбит, Силиплант и уменьшенными нормами пестицидов.

Пестициды в клубнях к уборке отсутствовали при следующей системе защиты:

- обработка клубней инсектофунгицидом Селест Топ, КС в норме 0,3 л/т совместно с одним из биопрепаратов (Альбит, ТПС 0,1 л/т) или с жидким кремнийсодержащим удобрением Силиплант, ВР в дозе 0,04 л/т;

- 1-я обработка для защиты вегетирующих растений картофеля от фузариоза и альтернариоза – фунгицид Ридомил Голд МЦ, ВДГ в дозе 1,5 кг/га;

- 2-я и 3-я обработки – против болезней – фунгицид Ревус, КС в дозе 0,36 л/га;

- 4-я и 5-я обработки – для профилактики фитофтороза – фунгицид Ширлан, СК в дозе 0,24 л/га совместно с одним из биопрепаратов (Силиплант, ВР в дозе 1,0 л/га или Альбит, ТПС в дозе 0,05 л/га) 2 раза за вегетацию.

Использование современных средств защиты растений картофеля и биопрепаратов в сочетании с уменьшенными нормами инсектофунгицидов (на 25%) и фунгицидов (на 40%) обеспечивает получение экологически безопасной продукции.

Библиографический список

1. Бутов А.В. Экологически безопасный картофель / А.В. Бутов, О.Ю. Боева // Картофель и овощи. – 2013. – № 5. – С. 25–26.
2. ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). – Введ. 2000–07–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 21 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
4. Индустрия картофеля : справочник / Е.А. Симачов и др. ; под ред. В.И. Старовойтова. – 2-е изд., доп. – Москва : НПФ АгроНИР, 2013. – 272 с.
5. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии : учеб. пособие / В.Г. Каплин. – Москва : КолосС, 2007. – 232 с.
6. Кочурко В.И. Основы органического земледелия : практическое пособие / В.И. Кочурко, Е.Э. Абарова, В.Н. Зуев. – Минск : Донарит, 2013. – 176 с.
7. Лысенко Н.Н. Основы экотоксикологии : учеб. пособие / Н.Н. Лысенко, М.А. Догадина. – Орел : Изд-во Орловского ГАУ, 2015. – 460 с.
8. Основы экологии и экотоксикологии : учеб. пособие / Д.А. Еделев, Н.Н. Гребёнкин, А.Н. Баранов, Н.Н. Роева. – Рязань : Рязанский издательский дом, 2013. – 82 с.

9. Перспективы развития экологических приемов защиты картофеля от болезней и вредителей / В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, И.И. Новикова, Н.А. Белякова, М.К. Деревягина, Г.Л. Белов // *Аграрная наука*. – 2019. – № S3. – С. 54–59.

10. Практикум по агрохимии : учеб. пособие ; под ред. академика В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Московского университета, 2001. – 689 с.

11. СанПин 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования и нормы безопасности пищевой ценности пищевых продуктов. Введ. в действие Главным государственным врачом Российской Федерации. Постановление от 14 ноября 2001 года № 36 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901806306> (дата обращения: 10.06.2020).

12. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2015/2016/2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agrovista.ru/magazin/product/spravochnik-pestitsidov-i-agrokhimikatov-2015/2016/2017> (дата обращения: 10.06.2020).

13. Тульчев В.В. Мировой рынок картофеля / В.В. Тульчев, О.М. Ягфоров // *АПК: Экономика и управление*. – 2014. – № 5. – С. 57–64.

14. Федотов В.А. Картофель в Черноземной лесостепи : монография / В.А. Федотов, А.В. Бутов, С.В. Гончаров. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2005. – 312 с.

15. Химические основы экотоксикологии : учеб. пособие / А.И. Фокина, С.Ю. Огородникова, А.С. Олькова, С.Г. Скугорева, Е.И. Лялина. – Киров : Типография ООО «Лобань», 2015. – 266 с.

16. Химия пищевых продуктов ; ред.-сост. Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема ; перевод с англ. 4-го издания. – Санкт-Петербург : Профессия, 2012. – 1040 с.

17. Черников В.А. Стратегия получения экологически безопасной продукции / В.А. Черников, В.А. Соколов // *Агроэкология*. – 2014. – № 1. – С. 13–18.

18. Экологические приемы защиты картофеля от болезней и вредителей / В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, М.К. Деревягина, Г.Л. Белов, И.И. Новикова, Н.А. Белякова // *Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России : сборник тезисов конференции IV Всероссийского съезда по защите растений с международным участием (Россия, г. Санкт-Петербург, 09–11 сентября 2019 г.)*. – Санкт-Петербург : Изд-во ВНИИ защиты растений. – Санкт Петербург (Пушкин) : ВИЗР, 2019. – 120 с.

19. Biological quality and preservation of Potato under drip irrigation and different fertilizers / A. Butov, V. Zakharov, T. Zubkova // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2019. – Vol. 25 (2). – Pp. 37–44.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Алексей Владимирович Бутов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Россия, г. Елец, e-mail: butov.a.v@yandex.ru.

Анатолий Владимирович Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: dedov050@mail.ru.

Владимир Григорьевич Широбок – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учёта и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, Воронеж, e-mail: ssn3@bk.ru.

Мандрова Анна Алексеевна – старший преподаватель кафедры экономики и коммерческой деятельности ФГБОУ ДПО «Липецкий институт переподготовки и повышения квалификации кадров агропромышленного комплекса», Россия, г. Липецк, e-mail: annalets@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 03.10.2020

Дата принятия к печати 16.11.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexey V. Butov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, Russia, Yelets, e-mail: butov.a.v@yandex.ru.

Anatoliy V. Dedov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: dedov050@mail.ru.

Vladimir G. Shirobokov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Accounting and Audit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ssn3@bk.ru.

Anna A. Mandrova, Senior Lecturer, the Dept. of Economics and Commercial Activities, The Lipetsk Institute of the Personnel Qualification Upgrade of Agro-Industrial Complex, Russia, Lipetsk, e-mail: annalets@yandex.ru.

Received October 03, 2020

Accepted after revision November 16, 2020