

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
RESEARCH METHODS**

© БОНДАРЕВА Л.Г., ФЕДОРОВА Н.Е., 2025

Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е.

Адаптация методики определения остаточных количеств пидифлуметофена в цитрусовых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с последующей апробацией на реальных образцах

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Московская область, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Введение. Обработка фунгицидными активными соединениями, на основе пидифлуметофена, представляет собой наиболее эффективный способ борьбы с грибковыми инфекциями растений, при применении которого снижается содержание микотоксинов. Это очень важно главным образом при хранении пищевой продукции, в частности цитрусовых, подверженных заражению целым рядом микотоксинов.

Материал и методы. В качестве объектов исследования использовали некоторые виды цитрусовых (апельсины, мандарины), приобретенные на потребительском рынке Московской области. Методика основана на определении пидифлуметофена с использованием обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектором на диодной матрице после извлечения вещества из анализируемых образцов цитрусовых смесью ацетонитрила с водой, очистки сконцентрированных до водного остатка экстрактов методом твердофазной экстракции с применением патронов.

Результаты. В разработанной методике достигнутый нижний предел количественного определения пидифлуметофена во всех исследуемых растительных образцах (LOQ) – 0,01 мг/кг, диапазон измеряемых концентраций – 0,01–10 мг/кг. Методика апробирована на мандаринах и апельсинах, импортируемых из некоторых зарубежных стран и приобретенных в сетях крупных торговых ритейлеров Московской области. Содержание пидифлуметофена в мякоти и соке мандарин и апельсин, поставляемых в Российскую Федерацию, ниже предела обнаружения, то есть менее 0,01 мг/кг, в кожуре не более 0,6 мг/кг, в целом плоде не более 0,25 мг/кг.

Ограничения исследования. Определение концентрации пидифлуметофена проводили в мандаринах и апельсинах, которые относятся к цитрусовым. В исследованиях использовали образцы из ограниченного списка стран экспортёров.

Заключение. Методический подход, заложенный в определение содержания остаточных количеств пидифлуметофена, показал положительные результаты при анализе цитрусовых. Полученный диапазон определяемых концентраций пидифлуметофена полностью удовлетворяет имеющимся гигиеническим нормативам, действующим на территории Российской Федерации и за рубежом.

Ключевые слова: пидифлуметофен; апельсины; мандарины; высокоэффективная жидкостная хроматография

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е. Адаптация методики определения остаточных количеств пидифлуметофена в цитрусовых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с последующей апробацией на реальных образцах. *Токсикологический вестник*. 2025; 33(3): 182–188. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-3-182-188>

Для корреспонденции: Бондарева Лидия Георгиевна, e-mail: lydiabondareva@gmail.com

Участие авторов: Бондарева Л.Г. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, обзор литературы; Федорова Н.Е. – концепция и дизайн исследования, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила в редакцию: 20 ноября 2024 / Поступила после исправления: 12 февраля 2025 / Принята в печать: 16 мая 2025 / Опубликовано: 30 июня 2025

Lidiia G. Bondareva, Nataliya E. Fedorova

Adaptation of the method for determination of the residual amounts of pydiflumetofen in citrus fruits using high-performance liquid chromatography with subsequent testing on real samples

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rospotrebnadzor, 141014, Mytishchi, Moscow Region, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Treatment with fungicidal active compounds based on pydiflumetofen is the most effective way to combat fungal infections of plants, the use of which reduces the content of mycotoxins. This is very important mainly when storing food products, in particular citrus fruits, susceptible to contamination with a number of mycotoxins.

Material and methods. Some types of citrus fruits (oranges, tangerines) purchased on the consumer market of the Moscow region were used as objects of study. The method is based on the determination of pydiflumetofen using reversed-phase high-performance liquid chromatography with an ultraviolet detector on a diode matrix after extracting the substance from the analyzed citrus samples with a mixture of acetonitrile and water, cleaning the extracts concentrated to an aqueous residue by solid-phase extraction using cartridges.

Results. In the developed method, the achieved lower limit of quantification of pydiflumetofen in all studied plant samples (LOQ) is 0.01 mg/kg, the range of measured concentrations is 0.01–10 mg/kg. The method was tested on tangerines and oranges imported from some foreign countries and purchased in the networks of large retail realtors in the Moscow region. The content of pydiflumetofen in the pulp and juice of tangerines and oranges supplied to the Russian Federation is below the detection limit, i.e. less than 0.01 mg/kg, in the peel no more than 0.6 mg/kg, in the whole fruit no more than 0.25 mg/kg.

Limitations. Determination of the concentration of pydiflumetofen was carried out in tangerines and oranges, which are citrus fruits. The studies used samples from a limited list of exporting countries.

Conclusion. The methodical approach used to determine the content of residual quantities of pydiflumetofen showed positive results in the analysis of citrus fruits. The obtained range of detectable concentrations of pydiflumetofen fully satisfies the existing hygienic standards in force in the territory of the Russian Federation and abroad.

Keywords: *pydiflumetofen; oranges; tangerines; high-performance liquid chromatography*

Compliance with ethical standards. The study does not need the approval of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Bondareva L.G., Fedorova N.E. Adaptation of the method for determination of the residual amounts of pydiflumetofen in citrus fruits using high-performance liquid chromatography with subsequent testing on real samples. *Toksikologicheskii vestnik / Toxicological Review*, 2025; 33(3): 182–188. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2025-33-3-182-188>

For correspondence: Lidiya G. Bondareva, e-mail: lydiabondareva@gmail.com

Authors' contribution: Bondareva L.G. – concept and design of the study, collecting and processing of material, writing the text, collecting of literary data; Fedorova N.E. – concept and design of the study, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the article and approval of the article final version.

Conflict of interests. Authors declare no conflict of interests.

Funding. The study had no sponsorship.

Введение

Плоды citrusовых культур (мандарины, апельсины) занимают существенное место в фактическом питании населения Российской Федерации, в первую очередь детей и подростков. Однако природно-климатические условия Российской Федерации не позволяют осуществить полноценное возделывание citrusовых культур в нашей стране, что приводит к необходимости их импорта. По данным Центра экономического прогнозирования (ЦЭП) Газпромбанка, импорт мандаринов в Россию за девять месяцев 2023 г. составил 408 тыс. тонн – 18% мирового импорта [1].

При этом следует отметить, что использование химических средств защиты растений на плодовых культурах необходимо не только для борьбы с вредителями и болезнями, потенциально снижающими урожайность при возделывании, но также для сохранения качества самих плодов при их доставке потребителю.

Важны многочисленные нюансы, в том числе связанные с профилактикой и защитой от болезней. Наиболее распространёнными являются грибковые заболевания. Они вызваны патогенными грибами – микроорганизмами, приводящими к развитию в растениях различных патологических процессов и поражающими растения, находящиеся в разных фазах развития, инфицируя все надземные и подземные части.

Sclerotinia sclerotiorum – один из самых разрушительных фитопатогенных грибов, способный поражать не только citrusовые, но и ещё более 400 видов культурных растений, в том числе многие овощные и хозяйственные культуры, вызывая серьёзные потери урожая и качества во многих странах.

Заболевания и повреждения, вызванные *Sclerotinia sclerotiorum* (далее *S. Sclerotiorum*), – карпогенное прорастание склероциев – приводят к образованию апотециев, которые выбрасывают аскоспоры, переносимые по воздуху. Аскоспоры чаще всего вызывают инфекцию когда попадают на наиболее восприимчивую ткань хозяина, обычно на цветки или стареющий растительный материал.

До недавнего времени в сельском хозяйстве использовался широкий перечень препаратов, относящихся к производным бензимидазола, дикарбоксимида и др., способных подавлять развитие грибковых заболеваний. Однако в последние годы популяции грибов, включающих и *S. Sclerotiorum*, стали устойчивыми к карбендазиму, постепенно увеличивалась устойчивость к действию других производных бензимидазола. В результате был потерян контроль по минимизации распространения спор [2–3]. В по-

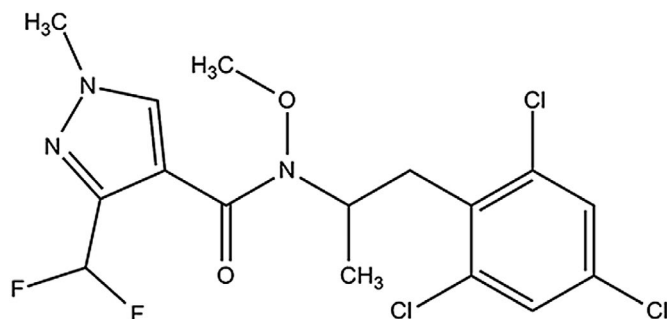


Рис. 1. Структурная формула пидифлуметофена.

Fig. 1. The structural formula of pidiflumetophene.

следние несколько десятилетий для контроля *S. Sclerotiorum* успешно применяли дикарбоксимидные фунгициды. [4] Однако в некоторых странах появилась информация о развитии резистентности к дикарбоксимиду. Поэтому возникла проблема по поиску более эффективного соединения для замены фунгицидов, которые в настоящее время применяют для контроля *S. sclerotiorum*.

Пидифлуметофен – химическое наименование 3-(дифторметил)-N-метокси-1-метил-N-[1-метил-2-(2,4,6-трихлорфенил)этил]пиразол-4-карбоксамид (рис. 1) [5], является новым фунгицидом, разработанным компанией Syngenta (Швейцария) [6]. Фунгицид относится к ингибиторам сукцинатдегидрогеназы.

На сегодняшний день мы располагаем информацией о регистрации препаратов на основе пидифлуметофена в качестве одного из действующих веществ, для использования на картофеле и винограде в Новой Зеландии, для использования на сое, арахисе, томатах, перце и винограде в Аргентине [6–8].

На территории Российской Федерации зарегистрированы несколько препаратов, содержащих пидифлуметофен, которые применяются на сое пшенице и ячмене (комбинированные препараты), а также яблоне, персике, картофеле, томате и арбузе (индивидуальный препарат).

В настоящее время обработка фунгицидными активными соединениями на основе пидифлуметофена позиционируется как наиболее эффективный способ борьбы с грибковыми инфекциями растений, при применении которого снижается содержание микотоксинов, что очень важно при хранении пищевой продукции, в частности citrusовых, подверженных заражению целым рядом микотоксинов, информация об этом описана в работе [9], где также описана актуальность применения пидифлуметофена.

Цель исследования – разработать методику определения остаточных количеств пидифлуметофена

в плодах цитрусовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектированием для контроля безопасности импортируемой пищевой продукции.

Материал и методы

В качестве объектов исследования использовали некоторые виды цитрусовых (апельсины, мандарины), приобретённые на потребительском рынке Московской области.

Подготовка плодов к анализу и метод детектирования. За основу пробоподготовки была положена методика, описанная в МУК 4.1.3814—22¹ «Определение остаточных количеств пидифлуметофена в подсолнечнике (семена, масло), хлопчатнике (семена), орехах (миндаль, кешью, фундук, грецкий орех, пекан, фисташки), редисе, сельдерее, свёкле сахарной, бобовых (горох, фасоль) — стручки, семена, ягодах (голубика, земляника) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Методика основана на определении пидифлуметофена с использованием обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с ультрафиолетовым детектором на диодной матрице. Этапы пробоподготовки образцов включают извлечение вещества из анализируемых образцов цитрусовых (массой 10 г) смесью ацетонитрила с водой (80:20, по объёму), очистки сконцентрированных до водного остатка экстрактов методом твердофазной экстракции с применением патронов на основе сополимера поли(дивинилбензол-со-N-винилпирролидона) массой 60 мг, обладающего одновременно свойствами гидрофильности и липофильности (Oasis-HLB 60 µg, фирма Waters).

В исследованиях использован жидкостный хроматограф фирмы Agilent Technologies, с диодно-матричным детектором (DAD). Для разделения компонентов использовали колонку ZORBAX Eclipse XDB-C18, 250 мм × 4,6 мм × 5 мкм при изократическом режиме элюирования подвижной фазы, состоящей из смеси ацетонитрила и воды в объёмном соотношении 75:25. Погрешность прибора (определена по экспериментальным данным с применением градуировочных растворов и соответствует относительному среднему квадратичному отклонению выходного сигнала хроматографа) — 4,4%.

¹ МУК 4.1.3814—22 «Определение остаточных количеств пидифлуметофена в подсолнечнике (семена, масло), хлопчатнике (семена), орехах (миндаль, кешью, фундук, грецкий орех, пекан, фисташки), редисе, сельдерее, свёкле сахарной, бобовых (горох, фасоль) — стручки, семена, ягодах (голубика, земляника) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Статистическую обработку данных осуществляли в среде Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных».

Результаты

Анализ структуры действующего вещества и его физико-химических свойств показал, что метод ВЭЖХ с ультрафиолетовым детектором приемлем для решения поставленной цели.

Сканирование спектра поглощения пидифлуметофена в ультрафиолетовой области (190—320 нм) показало перегиб в зоне поглощения при 230 нм, который потенциально может быть использован для детектирования соединения (рис. 2). Несмотря на наличие замещённых ароматических фрагментов, сдвиг спектра в диапазон более длинных волн приводит к снижению интенсивности сигнала и соответственно сказывается на чувствительности измерения.

Градуировочная характеристика, выражающая линейную (с угловым коэффициентом) зависимость площадей хроматографических пиков пидифлуметофена от его концентрации в растворе, построена в диапазоне 0,05—1,0 мкг/см³, соотношение сигнал-шум на пределе обнаружения — 20, среднее квадратичное отклонение не превышает 4,4%. Формула (1) графика зависимости выглядит следующим образом:

$$S = 59,34528 \cdot C + 0,397269 \text{ (коэффициент корреляции } 0,9998), \quad (1)$$

При этом чёткий, относительно симметричный пик пидифлуметофена формируется при 75% содержании ацетонитрила в подвижной фазе и 25% воды при изократическом режиме элюирования и скорости подачи растворителя 1,0 см³/мин (ориентировочное время удерживания соединения — 8,0—8,15 мин) (рис. 3).

Для оценки показателей качества методики определения вещества в пробе использовали метод добавок («внесено—найдено»). Установление полноты извлечения из аналитических образцов проводили экспериментально в 5 сериях. Результаты приведены в таблице.

Достигнутый нижний предел количественного определения пидифлуметофена во всех исследуемых растительных образцах — 0,01 мг/кг, диапазон измеряемых концентраций 0,01—10 мг/кг с учётом предусмотренного в методике разбавления образца перед хроматографированием в 50 раз.

Адаптированная нами методика для определения остаточных количеств пидифлуметофена в цитрусовых была апробирована на мандаринах и апельсинах, импортируемых из некоторых

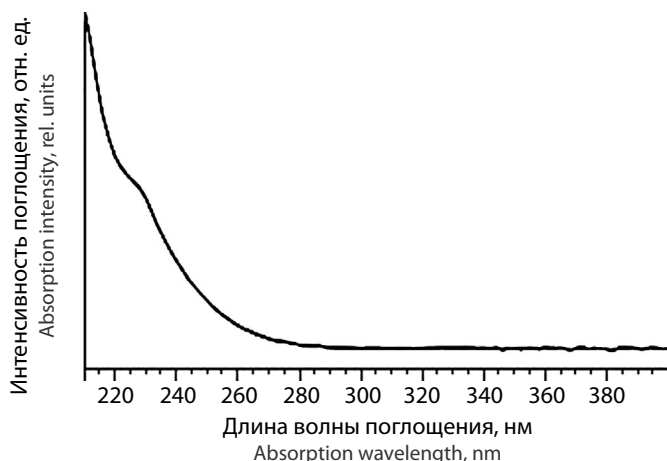


Рис. 2. Спектр поглощения пидифлуметофена в ультрафиолетовой области.

Fig. 2. The absorption spectrum of pidiflumetophene in the ultraviolet area.

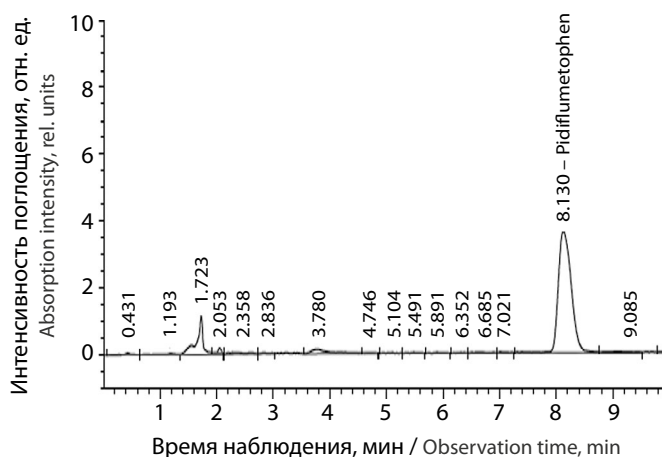


Рис. 3. Хроматограмма аналитического стандарта пидифлуметофена, содержание 1,0 мкг/см³.

Fig. 3. Chromatogram of the analytical standard of pidiflumetophene, content 1.0 mcg/cm³.

Данные, по метрологической оценке, методики определения остаточных количеств пидифлуметофена в плодах цитрусовых (5 повторностей для каждой концентрации, $p = 0,95$)
Metrological assessment data on methods for determining residual amounts of pidiflumetophene in citrus fruits (5 repeats for each concentration, $p = 0.95$)

№ опыта Experiment №	Внесено пидифлуметофена, мг/кг Introduced pidiflumetophene, mg/kg	Найдено пидифлуметофена, мг/кг (%) Found pidiflumetophene, mg/kg (%)	Среднее содержание, мг/кг (%) Average content, mg/kg (%)	Стандартное отклонение, мг/кг (%) Standard deviation, mg/kg (%)
1 2 3 4 5	0,01	0,009324 (93,24) 0,009836 (98,36) 0,009838 (98,38) 0,009026 (92,60) 0,009121 (91,21)	0,009476 (94,76)	$3,3787 \cdot 10^{-4}$ (3,57)
1 2 3 4 5	0,02	0,018334 (91,67) 0,017750 (88,75) 0,017902 (89,51) 0,020588 (102,94) 0,017703 (88,52)	0,018455 (92,28)	$1,2179 \cdot 10^{-3}$ (6,60)
1 2 3 4 5	0,1	0,099464 (99,46) 0,097892 (96,89) 0,095824 (95,82) 0,096095 (96,10) 0,098308 (98,31)	0,097317 (97,32)	$5,5686 \cdot 10^{-3}$ (6,04)
1 2 3 4 5	0,2	0,183992 (92,00) 0,180970 (90,49) 0,184584 (92,29) 0,183197 (91,60) 0,187026 (93,51)	0,183954 (91,98)	$2,1973 \cdot 10^{-3}$ (1,19)
1 2 3 4 5	10,0	9,15412 (91,54) 9,07134 (90,71) 9,20132 (92,01) 8,75621 (87,56) 8,911672 (89,11)	9,01893 (90,19)	$1,8359 \cdot 10^{-1}$ (2,04)

зарубежных стран и приобретённых в сетях крупных торговых риелторов Московской области. Общее количество проанализированных образцов – 25 (мандарины) и 30 (апельсины). Средний вес плода составлял: для апельсина – 250 г, для мандарина – 90 г. Анализировали: целые плоды, съедобную часть (мякоть), кожуру, свежевыжатый сок. Доля кожуры в апельсинах составляла ~ 25%, в мандаринах ~ 28–30%. Из одного плода апельсина получалось ~ 70 г сока, из одного плода мандарина ~ 40 г сока.

В результате проведённых исследований установлено, что содержание пидифлуметофена в мякоти и соке мандарина и апельсина, поставляемых в Российскую Федерацию, ниже предела обнаружения, то есть менее 0,01 мг/кг, в кожуре не более 0,6 мг/кг, в целом плоде не более 0,25 мг/кг.

Обсуждение

Имеются публикации, в которых описывается использование методики QuEChERS для пробоподготовки образцов цитрусовых при определении остаточных количеств пидифлуметофена с последующим детектированием ультра-высокоэффективной жидкостной хроматографией в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (УВЭЖХ–МС/МС) [10, 11], а также ВЭЖХ-МС/МС². Приобретение оборудования и его техническое обслуживание для поддержания работоспособности стоит дорого.

Методика ориентирована на применение в анализе жидкостного хроматографа с ультрафиолетовым детектором на основе диодной матрицы, широко распространённого в лабораториях практической службы и не требующего специальной квалификации специалиста при работе и обслуживании оборудования. При использовании представляемой методики наблюдается хорошая сходимость результатов.

При оценке результатов определения остаточных количеств, обнаруженных в исследованных образцах цитрусовых, выявлено следующее. Полученные величины не превышают нормативных показателей, установленных

в СанПиН 1.2.3685–21³, в которых МДУ для цитрусовых составляет 1,0 мг/кг и приведённых в Codex Alimentarius⁴ – 0,9 мг/кг. Можно констатировать, что предлагаемая методика определения остаточных количеств пидифлуметофена в цитрусовых пригодна для использования в надзорных организациях, специализирующихся в контроле сельскохозяйственной продукции, в том числе и импортной, с целью обеспечения населения безопасными продуктами питания, употребление которых не наносит вред здоровью.

Методика утверждена в качестве МУК 4.1.3763–22⁵, занесена в Единый информационный фонд по обеспечению единства измерений Российской Федерации (ФР 1.31.2023.45348).

Ограничения исследования. Определение концентрации пидифлуметофена проводили в мандаринах и апельсинах, которые относятся к цитрусовым. В исследованиях использовали образцы из ограниченного списка стран экспортеров.

Заключение

Методический подход, положенный в основу определения содержания остаточных количеств пидифлуметофена в плодах цитрусовых культур, показал положительные результаты.

Полученные диапазоны определяемых концентраций пидифлуметофена полностью удовлетворяют имеющимся гигиеническим нормативам, действующим на территории Российской Федерации (СанПиН 1.2.3685–21)³ и за рубежом (Codex Alimentarius).

Методика апробирована на реальных образцах апельсинов и мандаринов из торговых сетей Московской области. Оценена доля пидифлуметофена в кожуре, мякоти и свежевыжатом соке, при этом большая часть пидифлуметофена обнаружена в кожуре (не более 0,6 мг/кг), в целом плоде (не более 0,25 мг/кг). Установлено, что в плодовой части апельсинов и мандаринов (мякоти) и соке содержание пидифлуметофена находилось ниже предела обнаружения, то есть менее 0,01 мг/кг.

² МУК 4.1.3657–20 Многокомпонентное определение остаточных количеств пестицидов различных химических классов в цитрусовых хроматографическими методами.

³ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021, № 2.

⁴ https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=309 (дата обращения 19.11.2024).

⁵ МУК 4.1.3763–22 «Определение остаточных количеств пидифлуметофена в цитрусовых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

ЛИТЕРАТУРА
(пп. 2–11 см. в References)

1. https://shoppers.media/news/16410_rossiia-narastila-import-citrusovykh-pocti-na-cetvert (дата обращения 18.11.2024)

REFERENCES

1. https://shoppers.media/news/16410_rossiia-narastila-import-citrusovykh-pocti-na-cetvert (accessed November 18, 2024) (in Russian)
2. Duan Y.B., Yang Y., Wang J.X., et al. Development and application of loop-mediated isothermal amplification for detecting the highly benzimidazole-resistant isolates in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Sci. Rep.* 2015; 5: 17278. <https://doi.org/10.1038/srep17278>
3. Wang Y., Hou Y.P., Chen C.J., Zhou M.G. Detection of resistance in *Sclerotinia sclerotiorum* to carbendazim and dimethachlon in Jiangsu Province of China. *Australas. Plant Pathol.* 2014; 43: 307–12.
4. Ma H.X., Feng X.J., Yu C., Chen C.J., Zhou M.G. Occurrence and characterization of dimethachlon insensitivity in *Sclerotinia sclerotiorum* in Jiangsu Province of China. *Plant Dis.* 2009; 93: 36–42. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-1-0036>
5. https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/29011-pydiflumetofen_draft_prs-final_.pdf (accessed 18.11.2024)
6. Buxton K., Harp T., Tally A., and Mclean H. Adepidyn™: A new fungicide active ingredient for control of foliar diseases. *Phytopathology (suppl.)*. 2016; 106: 54–61.
7. Sierotzki H., Haas U.-H., Oostendorp M., Stierli D., Nuninger C. ADEPIDYN™. Fungicide: A New Broad Spectrum Foliar Fungicide for Multiple Crops. In: Deising H.B., Fraaije B., Mehl A., Oerke E.C., Sierotzki H., Stammler G. (Eds). *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*. Vol. VIII, pp. 77–83. 2017 Deutsche. Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig.
8. Yang Li-Na, He Meng-Han, Ouyang Hai-Bing, et al. Cross-resistance of the pathogenic fungus *Alternaria alternata* to fungicides with different modes of action. *BMC Microbiology*. 2019; 19: 20. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1574-8>
9. Peter Damen Bayer Kropsiens, Pierre-Yves Coqueray (FR), Ingo Vetcholowski (DE) The use of pidiflumetophene to reduce plant infection with mycotoxins. Patent EA201890916A1; 2018
10. Rong L., Wu X., Xu J., et al. Determination of Pydiflumetofen Residues in Some Foods of Plant and Animal Origin by QuEChERS Extraction Combined with Ultra-Performance Liquid Chromatography–Tandem Mass. *Food Analytical Methods*. 2018; 11: 2682–91. <https://doi.org/10.1007/s12161-018-1178-1>
11. Wang Zh., Liu Sh., Zhao X., et al. Enantioseparation and stereoselective dissipation of the novel chiral fungicide pydiflumetofen by ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021; 207: 111221. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111221>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бондарева Лидия Георгиевна – кандидат хим. наук, ведущий научный сотрудник отдела аналитических методов контроля, ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, г. Мытищи, Московская область, Россия. E-mail: lydiabondareva@gmail.com

Федорова Наталия Евгеньевна – доктор биол. наук, главный научный сотрудник аналитических методов контроля, ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, г. Мытищи, Московская область, Россия. E-mail: fedorova.ne@fncg.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lidiya G. Bondareva – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher of the Department of Analytical control methods of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Mytishchi, 141014, Moscow Region, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1482-6319> E-mail: lydiabondareva@gmail.com

Nataliya E. Fedorova – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Department of Analytical control methods of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Rosпотребнадзор, Mytishchi, 141014, Moscow Region, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8278-6382> E-mail: fedorova.ne@fncg.ru

