

быточному выделению аммиака, что так же ухудшает условия жизнедеятельности метанобразующих микроорганизмов.

Использование биогаза в миниТЭЦ предприятия позволит снизить энергозатраты на очистку стоков и повысить уровень обеспеченности тепловой и электрической энергией.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Биологическую очистку стоков молочных комбинатов целесообразно устраивать путем утилизации твердого осадка в метантенках с получением биогаза и органических удобрений. Для увеличения выхода биогаза предпочтительнее снижение общего азота и общего фосфора осуществлять методом электрокоагуляции.

2. Процесс электрокоагуляции может управляться в зависимости от количества электричества, расходуемого на электрообработку сточной воды по требуемой дозе растворения стальных электродов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петров, В. Г.* Разложение водно-жировых эмульсий в сточных водах молочного производства с использованием коагулянтов // В. Г. Петров, М. А. Шумилова, В. В. Столов // Вестник Удмуртского университета. – 2013. – Вып. 4. – С. 27–32.

2. «Реконструкция комплекса локальных очистных сооружений производственных сточных вод ОАО «Пружанский молочный комбинат». Техническое задание на объект проектирования. Оценка воздействия на окружающую среду по объекту. – Брест, 2015. – 111 с.

3. *Долина, Л. Ф.* Д64. Очистка сточных вод от биогенных элементов: монография // Л. Ф. Долина. – Днепропетровск: Континент, 2011. – 198с.

4. *Мосин, О. В.* Технологический расчет установок электрокоагуляции воды / О. В. Мосин // Сантехника, отопление, кондиционирование. – М.: 2014. – № 4. – С. 62–85.

5. *Дабеева, М. Д.* Эколого-безопасная утилизация отходов: монография // М. Д. Дабеева, И. И. Федоров, А. И. Куликов; Бурят. гос. с.-х. академия. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2001. – 94 с.

6. *Нефедов, С. С.* Электрообработка жидкого субстрата птичьего помета с целью интенсификации метанообразования / С. С. Нефедов, А. В. Крутов // Агропанорама. – 2015. – № 6. – С. 27–31.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВОГО ФУНГИЦИДА ПИДИФЛУМЕТОФЕНА В ВОДЕ

DETERMINATION METHOD OF THE NEW FUNGICIDE PYDIFLUMETOFEN IN WATER

А. А. Кузовкова, Л. С. Ивашкевич

A. Kuzovkova, L. Ivashkevich

Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

annalenets.kuzovkova@gmail.com

Scientific Practical Centre Of Hygiene, Minsk, Republic of Belarus

Качественное и количественное определение пидифлуметофена в воде проводят с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием при 247 нм, без предварительной экстракции, очистки и концентрирования пробы, используя только фильтрование от механического загрязнения. Аналитическая колонка InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 (Agilent) (100×4,6 mm, размер зерна 2,7 μm; температура термостата колонки 25 °C) используется в качестве стационарной фазы. Смесь 0,1 % водного раствора муравьиной кислоты с 0,1 % ацетонитрильным раствором муравьиной кислоты в соотношении 10:90 (по объему) используется как подвижная фаза. Предел количественного определения составляет 0,02 мг/дм³.

The qualitative and quantitative determination of pydiflumetophen in water is carried out by high-performance liquid chromatography with detection at 247 nm, without prior extraction, purification and concentration of the sample, using only filtering from mechanical contamination. A InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 (Agilent) analytic column (100×4,6 mm, grain size 2,7 μm; column thermostat temperature 25 °C) is used as a stationary phase. A mixture of 0,1 % aqueous solution of formic acid with 0,1 % acetonitrile solution of formic acid in a ratio of 10:90 (v:v) (isocratic separation) at a flow rate of 0.6 cm³/min is used as a mobile phase. The substance is identified by retention time. Pydiflumetophen quantification is carried out by the absolute calibration method. The limit of quantitative detection is 0,02 mg/dm³.

Ключевые слова: массовая концентрация, высокоэффективная жидкостная хроматография, УФ-детектирование.

Keywords: mass concentration, high-performance liquid chromatography, UV detection.

Ежегодно компании-лидеры на мировом агрохимическом рынке, такие как Arysta LifeSciences, BASF, Bayer CropSciences, DuPont/Mitsui Chemicals, Syngenta Agro AG, Dow AgroSciences, выпускают и регистрируют не менее 10 новых действующих веществ пестицидных препаратов. Это не такое малое количество, учитывая практически миллиардные стоимости разработок, а также жесткие требования, предъявляемые общественностью к современным средствам защиты растений: отсутствие мутагенного, канцерогенного и тератогенного действия, низкая острая токсичность для человека и животных, отсутствие отрицательных эффектов при длительном воздействии малых доз, низкая устойчивость в окружающей среде, при этом высокая эффективность в борьбе с вредными организмами, экономическая целесообразность использования [1].

Так, швейцарская компания Syngenta Agro AG в 2016 г. вывела на рынок под торговым названием «Adepidyn™» новое действующее вещество пидифлуметофен, обладающее фунгицидной активностью. Пидифлуметофен относится к новой химической группе в классе карбоксамидов — к N-метокси-(фенилэтил)-пиразол-карбоксамидам (рис. 1). Препараты на его основе получили торговое название «Miravis™». В 2017 г. компанией были предложены специальные рецептурные марки для кукурузы, соевых бобов, пшеницы, арахиса, картофеля, винограда и других культур [2].

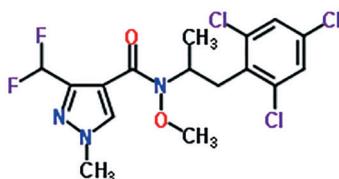


Рисунок 1 – Структурная формула пидифлуметофена

Вместе с выходом на рынок нового действующего вещества, компании-разработчики предлагают методики определения его содержания в объектах окружающей среды и продукции растениеводства с целью контроля его биобезопасности. Как правило, в основе данных методик лежат такие современнейшие методы исследования, как газовая/жидкостная хроматография с масс-детекцией. Реализация этих методов на практике требует наличия в аналитической лаборатории дорогостоящего оборудования, что ограничивает их широкое применение в развивающихся странах, в частности Республике Беларусь. Подобные методы при выводе пидифлуметофена на рынок Республики Беларусь предоставила и компания Syngenta Agro AG [3; 4].

Целью наших исследований явилась разработка более простого способа определения массовой концентрации пидифлуметофена в воде на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием в ультрафиолетовом свете.

Актуальность первоочередной разработки качественного и количественного способа определения пидифлуметофена в воде обусловлена устойчивостью данного вещества к гидролизу (стабилен в диапазоне экологически значимых значений pH (pH 4, pH 7 и pH 9)), фотолизу в воде (период полураспада из-за прямого и непрямого фотолиза составляет, соответственно, 89 и 33 дня) и микробной деградации в воде (период полураспада в диапазоне от 402 до > 1000 дней) [5]. Как показали исследования, пидифлуметофен, обладая плохой растворимостью в воде (1,5 мг/дм³ при 25 °C), способен достаточно долго находиться в толще воды: время перехода из толщи воды в донные отложения половины от количества пидифлуметофена варьировало от 6,4 до 34 дней в аэробных и от 33 до 42 дней и анаэробных условиях [5]. В водно-осадочных системах данный фунгицид сохраняется длительно – по лабораторным испытаниям периоды его полураспада варьировались от 221 до 252 дней в аэробных и от 152 до 163 дней в анаэробных условиях [5]. При этом из-за своего острого воздействия пидифлуметофен токсичен для водных организмов в степени от умеренной до очень высокой. Наиболее чувствительными видами были водные беспозвоночные и рыбы [5].

В Республике Беларусь установлен ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) пидифлуметофена в воде – 0,04 мг/дм³, поэтому чувствительность метода определения содержания данного вещества должна находиться на уровне 0,5 ОБУВ и составлять 0,02 мг/дм³.

При разработке способа определения пидифлуметофена в воде на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием в ультрафиолетовом свете определяли условия хроматографирования, позволяющие качественно и количественно оценить действующее вещество на уровне 0,02 мг/дм³: варьировали стационарной фазой, температурой термостата колонки, составом подвижной фазы, ее скоростью, длиной волны детектирования. В итоге, были установлены следующие условия хроматографирования:

- хроматографическая колонка InfinityLab Poroshell 120 EC-C18, длиной 100 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, зернением 2,7 мкм;
- температура термостата колонки – 25 °C;
- подвижная фаза – элюент А – 0,1 % водный раствор муравьиной кислоты, элюент Б – 0,1 % ацетонитриловый раствор муравьиной кислоты (по объему);
- режим элюирования – изократический, соотношение раствора А к раствору Б = 10:90 (по объему);
- скорость потока подвижной фазы – 0,6 см³/мин;
- объем вводимой пробы – 0,025 см³;
- ориентировочное время выхода пидифлуметофена – 3,3 мин;
- время хроматографирования – 6 мин.

Разработанные условия хроматографирования позволяют качественно и количественно определять массовую концентрацию пидифлуметофена на уровне 0,5 ОБУВ без предварительной экстракции, очистки и концентрирования пробы, используется только фильтрование от механического загрязнения.

На рис. 2 и 3 представлены хроматограммы, соответственно, чистой водопроводной воды и с добавкой на уровне чувствительности разработанного способа.

Диапазон применения (аналитическая область) разработанного способа находится в пределах от 0,02 до 0,25 мг/дм³. Для построения градуировочной прямой использованы следующие уровни градуировки хроматографа: 20,0; 50,0; 75,0; 100,0 и 250 нг/см³ (или 0,020; 0,050; 0,075; 0,100 и 0,250 мг/дм³). При построении градуировочной прямой основной стандартный раствор с концентрацией пидифлуметофена 100 мкг/см³ готовят на ацетонитриле, поскольку вещество в такой концентрации достаточно плохо растворяется в воде. Вышеуказанные градуировочные растворы готовят путем соответствующего разведения основного стандартного раствора деионизованной водой или анализируемой пробой в случае ее загрязнения (так называемое построение градуировочной прямой на матрице). На рис. 4 представлена градуировочная прямая зависимости площади пика от концентрации пидифлуметофена в градуировочном растворе с коэффициентом корреляции более 0,999.

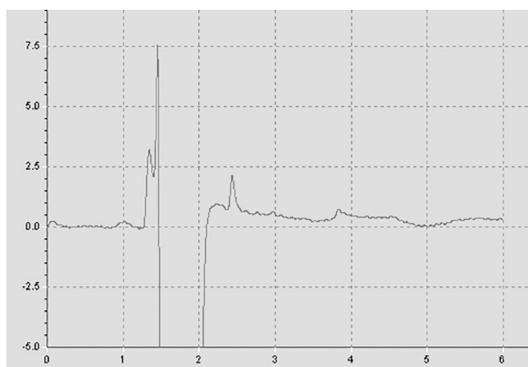


Рисунок 2 – Хроматограмма чистой водопроводной воды (холостая проба)

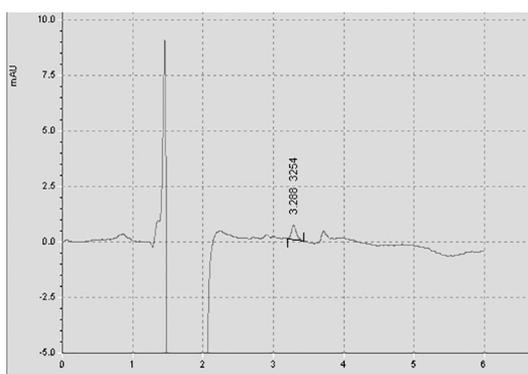


Рисунок 3 – Хроматограмма водопроводной воды с добавкой пидифлуметофена в концентрации 0,02 мг/дм³

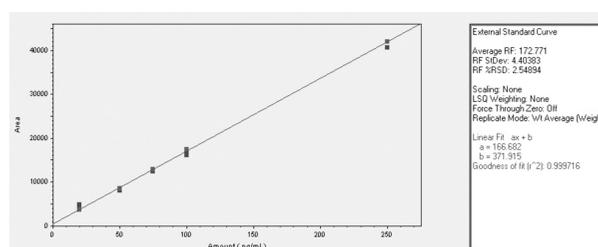


Рисунок 4 – Градуировочная прямая зависимости площади пика от концентрации пидифлуметофена в градуировочном растворе в диапазоне от 0,02 до 0,25 мг/дм³

Таким образом, нами разработан достаточно простой способ определения массовой концентрации нового фунгицида пидифлуметофена в воде на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием в ультрафиолетовом свете. В данном способе идентификация пидифлуметафена проводится по времени удерживания стандартного вещества при длине волны 247 нм, а количественное определение — методом абсолютной калибровки. Способ не требует предварительной экстракции, очистки и концентрирования пробы, используется только фильтрование от механического загрязнения. Полное время анализа при наличии градуировочной прямой составляет не более 10 мин. Чувствительность способа составляет 0,02 мг/дм³, что равно 0,5 ОБУВ, принятых в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрин, В. М. Оценка избирательности действия пестицидов на растения (электрофизиологический метод) [Электронный ресурс]: метод. указания для студентов биол. фак. / В. М. Юрин [и др.]. Минск: БГУ, 2011. – 68 с. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/15559/1/Urin.pdf>.
2. Syngenta Unveils New Fungicide Product Line: Miravis [Electronic resource] // APS Crop Protection and Management Collection. Plant Management Network. PMN Crop News. Posted 30 November 2016. URL: <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/crop/news/2016/Miravis/>.
3. SYN545974 – Analytical Method GRM.061.04A for the determination of SYN545974 in Crops by LC-MS/MS with validation data / Syngenta Crop Protection, LLC. – Greensboro, 2015. – 109 p.
4. SYN545974 – Residue Method for the determination of SYN545974 in water / Syngenta Crop Protection, LLC. – Greensboro, 2013. – 55 p.
5. Public release summary on the evaluation of pydiflumetofen in the product Miravis Fungicide. APVMA Product Number 82484 / Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, 2018. 57 с.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ И ТРЕБОВАНИЙ К ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ DEVELOPMENT OF EVALUATION CRITERIA AND REQUIREMENTS FOR THE LOCAL TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER FROM THE FOOD INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

А. Ю. Кулаков, С. Е. Головатый
A. Kulakov, S. Golovatyj

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kulakov1@tut.by
Belarusian State University, ISEI BSU, Republic of Belarus*

Критерии оценки и требования к локальной очистке производственных сточных вод пищевой промышленности Республики Беларусь, основанные на наилучших доступных технических методах, разработанных в Российской Федерации, Европейском союзе и Республике Беларусь. Пищевая промышленность представлена следующими видами производств (экономической деятельности): мясная (переработка и консервирование мяса и производство мясной и мясосодержащей продукции), молочная (производство молочных продуктов), кондитерская (производство хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий), сахарная (производство сахара), пивобезалкогольная (производство пива и безалкогольных напитков, минеральных вод и других вод в бутылках).

Evaluation criteria and requirements for the local treatment of industrial wastewater from the food industry of the Republic of Belarus, which are based on best available techniques developed in the Russian Federation, the European Union and the Republic of Belarus. The food industry is represented by following types of industry (economic activities): meat (processing and preserving of meat), dairy (manufacture of dairy products), confectionery (manufacture of bakery products), sugar (manufacture of sugar), beer (manufacture of beverages).

Ключевые слова: очистка, сточная вода, мясная промышленность, молочная промышленность, кондитерская, сахарная промышленность, пивная промышленность.

Keywords: treatment, wastewater, meat industry, dairy industry, confectionery industry, sugar industry, beer industry.

Сравнительный анализ водопользования на предприятиях различных отраслей промышленности показывает, что предприятия пищевой промышленности являются одними из наиболее водоемких отраслей промышленности. При этом, в отличие от других водоемких отраслей (химической, деревообрабатывающей и пр.), предприятия пищевой промышленности для производства продукции используют исключительно подземную воду питьевого качества.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности 1-вода (Минприроды) за 2015 г. предприятиями пищевой промышленности добыто воды из подземных источников для производственных и хозяйственно-бытовых нужд 45,05 млн м³/год, что составляет 62 % от общего объема воды, добытой промпредприятиями обрабатывающей промышленности для производства продукции.

В состав пищевой промышленности входит десять групп видов экономической деятельности, с множеством подотраслей различной специализации. Крупнейшими являются мясная (переработка и консервирование мяса