



ISSN 1727-1320 (Print),  
ISSN 2308-6459 (Online)

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2020 ТОМ **103** ВЫПУСК **2**  
VOLUME ISSUE



OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-2-13399>*Мини-обзор*

## РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ВИЗР ПО ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ

**М.О. Петрова, Т.Д. Черменская\*, В.И. Долженко**

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

*\* ответственный за переписку, e-mail: tchermenskaya@yandex.ru*

Определение остаточных количеств пестицидов в продукции растениеводства и изучение их деградации представляет собой важную задачу при разработке и внедрении новых средств защиты растений. Аналитическая лаборатория ВИЗР занимается разработкой методик определения остаточных количеств пестицидов и определением остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды. Количество пестицидов, поступающих на рынок, увеличивается с каждым годом. Разрабатываются новые действующие вещества, совершенствуются препаративные формы, появляются новые комбинированные препараты. В 2018 г. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов пополнился 11 новыми фунгицидами, 9 инсектицидами, 9 протравителями, 19 новыми гербицидами, 5 регуляторами роста. За последние 2 года общий объем изучения остатков пестицидов в растительном сырье составил 170 единиц препаратов более, чем в 30 сельскохозяйственных культурах. При этом проконтролировано содержание порядка 100 действующих веществ, для чего подготовлено и проанализировано более 10 тысяч проб. По результатам исследований подготовлено более 900 отчетов. Разработано более 20 методик определения остаточных количеств пестицидов. Аналитическая лаборатория активно трудится и развивается, приходят новые сотрудники и аспиранты, увеличивается научный и творческий потенциал.

**Ключевые слова:** химические средства защиты растений, жидкостная и газовая хроматография, масс-спектрометрия, деградация пестицидов

*Поступила в редакцию: 16.09.2019*

*Принята к печати: 27.05.2020*

В «Положении о регистрационных испытаниях» записано, что их цель заключается в разработке и проверке регламентов использования пестицидов, обеспечивающих как эффективность, так и безопасность их применения для здоровья человека и окружающей среды. Какими бы привлекательными свойствами не обладал препарат в плане биологической эффективности защиты растений, он не может быть допущен к применению, если не соблюдены требования экотоксикологической безопасности. По этой причине изучение процессов деградации и определение

остаточных количеств пестицидов в продукции растениеводства имеет важное значение при разработке и внедрении новых средств защиты растений (СЗР). Исследования сельскохозяйственной продукции на содержание остаточных количеств пестицидов проводится в рамках регистрационных испытаний научно-исследовательскими учреждениями в соответствии со сферой их компетенции и областью аккредитации валидованными в лаборатории методами (Долженко и др., 2018). Эти задачи, а также разработка методов определения пестицидов, следует

считать наиболее приоритетными в работе аналитической лаборатории.

В нашей стране аналитические лаборатории стали возникать в 20-ые годы XX века; в 60-ые годы их стало более 16 тысяч, в настоящее время число подобных лабораторий еще больше. Практически каждое крупное предприятие имеет в своем составе контрольно-аналитическую лабораторию, проверяющую соответствие сырья и готовой продукции установленным нормативам. Наиболее сложные анализы выполняют аналитические лаборатории, которые обычно входят в структуру научно-исследовательских институтов.

Внутренняя структура лаборатории включает группы специалистов (химиков, инженеров, лаборантов), использующих различные методы анализа (хроматографические, спектральные, химические и т.д.). При этом химик руководит работой лаборантов. По мере автоматизации число лаборантов сокращается, а характер деятельности химика-аналитика меняется. От него требуется не только дать сведения о содержании того или иного вещества, но и интерпретировать эти данные, сформулировав конкретное экспертное заключение, за содержание которого аналитик несет персональную ответственность. В лаборатории проводится и методическая деятельность, основная цель которой состоит в разработке, совершенствовании и адаптации к запросам своего предприятия методик, используемых в каждом конкретном случае. Таким образом, аналитическая служба реализует достижения аналитической химии как науки, а та в свою очередь, обобщает опыт, накопленный практикой.

Аналитическая лаборатория ВИЗР была создана в связи с необходимостью формирования эффективного и безопасного ассортимента средств защиты растений в стране. В составе «Центра биологической регламентации использования пестицидов» лаборатория занимается разработкой методик определения остаточных количеств пестицидов и определением остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды.

С 1998 года аналитическая лаборатория аккредитована Госстандартом РФ и регулярно проходит подтверждение своей компетентности в заявленной области в соответствующих официальных структурах.

Объем рынка химических средств защиты растений в несколько раз меньше объема рынка минеральных удобрений, при этом в 2014 г. глобальный рынок химических средств защиты растений превышал 52 млрд. долл. Темпы его роста в краткосрочной перспективе оцениваются в 3–5% ежегодно. По мнению зарубежных экспертов, к 2019 г. мировой рынок пестицидов достигнет 3.2 млн. т., стоимость рынка составит 81.1 млрд. долл. в 2019 г. (Долгова, 2015).

Предполагается, что рынок химических СЗР будет активно развиваться по причине сокращения пахотных земель и одновременного увеличения спроса на продовольствие в Индии и Китае, а также расширения непищевого использования сои и сахарного тростника в Бразилии и других странах. В качестве фактора, тормозящего рост рынка химических СЗР (ХСЗР), могут выступить инициативы регулирующих органов в развитых странах. Так, Агентство по защите окружающей среды США (US

Environmental Protection Agency) и Комитет по охране окружающей среды, здравоохранению и продовольственной безопасности Европарламента (Environment, Public Health and Food Safety Committee of EuroParliament) ведут активную деятельность, направленную на уменьшение использования пестицидов. В частности, планируется сформировать перечень разрешенных к использованию на уровне ЕС действующих веществ, на основании которого будет осуществляться более строгое лицензирование ХСЗР в странах Евросоюза (Стратегия развития..., 2014).

Ещё одним серьезным фактором, ограничивающим развитие легального рынка ХСЗР, является широкое распространение контрафактных и поддельных пестицидов. Необходимость противодействия нелегальным производителям вынуждает добросовестные компании увеличивать затраты на обеспечение безопасности поставок, дополнительную маркировку и сертификацию (Малков и др., 2015).

Точные данные по объемам продаж контрафактных пестицидов отсутствуют, однако, по оценкам европейских экспертов, в некоторых, прежде всего развивающихся, странах они достигают 25% от всех используемых пестицидов. В ЕС доля нелегальных ХСЗР составляет от 400 млн до 1.2 млрд Евро, что составляет 5–15% от общего объема рынка пестицидов регионального объединения. В целом можно ожидать, что спрос на минеральные удобрения и пестициды в среднесрочной перспективе будет определяться ростом населения планеты и необходимостью обеспечения глобальной продовольственной безопасности. Несомненно, свою роль сыграет политика в области поддержки сельхозпроизводителей, направленная на увеличение использования средств химизации (Лыжин, 2016).

В 2018 г. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов пополнен новыми препаратами. Было зарегистрировано 11 новых фунгицидов, 9 инсектицидов, 2 фунгицидных и 7 инсектицидных протравителей, 19 новых гербицидов, 5 регуляторов роста. На территории РФ в этот год было использовано 65 тыс. тонн пестицидов. Было применено 63.48 тыс. тонн ХСЗР, что составило 97.6% от общего объема использованных пестицидов. Лидером являются гербициды. Пестицидная нагрузка составила 1.31 кг/га (по препарату) (Говоров и др., 2018).

Ассортимент пестицидов в нашей стране также постоянно расширяется (Список пестицидов..., 2019).

Необходимостью постоянного контроля за содержанием остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье, объектах природной среды обусловлена разработка новых современных методик на основе газовой хроматографии (ГХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

В 1999 году в аналитической лаборатории были исследованы 24 препарата, в том числе 9 инсектицидов, 7 фунгицидов и 8 гербицидов. Это около 30 действующих веществ, включая их токсичные метаболиты, которые требуют контроля их содержания в растительной продукции и объектах окружающей среды. Всего было проанализированы 85 “динамик” разложения этих веществ и определены их остаточные количества в урожае. “Динамика” – серия проб, отобранных через равные промежутки времени после обработки растений исследуемым

пестицидом. Пробы растительных образцов для анализа указанных препаратов отбирались в 12 регионах России, а также и в Молдове, где испытывался инсектицид Релдан, КЭ на винограде. Испытания препаратов проходили на следующих культурах: виноград, яблоня, подсолнечник, горох, картофель, томаты и огурцы открытого и защищенного грунта, зерновые культуры (яровые и озимые), пастбищные травы. Приборное оснащение лаборатории было достаточным и включало на тот момент 5 газовых и 1 жидкостной хроматограф. Напряженность оставалась только в части капиллярной газовой хроматографии. Тенденции применения пестицидов в сельском хозяйстве, связанные с уменьшением дозировок и применением смешанных препаратов, содержащих несколько действующих веществ, влекли за собой необходимость использования в контроле их содержания капиллярных колонок. Поскольку 100%-ая очистка пробы от сопутствующих компонентов на уровне микроконцентраций практически невозможна, главное достоинство хроматографии – возможность разделения и количественного определения компонентов сложных смесей, должно использоваться все в большей степени. Это значит, что капиллярная газожидкостная хроматография становится все актуальнее.

В 2000 году объем работ по изучению “динамики” деградации пестицидов и оценке их содержания в урожае, выполненных в ВИЗР, несколько увеличился по сравнению с 1999 г. Были проведены исследования 37 препаратов, содержащих 32 различных действующих вещества, в том числе 9 инсектицидов, 4 фунгицида и 24 гербицида в различных препаративных формах. Все изучаемые в лаборатории на этот год препараты были произведены 24-мя различными фирмами, включая 5 российских. Испытывались эти пестициды на 23 различных сельскохозяйственных культурах, пробы отбирались в 3-х почвенно-климатических зонах России, в 18 регионах. В общей сложности в лаборатории были проведены исследования по изучению 45 “динамик” разрушения пестицидов и 102 оценки остаточных количеств в урожае.

В 2002 г. по плану исследований в аналитической лаборатории были исследованы 70 препаратов, в том числе 27 инсектицидов, 12 фунгицидов и 31 гербицид на различных

сельскохозяйственных культурах и почве из различных регионов России. В течение 2002 года сотрудники лаборатории проанализировали более 3 тысяч проб различной сельскохозяйственной продукции: зерновых, кормовых, технических, плодово-ягодных и овощных культур, а также пробы почвы из-под посевов сои, обработанных гербицидом. Всего в 2002 году было изучено 158 “динамик” деградации пестицидов в растительных объектах с момента обработки включая урожай, и проведено 194 эксперимента по определению остаточных количеств пестицидов в урожае. Анализ урожая включает, как правило, 4 пробы (зерно-солома, семена-масло, ягоды-сок, ботва-корнеплоды) в контроле и опыте + 2 пробы, которые готовит аналитик внесением действующего вещества в контрольные образцы для определения полноты извлечения пестицида из растительной ткани в процессе подготовки пробы к хроматографическому анализу. Таким образом, всего должно быть проанализировано 6 проб, не считая приготовления серии стандартных растворов для градуировки хроматографа. Анализ только одной пробы занимает у аналитика не меньше 4 часов.

В 2002 году лаборатория прошла две переаккредитации. Мы получили аттестат аккредитации Госстандарта РФ как аналитическая лаборатория, компетентная в анализе любых пестицидов всех групп и химических классов методами газовой и жидкостной хроматографии. Аналитическая лаборатория стала единственной лабораторией в России, имеющей такую область аккредитации. Как правило, область аккредитации содержит определенное число поименованных действующих веществ и только по этим пестицидам лаборатория может проводить анализы, ссылаясь на свою аккредитацию. Вторая аккредитация – ведомственная, в системе Минздрава – дала нам право на разработку методик определения остаточных количеств пестицидов в воде, почве и растительных объектах, и представление их на утверждение в Федеральную комиссию Департамента Госсанэпиднадзора для признания их официальными и опубликования в сборниках методических указаний.

Количество изученных препаратов постепенно возросло от 30 до 90 с 2001 по 2005 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Объем исследований и разработок аналитической лаборатории ВИЗР в период 2001–2005 гг.

Год	Количество изученных препаратов (д.в.)	Инсектициды	Фунгициды	Гербициды	Количество отчетов (по “динамике” деградации + по остаточным количествам в урожае)	Количество разработанных и утвержденных методик
2001	30 (26)	11	3	16	126 (43 + 83)	3
2002	70 (49)	27	12	31	261 (158 + 194)	6
2003	65 (45)	20	23	22	185 (119 + 141)	10
2004	81 (58)	34	19	28	251 (173 + 199)	12
2005	90 (59)	18	26	46	260 (81 + 209)	12

В результате, за 5 лет изучен характер деградации в растениях 102 действующих веществ, (в том числе 24 инсектицида и акарицида, 32 фунгицида и протравителя и 46 гербицидов и десикантов), входящих в состав 336 препаратов различных фирм-производителей.

В плане регистрационных испытаний сезона 2006 года, по определению остаточных количеств пестицидов в аналитической лаборатории было изучено 172 препарата, включающих 92 различных действующих вещества. В этом сезоне у нас было 40 инсектицидов, 42 фунгицида

и 90 гербицидов, десикантов и регуляторов роста. Было подготовлено 709 отчетов.

Объем работ с использованием жидкостной хроматографии с каждым годом увеличивается. В марте 2005 года приобретен второй жидкостной хроматограф – Breeze, тоже фирмы Waters в простой модификации, пригодный для рутинных анализов. В январе 2006 года произошло очень радостное событие в нашей лаборатории – приобретен еще один жидкостной хроматограф фирмы Waters – уже не высокоэффективный, а ультраэффективный

жидкостной хроматограф Waters Acquity UPLC, единственный в Петербурге на то время (в Москве таких приборов было два – в Медико-генетическом научном центре им. академика Н.П. Бочкова и в Управлении МВД).

В 2007 году аналитическая лаборатория была повторно аккредитована в системе Минздрава РФ (Сертификат аккредитации СА 13.121, действителен до 03.04.2013 г.), что дало ей право на участие в Регистрационных испытаниях и разработку методов контроля остаточных количеств пестицидов всех химических групп в продукции растениеводства, почве и воде водоемов для их последующего утверждения в качестве официальных методов контроля.

В 2010 году лаборатория подтвердила свою компетентность в проведении анализов остаточных количеств пестицидов и определении содержания действующих веществ в препаратах. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии продлило аттестат аккредитации аналитической лаборатории до 01.09.2015 г. (Аттестат аккредитации аналитической лаборатории (центра) № РОСС RU.0001.513410 от 27.06.2005 г.)

В 2011 году лаборатория подтвердила свою компетентность в проведении анализов остаточных количеств пестицидов и определении действующих веществ в препаратах пестицидов, пройдя инспекционный контроль, обязательный для аккредитованных лабораторий. Объемы выполняемых работ в аналитической лаборатории при этом продолжает увеличиваться. По результатам выполненных исследований в 2011 г. было составлено 915 отчетов.

В соответствии с планом научно-исследовательских работ на 2012 год осуществлялся контроль остаточных количеств пестицидов из разных (инсектицидов, фунгицидов, гербицидов) групп в сельскохозяйственном сырье и почве (табл. 2) как в день уборки урожая (1752 пробы), так и в «динамике» от момента обработки до урожая (5244 проб). Анализы выполнялись методом ВЭЖХ и газожидкостной хроматографии (ГЖХ) для 30 сельскохозяйственных культур. Освоен и введен в практику анализа новый метод – ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС). Общий объем изучения остатков пестицидов в растительном сырье и почве составил более 186 единиц препаратов с явным преобладанием средств борьбы с сорными растениями. При этом проконтролировано содержание 97 имеющихся в арсенале защиты растений действующих веществ, для чего подготовлено и проанализировано около 7 тысяч проб. По результатам исследований подготовлено 758 отчетов. В процессе исследований и по их результатам было разработано и представлено на утверждение 12 методик определения остаточных количеств пестицидов в растительном материале, почве и воде. Все методики получили утверждение Федеральной комиссии Роспотребнадзора и приобрели статус

Таблица 2. Объем аналитических исследований, проведенных в 2012 году

Группы пестицидов	Изучено, шт.		
	препаратов	действующих веществ	количество образцов
Инсектициды	54	22	3680
Фунгициды	46	29	1704
Гербициды	86	46	1612
Всего	186	97	6996

официальных методов контроля пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды. Кроме этого, 11 методик, разработанных в аналитической лаборатории ГНУ ВИЗР в 2012 г., внесены в Федеральный реестр методик выполнения измерений (ФР).

В соответствии с планом научно-исследовательских работ на 2013 год осуществлялся контроль остаточных количеств пестицидов разных групп в сельскохозяйственном сырье и почве как в день уборки урожая (2629 проб), так и в «динамике» от момента обработки до урожая (5257 проб). Анализы были выполнены методом ВЭЖХ, методом ГЖХ, а также методом ВЭЖХ-МС. Общий объем изучения остатков пестицидов в растительном сырье и почве составил 215 единиц препаратов (табл. 3). При этом проконтролировано содержание 107 имеющихся в арсенале защиты растений действующих веществ, для чего подготовлено и проанализировано около 8 тысяч проб. По результатам исследований подготовлено 955 отчетов (по инсектицидам – 430, фунгицидам – 212 и гербицидам 313). Было разработано и представлено на утверждение 12 методик определения остаточных количеств пестицидов в растительном материале, воде и почве. В сборниках методических указаний, изданных Роспотребнадзором в 2013 году опубликовано 8 методических указаний, разработанных в аналитической лаборатории ГНУ ВИЗР в 2012 году.

Таблица 3. Объем аналитических исследований, проведенных в 2013 году

Группы пестицидов	Изучено, шт.		
	препаратов	действующих веществ	количество образцов
Инсектициды	60	35	4282
Фунгициды	58	30	1882
Гербициды	97	42	1722
Всего	215	107	7886

В 2015 году лаборатория заново прошла аккредитацию в Росаккредитации, в связи с реорганизацией структуры и системы Государственной аккредитации испытательных лабораторий, и получила бессрочный аттестат аккредитации (RA.RU.513410, дата включения в реестр аккредитованных лиц: 04.12.2015 г.).

Методики измерений разрабатывают и применяют с целью обеспечить выполнение измерений с требуемой точностью. По сути, методика это – совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности

Разработка методик (методов) измерений осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений» и на основании исходных данных Заказчика, которые формируются в техническом задании (технических условиях или других документах)

Для качественного обнаружения и количественного определения остаточных количеств пестицидов наша лаборатория использует жидкостную и газовую хроматографию.

В соответствии с развитием более современных хроматографических методов, определение пестицидов методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) практически не

используется (рис.). Количество разрабатываемых методик с использованием ГЖХ постепенно снижается, тогда как ВЭЖХ метод становится все более актуальным (Alder et al., 2006). В последние годы все чаще применяется метод ВЭЖХ-МС.

Масс-спектрометрия – наиболее мощный и многоцелевой метод анализа, основанный на переводе молекул образца в ионизованную форму с последующим разделением и регистрацией образующихся при этом положительных и отрицательных ионов. Масс-спектр позволяет сделать выводы о молекулярной массе соединения, его составе и структуре. Достоинства этого метода – чувствительность, скорость, информативность. Прецизионность масс-спектрометрического анализа очень высока, поскольку масс-спектр является реальной характеристикой конкретного вещества (Botitsi et al., 2010).

Методы пробоподготовки также активно совершенствуются. В частности, все более широко применяется метод QuEChERS (Anastassiades, Lehotay, 2003). В нем стадии классической процедуры заменены на более простые и быстрые – вместо фильтрования – центрифугирование, а вместо твердофазной экстракции (ТФЭ) на патронах – дисперсионная ТФЭ. То есть, в одной емкости происходит экстракция и перераспределение, а во второй – очистка сорбентом (Петрова, Черменская, 2019). В нашей лаборатории с каждым годом увеличивается количество методик, разработанных с данным методом пробоподготовки. Но, к сожалению, использование QuEChERS применимо не ко всем пестицидам и матрицам, в которых их обнаруживают (Dong et al., 2015). Так понадобилось модифицировать этот подход, чтобы получить приемлемую полноту извлечения аметоктрадина при экстракции из почвы. Однако при извлечении аналита из растительного материала уже не удалось достичь выхода более 70% и пришлось обратиться к классическим методам экстракции и очистки (Komarova et al., 2017).

За период 2017–2018 гг. общий объем изучения остатков пестицидов в растительном сырье составил 170

единиц препаратов на более, чем 30 сельскохозяйственных культурах. При этом проконтролировано содержание порядка 100 действующих веществ, для чего подготовлено и проанализировано более 10 тысяч проб. По результатам исследований подготовлено более 900 отчетов.

На сегодняшний день, лаборатория оснащена современным оборудованием:

- 4 жидкостных хроматографа с ультрафиолетовыми и флуоресцентным детекторами (Waters);
- жидкостный хромато-масс-спектрометр Bruker EVOQ Cube (Bruker) с тройным квадруполем;
- 5 газовых хроматографов с капиллярными колонками с различными детекторами (ЭЗД, ТИД, ПИД) (Кристалл, Маэстро, Agilent);
- полным комплексом современного вспомогательного оборудования, необходимого для проведения исследований.

Количество пестицидов, поступающих на рынок, увеличивается с каждым годом. Разрабатываются новые действующие вещества, совершенствуются препаративные формы, появляются новые комбинированные препараты, состоящие из 2х-3х компонентов с инсектицидными и фунгицидными свойствами взамен баковых смесей, применяемых ранее.

Ежегодно ВИЗР совместно с ООО «ИЦЗР» представляет не менее 10 методик анализа пестицидов, 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.

Аналитическая лаборатория активно трудится и развивается, приходят новые сотрудники и аспиранты, увеличивается научный и творческий потенциал. Объем выполняемых работ и их количество постоянно растет.

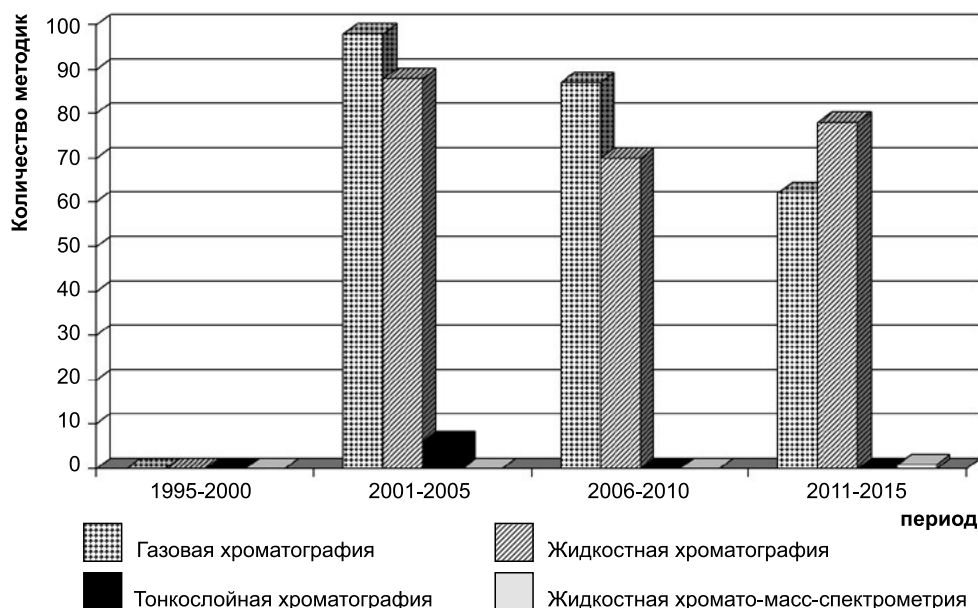


Рисунок. Разработанные в лаборатории методические указания (МУК) (1995–2015 гг.)

## Библиографический список (References)

- Говоров ДН, Живых АВ, Шабельникова АА (2019) Применение пестицидов. Год 2018-й. *Защита и карантин растений* 46:5–6.
- Долгова АВ (2015) Рынок средств защиты растений в мире и России: тенденции, динамика, прогнозы. Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017573> (15.07.2019)
- Долженко ВИ, Лаптиев АБ, Буркова ЛА, Долженко ОВ, Кунгурцева ОВ и др (2018) Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть. М. 61 с.
- Лыжин ДН (2016) Современные тенденции мирового рынка минеральных удобрений и средств защиты растений: конкурентные позиции России. *Проблемы национальной стратегии* 3(36):123–141.
- Малков М, Прищепа С, Кутонова Т (2015) Противодействие контрафакту и контрабанде пестицидов. Методология. ОБСЕ, Международная инициатива «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC). 48 с.
- Петрова МО, Черменская ТД (2019) Поиск остаточных веществ пестицидов в сельскохозяйственной продукции – путь к безопасному продовольствию. *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»* 11(1):40–47. <http://doi.org/10.24855/biosfera.v11i1.468>
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2019). Справочное издание. М. 848 с.
- Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса РФ на период до 2030 года, приказ Минпромторга России и Минэнерго России от 8 апреля 2014 г. N 651/172 (2014).
- Alder L, Greulich K, Kempe G, Vieth B (2006) Residue Analysis of 500 High Priority Pesticides: Better by GC-MS or LC-MS/MS? *Mass Spectrom Rev* 25(6):838–865. <http://doi.org/10.1002/mas.20091>
- Anastassiades M, Lehotay SJ. (2003) Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce. *JAOAC Int* 86:412.
- Botitsi HV, Garbis SD, Economou A, Tsipi DF (2010) Current Mass Spectrometry Strategies for the Analysis of Pesticides and Their Metabolites in Food and Water Matrices. *Mass Spectrom Rev* 30(5):907–939. <http://doi.org/10.1002/mas.20307>.
- Dong M, Han W, Ediage EN, Fan L, Tang H, Wang W, Han L, Zhao Z, Song W, Han Z (2015) Dissipation kinetics and degradation mechanism of amicarbazone in soil revealed by a reliable LC-MS/MS method *Environ Sci Pollut Res Int* 22: 17518–17526. <http://doi.org/10.1007/s11356-015-4899-3>.
- Komarova AS, Chermenskaya TD, Chelovechkova VV (2017) Determination of ametoctradin in plant residues and environmental samples by HPLC with an UV Detector. *J Analyt Chem* 72(10):1077–1082.

## Translation of Russian References

- Govorov DN, Zhivykh AV, Shabelnikova AA (2019) [The use of pesticides. Year 2018]. *Zashchita i karantin rasteniy* 46:5–6. (In Russian)
- Dolgova AV (2015) [The market of plant protection products in the world and in Russia: trends, dynamics, forecasts] *Materialy VII Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferencii «Studencheskiy nauchny forum»* [VII International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum»]. <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017573> (15.07.2019) (In Russian)
- Dolzhenko VI, Laptiyev AB, Burkova LA, Dolzhenko OV, Kungurtseva OV i dr (2018) *Metodicheskiye ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam pestitsidov v chasti biologicheskoy effektivnosti. Obshchaya chast* [Guidelines for registration tests of pesticides in terms of biological effectiveness. A general part]. М. 61 p. (In Russian)
- Lyzhin DN (2016) [Current trends in the global market of mineral fertilizers and plant protection products: Russia's competitive position]. *Problemy natsionalnoy strategii* 3(36):123–141. (In Russian)
- Malkov M, Prishchepa S, Kutonova T (2015) *Protivodeystviye kontradaktu i kontrabande pestitsidov. Metodologiya*. [Counteraction to counterfeiting and smuggling of pesticides. Methodology. OSCE, International Environment and Security Initiative (ENVSEC)]. *OBSE, Mezhdunarodnaya initsiativa «Okruzhayushchaya sreda i bezopasnost»* (ENVSEC). 48 p. (In Russian)
- Petrova MO, Chermenskaya TD (2019) [Finding pesticide residues in agricultural products is the path to safe food]. *Mezhdistsiplinarnyy nauchnyy i prikladnyy zhurnal «Biosfera»* 11(1):40–47. (In Russian) <http://doi.org/10.24855/biosfera.v11i1.468>
- List of pesticides and agrochemicals approved for use in the Russian Federation (2019). Reference edition. М. 848 p. (In Russian)
- The development strategy of the chemical and petrochemical complex of the Russian Federation for the period until 2030, order of the Ministry of Industry and Trade of Russia and the Ministry of Energy of April 8, 2014 N 651/172 (2014). (In Russian)

Plant Protection News, 2020, 103(2), p. 93–99

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-2-13399>

Mini-review

## DEVELOPMENT OF THE RESEARCH TO ASSESS RESIDUAL PESTICIDES IN THE ANALYTICAL LABORATORY OF VIZR

M.O. Petrova, T.D. Chermenskaya\*, V.I. Dolzhenko

<sup>1</sup>All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

\*corresponding author, e-mail: [tchermenskaya@yandex.ru](mailto:tchermenskaya@yandex.ru)

The determination of residual pesticides in crop production and the study of their degradation is an important task in the development and implementation of new plant protection products. Analytical laboratory in VIZR develops the methods for determining the residual pesticides and evaluating residual pesticides quantities in the agricultural products and environmental objects. The number of pesticides entering the market increases every year. New active ingredients are developed, formulations are improving, and new combined preparations appear. Eleven new fungicides, 9 insecticides, 9 disinfectants, 19 new herbicides, 5 growth regulators were added to the State catalog of pesticides and agrochemicals

in 2018. Over the past 2 years, the total number of pesticide residues in plant materials studied has reached 170 units of preparations in more than 30 agricultural crops. The content of about 100 active substances has been monitored, for which more than 10 thousand samples have been prepared and analyzed. Based on the research results, more than 900 reports have been prepared. More than 20 methods for the determining residual pesticides have been developed. The analytical laboratory is actively working and developing, new employees and graduate students join the research group, its scientific and creative potential increases.

**Keywords:** plant protection chemical products, liquid and gas chromatography, mass spectrometry, pesticide degradation

*Received: 16.09.2019*

*Accepted: 27.05.2020*