

# ПОИСК ОСТАТОЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ – ПУТЬ К БЕЗОПАСНОМУ ПРОДОВОЛЬСТВУ

**М.О. Петрова, Т.Д. Черменская**

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,  
Санкт-Петербург, Россия

Эл. почта: [mar34915696@yandex.ru](mailto:mar34915696@yandex.ru); [tchermenskaya@yandex.ru](mailto:tchermenskaya@yandex.ru)

Статья поступила в редакцию 10.04.2019; принята к печати 07.05.2019

Обеспечение безопасности и качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов является одной из основных задач современного общества. Ни одно сельскохозяйственное предприятие не обходится без использования пестицидов, способствующих получению высоких и стабильных урожаев. Государственная регистрация пестицидов и агрохимикатов в Российской Федерации – это обязательная процедура, которая призвана не пропустить на рынок РФ некачественную или не соответствующую принятым нормам сельскохозяйственную продукцию. В обзоре рассмотрены действующие в Российской Федерации нормативные акты по этому вопросу и методические подходы к анализу пестицидов – как классические, так и последние разработки, включая осуществленные во Всероссийском институте защиты растений (ВИЗР).

*Ключевые слова:* пестициды, сельскохозяйственные культуры, аналитические методы.

## CHECKING AGRICULTURAL PRODUCE FOR RESIDUAL PESTICIDE AS A PREREQUISITE OF FOOD SAFETY

**M.O. Petrova, T.D. Chermenskaya**

All-Russian Research Institute of Plant Protection, Saint Petersburg, Russia

Email: [mar34915696@yandex.ru](mailto:mar34915696@yandex.ru); [tchermenskaya@yandex.ru](mailto:tchermenskaya@yandex.ru)

Securing safety and quality of agricultural produce and foods is among the principal public responsibilities. No agricultural facilities can do without using pesticides, which help to make crops ample and stable. State registration of pesticides and agrochemical means, which is obligatory in the Russian Federation, prevents low quality and unsafe products from entering the food market. In the present paper, the related regulations and methodological approaches are reviewed, including the latest developments, in particular those attributed to All-Russian Research institute of Plant Protection.

*Keywords:* pesticides, agricultural crops, analytical methods.

### Введение

Пестициды (от лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю) – химические средства для борьбы с вредоносными или нежелательными микроорганизмами, растениями и животными.

Пестициды используют повсеместно, ни одно сельскохозяйственное предприятие без них не обходится, так как применение пестицидов способствует получению высоких и стабильных урожаев. При всей своей эффективности в борьбе за здоровые растения и сохранность урожая необходимо помнить, что пестициды могут быть опасны для теплокровных и человека. Еще в 1950-е гг. появились многочисленные данные, свидетельствующие об их опасности для человека при употреблении продуктов питания с остаточными количествами пестицидов.

Ухудшение экологической ситуации по всему миру, связанное с деятельностью человека, повлияло и на состав потребляемой пищи. С продуктами питания в организм человека поступает большое количество не всегда полезных химических и биологических веществ. Они попадают и накапливаются по ходу биологической цепи, обеспечивающей обмен веществ как между живыми организмами, с одной стороны, и воздухом, водой и почвой – с другой, так и в пищевой цепи, включающей все этапы сельскохозяйственного и промышленного производства продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также их хранение, упаковку и маркировку [8]. В связи с этим обеспечение безопасности и качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов является одной из основных задач современного человеческого общества,

определяющих здоровье населения и сохранение его генофонда. Безопасными для здоровья потребителя принято считать продукты, которые или не содержат токсических веществ, представляющих опасность для здоровья людей нынешнего и будущего поколений, или содержат их в количествах, допустимых санитарными нормами и гигиеническими нормативами<sup>1</sup>.

### Нормативная база

Для того чтобы обезопасить себя от нежелательных проблем с законом и четко регламентировать использование агрохимикатов, необходимо получение специальной регистрации препаратов в Министерстве сельского хозяйства РФ. Это гарантия безопасности использования пестицидов, удобрений, стимуляторов роста для здоровья людей и для окружающей среды. Каждый год происходит обновление Каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, который является официальным документом, содержит перечень пестицидов (Часть 1) и агрохимикатов (Часть 2), разрешенных для применения гражданами и юридическими лицами в сельском, лесном, коммунальном и личном подсобном хозяйствах, а также основные регламенты применения пестицидов, установленные в ходе их регистрационных испытаний<sup>2</sup>.

Государственная регистрация пестицидов и агрохимикатов в России – это обязательная процедура, которая призвана не пропустить на рынок РФ некачественную или не соответствующую принятым нормам сельскохозяйственную продукцию.

Очередной вехой в развитии системы государственной регистрации средств защиты растений стало принятие Положения о регистрационных испытаниях и регистрации пестицидов в Российской Федерации (1995). Положение было утверждено Пленумом Госхимкомиссии и согласовано с заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации. Этот документ установил положения, касающиеся регистрационных испытаний и регистрации пестицидов в РФ, регламентировал порядок их осуществления, объем и характер необходимой информации, уточнил термины и определения, определил почвенно-климатические зоны страны и перечень институтов системы регистрационных испытаний. В 1997 г. был принят Федеральный закон № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», который впервые установил правовые основы обеспечения безопасного обраще-

ния с пестицидами, в том числе с их действующими веществами, в целях охраны здоровья людей и окружающей природной среды. В статье закона, посвященной регистрационным испытаниям пестицидов, указано, что испытания проводятся для определения эффективности средств защиты растений и разработки регламентов их применения. В 2007 г. в связи с совершенствованием структуры федеральных органов исполнительной власти и упорядочением системы регистрационных испытаний и регистрации пестицидов МСХ РФ был издан приказ № 357 «Об утверждении Порядка государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов», где давались общие положения, организация и проведение регистрационных испытаний, государственная регистрация и перечень документов и материалов, необходимых для регистрации [3].

Как в нашей стране, так и во всем мире регистрация и разрешение на использование пестицидов для защиты сельскохозяйственных культур невозможны без наличия методов анализа их микроколичеств в объектах окружающей среды и растительном материале. Наблюдение за динамикой разложения пестицидов в растениях и определение их остаточных количеств в урожае сельскохозяйственных культур является неотъемлемой частью регистрационных испытаний. Под остаточными количествами пестицидов понимают действующее начало пестицидного препарата или продукты его превращения, обнаруживаемые в исследуемом материале. В качестве норматива допустимых концентраций остаточных количеств пестицидов в продуктах питания принимается такое их количество, которое, поступая в организм человека ежедневно, не наносит ущерба его здоровью. Нормы допустимых остаточных количеств для каждого устанавливаются отдельно. Некоторые пестициды не должны присутствовать в пищевых продуктах. Не допускается присутствие многих пестицидов в молоке, мясе, масле, яйцах. Остаточные количества пестицидов в продуктах питания в нашей стране в ряде случаев ниже, чем в других странах.

Определение остаточных количеств пестицидов в продуктах питания осуществляется в том случае, если органолептические характеристики их не изменены или изменения слабо выражены. В другом случае продукт непригоден к использованию и химические исследования излишни.

Величина остаточных количеств пестицидов в продуктах зависит от ряда условий: свойств пестицида, формы и концентрации примененного препарата, нормы расхода его, кратности и времени последней обработки до снятия урожая, вида культуры, характера почвы, на которой она произрастает, и др.

Результаты химических исследований пищевых продуктов позволяют решить следующие вопросы.

<sup>1</sup> Гигиенические нормативы ГН 1.2.3539-18. «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)»; 2018.

<sup>2</sup> Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. М.; 2019.

1. Оценить, насколько соблюдены регламенты применения пестицидов при обработке сельскохозяйственных культур.

2. Решить вопрос о возможности употребления и порядке реализации продуктов, загрязненных пестицидами. Определение остаточных количеств пестицидов в растительных продуктах производится в состоянии их товарной зрелости и в падалице плодов. В тех случаях, когда пищевой продукт используется в питании не только в сыром виде, но и после обработки, химические исследования следует проводить в сырье и готовой продукции. Особое внимание должно уделяться подготовке проб пищевых продуктов к анализу.

В тех случаях, когда неизвестно, влиянию какого пестицида подвергался исследуемый продукт, что значительно усложняет лабораторные исследования, химик-аналитик должен предположить, какие пестициды могут быть в данном продукте, учитывая ассортимент применяемых химических веществ для работ той или иной культуры.

### Аналитическая база

С учетом высокой токсичности пестицидов для контроля необходимы специфические и чувствительные аналитические методы, позволяющие определять остатки пестицидов и их метаболитов на следовом уровне. Значительные сложности также связаны с тем, что анализируемые действующие вещества препаратов необходимо отделять от примесей, которые присутствуют в больших количествах и затрудняют определение.

Для определения пестицидов используются фотометрический, спектрофотометрический, полярографический и другие методы. Качественное и количественное определение остаточных количеств пестицидов преимущественно осуществляют с помощью хроматографических методов: газовая хроматография (ГХ), включая капиллярную газожидкостную хроматографию (КГЖХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и хромато-масс-спектрометрия (ГХ/МС, ЖХ/МС).

Хроматографические методы анализа обладают высокой чувствительностью и позволяют различать родственные соединения и их метаболиты или продукты гидролиза. При помощи этих методов анализа можно с высокой точностью определять остаточные количества пестицидов в исследуемых пробах. Они позволяют разделять многокомпонентные смеси и быстро и точно устанавливать наличие тех или иных пестицидов. Эти методы применяются для обнаружения широкого круга соединений в воздухе, воде, почве, растительном сырье и пищевых продуктах.

Достоверность результатов анализов зависит не только от применения надежных аналитических ме-

тодов, но также и от опыта работы химика-аналитика и соблюдения «надлежащей лабораторной практики, касающейся анализов пестицидов».

Определенные нормы и требования к оборудованию, персоналу, обеспечению контроля качества результатов анализа, управлению документацией и прочему являются необходимыми условиями для получения достоверных и прослеживаемых результатов анализа. Соответствующие критерии изложены в ГОСТ 17025-2009 и в серии методических документов по надлежащей лабораторной практике в соответствии с национальными законами и регулированием.

Для определения остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах и других объектах окружающей среды используются методы, рекомендованные Министерством здравоохранения<sup>3</sup>.

Методы определения действующих веществ пестицидов должны иметь высокий процент извлечения аналита из различных природных матриц и объектов окружающей среды, обеспечивать хорошее разделение анализируемых и коэкстрактивных веществ, достоверно идентифицировать искомое соединение, иметь низкий предел обнаружения, быть оптимальными по стоимости, обеспечивать необходимые показатели точности, повторяемости и воспроизводимости результатов исследований.

Анализ остаточных содержаний состоит из последовательности процедур, большинство из которых известны или полностью понятны квалифицированному химику-аналитику, но поскольку концентрации анализируемого вещества находятся в пределах от мкг/кг до мг/кг, анализы могут быть сложными, и необходимо внимание к деталям<sup>4</sup>.

Как и несколько десятилетий назад, общая схема анализа на содержание микроколичеств пестицидов состоит из нескольких этапов:

- извлечение вещества из исследуемой пробы;
- очистка экстракта;
- качественное обнаружение и количественное определение аналита [7].

На первом этапе наиболее распространенным способом извлечения действующих веществ пестицидов является экстракция органическими растворителями. При этом подбор экстрагента непосредственно зависит от физико-химических свойств пестицида и субстрата, в котором он находится. В идеале экстрагент должен обеспечивать максимальное извлечение вещества с минимальным извлечением примесей. При удалении растворителя необходимо обращать внимание на температуру и продолжительность нагрева, чтобы

<sup>3</sup> Информационный указатель нормативных и методических документов Роспотребнадзора (ИУН); 2(94). М.: ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора; 2018.

<sup>4</sup> Кодекс Алиментариус. Остаточные содержания пестицидов в пищевых продуктах. Методы. Пер. с англ. М.: Весь Мир; 2007.

предотвратить термическое разложение и улетучивание изучаемого вещества.

Все эти нюансы приводят к поиску способов экстракции, при которых уменьшается количество органических растворителей и число операций с полученным экстрактом.

Недавно в аналитической химии пестицидов стали использовать твердофазную экстракцию (ТФЭ), которая позволяет объединить отбор проб с концентрированием. Для экстракции используют неполярные и малополярные органические растворители, концентрирующие пестициды на молекулярных сорбентах [13]. Использование готовых патронов для ТФЭ значительно упрощает процедуру подготовки проб к анализу по сравнению с традиционными способами.

На этапе очистки полученного экстракта могут применяться разные подходы, обусловленные характером искомого соединения. Это может быть получение производных, распределение между двумя несмешиваемыми жидкостями, осаждение примесей, очистка на сорбентах, таких как активированный уголь, окись алюминия, силикагель, флоризил и др.

Начиналось все с тонкослойной хроматографии (ТСХ), но постепенно актуальность этого метода в связи с низкой чувствительностью и детерминированностью, а также развитием более современных хроматографических методов сошла на нет. Но вплоть до 90-х годов XX века разрабатывались методы определения пестицидов с использованием ТСХ<sup>5,6</sup>.

Газовую хроматографию используют для разделения летучих, термостабильных соединений. Такими свойствами обладают около 5% известных органических соединений, но именно они оставляют от 70 до 80% соединений, используемых человеком. Подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу с большой площадью поверхности. В качестве газа-носителя используются водород, гелий, азот, аргон и углекислый газ. Наиболее часто используют азот как более доступный и дешевый и безопасный. Газ-носитель обеспечивает распределение компонентов по хроматографической колонке и не взаимодействует ни с разделяемыми веществами, ни с неподвижной фазой [17, с. 11–56]. Большое число пестицидов не обладают летучестью и достаточной термостабильностью, поэтому не могут определяться непосредственно. Для того чтобы сделать возможным определение этих соедине-

ний с помощью ГХ, их дериватизируют, превращая в производные. Такая операция обычно повышает летучесть и уменьшает адсорбцию хроматографируемых соединений на твердых носителях, увеличивает их термостойкость и улучшает разделение. В некоторых случаях при этом достигается также и значительное увеличение чувствительности детектирования полученных производных.

Если такая операция невозможна, а также для снижения трудоемкости используют высокоэффективную жидкостную хроматографию. В этом методе разделения и анализа сложных смесей веществ подвижной фазой является жидкость. Подвижная фаза в жидкостной хроматографии выполняет двойную функцию: 1) обеспечивает перенос десорбированных молекул по колонке (подобно подвижной фазе в газовой хроматографии); 2) обеспечивает удерживание в результате взаимодействия с неподвижной фазой (сорбция на поверхности) и с молекулами разделяемых веществ. За счет комбинации нескольких типов сорбентов и различных по составу подвижных фаз метод ВЭЖХ находит применение для разделения значительно большего числа веществ, чем газовая хроматография, и с каждым годом получает все более широкое распространение [17, с. 57–96].

Рост количества пестицидов с известными действующими веществами и появление новых соединений приводит к значительному увеличению объема аналитических работ, который требует ускорения и удешевления всех процессов.

Новым подходом в пробоподготовке при анализе пестицидных остатков стал метод, получивший название QuEChERS – быстрый (Quick), легкий (Easy), дешевый (Cheap), эффективный (Efficient), надежный (Reliable) и безопасный (Safe) [18]. В этом методе для каждой стадии классической процедуры пробоподготовки была найдена более простая альтернатива: вместо фильтрования – центрифугирование, а вместо ТФЭ на патронах – дисперсионная ТФЭ. Таким образом, в одной емкости происходит экстракция и распределение, а во второй – очистка сорбентом. Многие фирмы стали выпускать наборы реактивов и посуды, с помощью которых можно подготовить к измерению 8 проб за 30 минут [6]. С помощью готовых наборов удалось разработать метод определения остаточных количеств пиридата и его метаболита пиридафол в зерне и масле кукурузы с использованием ВЭЖХ-МС [4], определения массовой концентрации тиофанат-метила и карбендазима в зеленой массе, семенах и масле подсолнечника [5] и т. д. Но, к сожалению, использование QuEChERS применимо не ко всем пестицидам и матрицам, в которых их обнаруживают. Так, например, при разработке метода определения аметоктрадина в растительных остатках и объектах окружающей среды методом ВЭЖХ-УФ

<sup>5</sup> ВМУ 6106-91. Временные методические указания по определению глутосинат аммония (баста) в воде и растительных культурах методом тонкослойной хроматографии. Методические указания. Сборник № 22. Часть 1. М.; 1994. С. 24–32.

<sup>6</sup> ВМУ 3253-85. Временные методические указания по определению лентаграна в кукурузе, почве и воде методом тонкослойной хроматографии. Методические указания. Часть 17. М.; 1988. С. 136–141.



QuEChERS подошел для выделения аналита из почвы, но без использования дисперсионной ТФЭ, а для работы с растительными матрицами пришлось обратиться к классическим методам экстракции и очистки, так как не удалось достичь степени извлечения более 70% [9].

Значительную привлекательность приобретают методы, позволяющие выделять и анализировать большое количество пестицидов. Так можно не только сократить время анализа и расход реактивов, но и проводить анализ пестицидов вместе с их метаболитами и легко адаптировать эти методики к новым матрицам и к новым соединениям. Так, например, методика определения множественных остатков позволяет выявить в пробе питьевой воды хлорорганические пестициды<sup>7</sup> или азот- и фосфорорганические пестициды<sup>8</sup>. Методика определения множественных остатков МУК 4.1.3351-16 предназначена для анализа пестицидов разных классов в одной пробе фруктов или овощей<sup>9</sup>.

### Вклад ВИЗР

В рамках работы Центра биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР сотрудниками ежегодно оценивается большой объем информации об эффективности новых препаратов и безопасности их использования, полученной в ходе полевых мелкоделяночных опытов [12].

Анализ этой информации позволяет сделать заключение о том, что совершенствование ассортимента пестицидов происходит не только в направлении повышения их эффективности. Важным направлением совершенствования является также поиск селективных и менее опасных для экологии и здоровья людей пестицидов с небольшими нормами применения, не накапливающихся в почве и грунтовых водах и безопасных для последующих культур севооборота [11].

Широкое развитие в последние годы получило создание комбинированных препаратов на основе известных действующих веществ (в том числе с учетом эффекта синергизма между компонентами). Примером комбинации двух действующих веществ из разных химических классов может служить гербицид Бомба в форме вододисперсионных гранул (ВДГ), в состав

которого входят два действующих вещества: трибенурон-метил из класса сульфонилмочевин (563 г/кг) и флорасулам из класса триазолпиримидинов (187 г/кг). Этот гербицид предназначен для уничтожения однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4-дихлорфенилуксусной кислоте и 2-метил-4-хлорфеноксипропионовой кислоте, и некоторых многолетних двудольных сорняков в посевах зерновых культур [2].

Анализ растительных образцов на содержание остаточных количеств пестицидов после обработки сельскохозяйственных культур многокомпонентными препаратами требует достаточно больших трудозатрат, так как для каждого из действующих веществ существует собственный метод определения. В связи с этим напрашивается необходимость разработки либо универсальной методики определения большого числа пестицидов разных классов в различных объектах, как, например, в МУК 4.1.3351-16, либо оптимизация существующих методов для одновременного определения компонентов препарата [14, 16].

Элементом постоянного повышения безопасности изменений в ассортименте средств защиты растений и защитных мероприятий следует считать и исследования по изучению биологической эффективности препаратов, разработке регламентов их применения и оценке содержания остаточных количеств в урожае защищаемых культур. Для реализации последнего из указанных элементов в нашей лаборатории разрабатываются методики контроля остатков действующих веществ пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды. Только ВИЗР совместно с ООО «ИЦЗР» ежегодно представляется не менее 10 таких разработок, которые после тестирования и утверждения Роспотребнадзором РФ приобретают статус государственных, то есть могут и должны использоваться для контроля содержания пестицидов любыми аналитическими лабораториями, в задачи которых входит мониторинг окружающей среды, анализ сельскохозяйственной продукции и продуктов питания. Коллектив исполнителей имеет богатый опыт работы по решению задач, связанных с определением действующих веществ пестицидов, 20 последних лет занимаясь разработкой методик анализа пестицидов и изучением их остаточных количеств в сельскохозяйственной продукции. За последние 5 лет было разработано и опубликовано более 60 методик, которые прошли метрологическую экспертизу, внесены в Федеральный реестр методов измерений и утверждены Роспотребнадзором РФ.

В целом объемы осуществляемых научно-исследовательских работ в рамках биологических тестирований и регистрации пестицидов в последние 5 лет характеризуются показателями по инсектицидам – до 30, фунгицидам – до 75, гербицидам – до 100 и родентицидам – до 4 препаратов ежегодно [10].

<sup>7</sup> AOAC Official Method 990.06. Organochlorine Pesticides in Water. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. 4th Rev. 1998; I.

<sup>8</sup> Official Methods of Analysis of AOAC International. Ed. P. Cunniff. 1 ed. AOAC International, Maryland, USA. 1999;1(10):26-31.

<sup>9</sup> МУК 4.1.3351-16. Многоостаточное определение пестицидов различной химической природы в продукции растениеводства: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2016.

Несмотря на существование и использование утвержденных методов определения пестицидов, в научном мире постоянно происходит обновление, усовершенствование, оптимизация этих методов. Проводятся такие работы, как правило, для сокращения времени исследования, расходов на реактивы, потерь в процессе извлечения вещества и т. д. Немаловажную роль играет и постоянное развитие методов детектирования, и увеличение чувствительности приборов. Например, удалось значительно сократить время подготовки проб к анализу за счет уменьшения количества стадий переэкстракции, исключения стадии метилирования и хорошо подобранной схемы очистки только на одном типе патрона для ТФЭ при определении остаточных количеств флорасулама в зерновых культурах [1]. Также к оптимизации может относиться

создание такого метода, где определяется несколько действующих веществ многокомпонентных препаратов, как, например, в работе, посвященной принципиальной возможности одновременного определения двух фунгицидов, аметоктрадина и диметоморфа, в одной пробе в условиях единой пробоподготовки, что может служить хорошей альтернативой ранее опубликованным методикам [15].

С учетом вышеизложенного можно утверждать, что совершенствование средств защиты растений и их ассортимента, а также поиск и регистрация остаточных веществ пестицидов в сельскохозяйственной продукции являются важными звеньями концепции повышения фитосанитарного и экологического уровня сельхозпроизводства в процессе реализации продовольственной безопасности страны.

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Алексеев ЕЮ, Черменская ТД. Оптимизация метода определения остаточных количеств флорасулама в сельскохозяйственных культурах. Вестн. защиты растений. 2018; 97(3):76-80.
2. Голубев АС, Маханькова ТА, Редюк СИ, Борушко ПИ. Совершенствование ассортимента гербицидов как элемент экологизации защиты растений. Инф. бюлл. ВПРС МОББ. 2017;(52):79-82.
3. Долженко ВИ, Новожилов КВ. Становление и развитие НИР в системе биологической регламентации и государственной регистрации новых средств защиты растений. Вестн. защиты растений. 2010;(3):16-29.
4. Долженко ВИ, Комарова АС, Человечкова ВВ, Цибульская ИА, Черменская ТД. Определение остаточных количеств пиридата и его метаболита пиридафол в зерне и масле кукурузы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (МУК 4.1.3360-16). Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2017.
5. Долженко ВИ, Маслаков СЕ, Цибульская ИА, Павлова ВФ. Определение остаточных количеств тиофанат-метила и карбендазима в зеленой массе, семенах и масле подсолнечника методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (МУК 4.1.3361-16). Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2017.
6. Журкович ИК, Человечкова ВВ, Луговкина НВ, Утсаль ВА, Гладилович ВД. Выбор оптимальной схемы анализа пестицидных остатков. Методические указания МР ФМБА России 12.01-15. Минздрав РФ. Федеральное медико-биологическое агентство. М.: Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства; 2015.
7. Клисенко МА, Лебедева ТА, Юркова ЗФ. Химический анализ микроколичеств ядохимикатов. М.: Медицина; 1972.
8. Кобелева ОВ. Пестициды в продуктах питания, произведенных на территории Хабаровского района. Ученые заметки ТОГУ. 2013;4(3):1-8.
9. Комарова АС, Черменская ТД, Человечкова ВВ. Определение аметоктрадина в растительных остатках и объектах окружающей среды методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектором. Журн. аналит. хим. 2017;72(10):904-9.
10. Лаптиев АБ. Развитие защиты растений в условиях повышения продовольственной безопасности страны. Инф. бюлл. ВПРС МОББ. 2017;(52):187-90.
11. Маханькова ТА, Кириленко ЕИ, Голубев АС. Ассортимент гербицидов для зерновых культур. Защита и карантин растений. 2011;(3):16-8.
12. Маханькова ТА, Петунова АА, Голубев АС, Кириленко ЕИ, Редюк СИ, Чернуха ВГ, Борушко ПИ, Сулова ЛБ, Бурлакова ЮБ, Кожемякова ЕИ. Современный ассортимент средств защиты растений (гербициды на посевах тех-

- нических, овощных, масличных, прядильных культур, в садах, на паровых полях и землях несельскохозяйственного назначения). СПб.: ВИЗР; 2011.
13. Остроухова ОК, Долженко ВИ, Зенкевич ИГ. Использование твердофазной экстракции и микроэкстракции в анализе пестицидов. *Агрохимия*. 2005;(1):74-87.
  14. Остроухова ОК, Комарова АС. Оптимизация методов контроля содержания многокомпонентных пестицидов в сельскохозяйственных культурах. *Агрохимия*. 2016;(5):72-5.
  15. Человечкова ВВ, Комарова АС, Черменская ТД, Долженко ВИ. Совместное определение аметоктрадина и диметоморфа в салате. В кн.: Сборник тезисов международной научной конференции «Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений»; 24-25 сентября 2015; Алматы, Казахстан; 2015. с. 585-9.
  16. Человечкова ВВ, Комарова АС, Черменская ТД. Одновременное определение имидаклоприда и клотианидина в картофеле и сахарной свекле. *Агрохимия*. 2018;(7):81-4.
  17. Шаповалова ЕН, Пирогов АВ. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. М.; 2007.
  5. Dolzhenko VI, Maslakov SYe, Tsibul'skaya IA, Pavlova VF. Opredeleniye Ostatochnyh Kolichestv Tiofanat-Metila i Karbendazima v Zelenoy Masse, Semenakh i Masle Podsolnechnika Metodom Vysokoeffektivnoy Zhidkostnoy Khromatografii (MUK 4.1.3361-16). [Determination of residual amounts of thiophanate methyl and carbendazim in green mass, seeds and sunflower oil with high performance liquid chromatography (MUK 4.1.3361-16)]. *Metodicheskiye ukazaniya*. Moscow: Federal'niy Tsentri Gigieni i Epidemiologii Rospotrebnadzora; 2017. (In Russ.)
  6. Zhurkovich IK, Chelovechkova VV, Lugovkina NV, Utsal' VA, Gladilovich VD. Vybora Optimal'noy Skhemy Analiza Pestitsidnykh Ostatkov. [Selection of an optimal procedure for analysis of residual pesticides]. Moscow: Institut Toksikologii Federal'nogo Mediko-Biologicheskogo Agenstva; 2015. (In Russ.)
  7. Klisenko MA, Lebedeva TA, Yurkova ZF. Himicheskiy Analiz Mikrokolichestv Yadohimikatov. [Chemical Analysis of Trace Amounts of Pesticides]. Moscow: Medicina; 1972. (In Russ.)
  8. Kobleva OV. [Pesticides in food produced in the territory of the Khabarovsk region]. *Ucheniye Zametki TOGU*. 2013;4(3):1-8. (In Russ.)
  9. Komarova AS, Chermenskaya TD, Chelovechkova VV. [Determination of ametoctradin in plant residues and environmental samples with HPLC coupled with a UV detector]. *Zhurnal Analiticheskoy Khimii*. 2017;72(10):904-9. (In Russ.)
  10. Laptiyev AB. [Development of plant protection in the context of increasing the food security of Russia]. *Informatsionnyy Biulleten' VPRS MOBB*. 2017;(52):187-90. (In Russ.)
  11. Mahan'kova TA, Kirilenko YeI, Golubev AS. [The range of herbicides for cereals]. *Zashchita i Karantin Rasteniy*. 2011;(3):16-8. (In Russ.)
  12. Makhankova TA, Petunova AA, Golubev AS, Kirilenko YeI, Redyuk SI, Chernuha VG, Borushko PI, Suslova LB, Burlakova YuB, Kozhemyakova YeI. *Sovremenniy Assortiment Sredstv Zashchity Rasteniy (Gerbitsidy na Posevah Tekhnicheskikh, Ovoshchnykh, Maslichnykh, Priadil'nykh Kultur v Sadakh, na Parovykh Poliakh i Zemlyah Neselskokhoziaystvennogo Naznacheniya)*. [Modern Range of Plant Protection Products (Herbicides for Industrial, Vegetable, Oilseed and Spinning Crops in Gardens, on Fallow Lands and Non-Agricultural Lands)]. Saint Petersburg: VIZR; 2011. (In Russ.)
  13. Ostroukhova OK, Dolzhenko VI, Zenkevich IG. [Using solid phase extraction and microextraction in analysis of pesticides]. *Агрохимия*. 2005;(1):74-87. (In Russ.)

#### Общий список литературы/Reference List

1. Alekseyev YeYu, Chermenskaya TD. [Optimization of the method for determining the residual amounts of florasulam in crops]. *Vestnik Zashchity Rasteniy*. 2018;97(3):76-80. (In Russ.)
2. Golubev AS, Mahan'kova TA, Redyuk SI, Borushko PI. [Improving the range of herbicides as an element of green plant protection]. *Informatsionnyi byulleten VPRS MOBB*. 2017;(52):79-82. (In Russ.)
3. Dolzhenko VI, Novozhilov KV. [Establishment and development of research related to the system of biological regulation and state registration of new plant protection products]. *Vestnik Zashchity Rasteniy*. 2010;(3):16-29. (In Russ.)
4. Dolzhenko VI, Komarova AS, Chelovechkova VV, Tsibul'skaya IA, Chermenskaya TD. Opredeleniye Ostatochnyh Kolichestv Piridata i Yego Metabolita Piridafola v Zerne i Masle Kukuruzu Metodom Vysokoeffektivnoy Zhidkostnoy Khromatografii s Mass-Spektrometricheskim Detektirovaniem (MUK 4.1.3360-16). [Determination of Residual Quantities of Pyridate and its Metabolite Pyridafol in Corn and Corn Oil with High Performance Liquid Chromatography coupled with Mass-Spectrometric Detection (MUK 4.1.3360-16)]. Moscow: Federalniy Tsentri Gigieni i Epidemiologii Rospotrebnadzora; 2017. (In Russ.)

14. Ostroukhova OK, Komarova AS. [Optimization of methods for controlling the content of multicomponent pesticides in crops]. *Agrokhimiya*. 2016;(5):72-5. (In Russ.)
15. Chelovechkova VV, Komarova AS, Chermenskaya TD, Dolzhenko VI. [Joint determination of ametoctradine and dimethomorph in salad]. In: *Sbornik Tezisev Mezhdunarodnoy Nauchnoy Konferentsii «Innovatsionnye Ekologicheski Bezopasnye Tekhnologii Zashchity Rasteniy»*. Almaty; 2015. P. 585-9. (In Russ.)
16. Chelovechkova VV, Komarova AS, Chermenskaya TD. [Simultaneous determination of imidacloprid and clothianidin in potato and sugar beet]. *Agrokhimiya*. 2018;(7):81-4. (In Russ.)
17. Shapovalova YeN, Pirogov AV. *Khromatograficheskiye Metody Analiza*. [Chromatographic Methods of Analysis]. Moscow; 2007. (In Russ.)
18. Anastasiades M, Lehotay SJ. Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction. In: *Partitioning and «Dispersive Solid-Phase Extraction» for the Determination of Pesticide Residues in Produce*. *J AOAC Int*. 2003; 86:412.

