

Помимо фактических наблюдений для определения реальной рекреационной нагрузки на территорию заказника «Святаянський» был произведен расчет максимально возможной рекреационной нагрузки на территорию.

На расчетной посещаемой территории находится две автомобильные парковки вместимостью 600–1000, 450 машино-мест, то есть в сумме 1450 машино-мест. Максимальное число пассажиров в автомобиле – 5 человек. Соответственно, на 1450 автомобилях одновременно может прибыть 7250 чел.

Сопоставив результаты фактических наблюдений и показатель максимально возможной рекреационной нагрузки на территорию с рассчитанной нормой допустимой рекреационной нагрузки, было установлено катастрофическое превышение фактического значения над расчетным допустимым (в 8–10 раз).

Для управления рекреационной нагрузкой на территорию заказника «Святаянський» рекомендуется комплексно использовать административные, экономические и информационные инструменты регулирования.

В управление следует включить два направления:

1) уменьшение рекреационной нагрузки на территорию, особенно в летний период;

2) контроль за соблюдением природоохранного законодательства рекреантами.

В рамках первого направления рекомендуются следующие мероприятия:

– развивать сеть экологических маршрутов; активно включать маршруты в туристические маршруты; предлагать посетить экотропы отдыхающим в пансионате;

– определить разницу за машино-место на автомобильных стоянках в зависимости от благоприятности погодных условий для посещения: в жаркие солнечные дни цены на машино-место увеличивать;

– рассредоточить туристические потоки за счет рекреационного освоения прилегающих к заказнику территорий;

– сконцентрировать и ограничить рекреационную нагрузку на специально оборудованных площадках, вдоль экологических маршрутов;

– оборудовать пляжную зону;

– проложить сеть пешеходных дорожек с твердым покрытием;

– рассредоточить учреждения длительного отдыха и временных палаточных городков, по возможности, за пределы заказника;

– разработать программу мониторинга на озере и остальной части заказника.

Для контроля за соблюдением природоохранного законодательства отдыхающими в первую очередь необходимо донести информацию об особенностях посещаемой ими территории:

– установить в видимых местах информационных щитов с требованиями, определенными природоохранным статусом территории;

– установить запрещающие дорожные знаки;

– установить видимые указатели;

– налагать административную ответственность за несоблюдение природоохранного режима заказника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о порядке определения и установления нормативов допустимой нагрузки на особо охраняемые природные территории: утв. Минприроды Респ. Беларусь 30.12.2008 [Электронный ресурс]. – URL: www.pravo.by. (дата обращения: 12.09.2018).

2. Здания и помещения организаций отдыха и туризма. Правила проектирования: ТКП 45-3.02-191-2010 (02250). – Введ. 03.05.2010. – Минск: Минстройархитектуры, 2010. – 99 с.

3. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки: ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). – Введ. 28.11.2008. – Минск: Минстройархитектуры, 2018. – 24 с.

4. Методика по определению нормативов допустимой нагрузки на особо охраняемые природные территории: постановление Минприроды, 28.12.2009, № 389-ОД [Электронный ресурс]. – URL: www.pravo.by. (дата обращения: 12.09.2018).

5. Об утверждении Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь 17.03.2016, № 205 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 5/41827.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕНОКСУЛАМА В ЗЕРНЕ И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

METHOD OF DETERMINATION OF PENOXULAM IN GRAIN AND GRAIN CULTURES USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

М. С. Турко, П. А. Хурсин, Л. С. Ивашкевич

M. Turko, P. Khursin, L. Ivashkevich

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

iw@mail.ru

Scientific practical centre of hygiene, Minsk, Republic of Belarus

Пеноксулам – гербицид системного действия, который проникая через листья и корни, подавляет развитие злаковых и болотных сорняков на посевах риса. Часть пестицида может попадать в продовольственные

культуры, что вызывает потенциальную опасность для человека. Для определения остаточных количеств пеноксилама в зерне и зерновых культурах были подобраны условия пробоподготовки образцов, установлены оптимальные параметры хроматографирования. Чувствительность метода составила 0,1 мг/кг. Диапазон определяемых концентраций пеноксилама – 0,1 – 1,0 мг/кг.

Penoxsulam is a herbicide of systemic action, which penetrates through the leaves and roots, inhibits the development of grass and swamp weeds on rice crops. Part of the pesticide can get into food crops, which causes a potential danger to humans. For determination the residual quantities in grain and grain crops, the conditions for sample preparation of the samples were selected, and the optimum chromatography parameters were established. The sensitivity of the method was 0.1 mg / kg. The range of detectable concentrations of penoxulam is 0,1 – 1,0 mg / kg.

Ключевые слова: пеноксилам, высокоэффективная жидкостная хроматография, зерно.

Keywords: penoxsulam, high-performance liquid chromatography, grain.

Зерно является главным источником производства продуктов питания для человека, кормов сельскохозяйственных животных, служит сырьем для промышленности, поэтому зерновые культуры занимают основное место в структуре посевных площадей [1]. Защита зерновых культур от вредных организмов является важнейшей и неотъемлемой частью интенсивной технологии. Химические препараты на сегодняшний день остаются самым массовым, дешевым, эффективным и удобным способом борьбы с вредителями. Однако использование пестицидов оказывает большой вред окружающей среде и человеку. Серьезные токсиколого-гигиенические проблемы для человека пестициды создают не только в результате острых отравлений, но и при хроническом воздействии. Особенно опасно влияние пестицидов на здоровье людей через пищевые цепи. С пищей и водой пестициды попадают в организм человека, вызывая аллергию, отравления, диатез, генетические отклонения. Нормирование и определение пестицидов предназначено обеспечить безопасность их применения для человека.

Для защиты зерновых культур в сельском хозяйстве широко используют пеноксилам в связи с высокой эффективностью действия против сорных растений (однолетних злаковых, осоководных, болотных широколистных сорняков, таких как частуха и стрелолист) и относительно малой токсичностью для человека. Препараты на его основе относятся к 3 классу опасности.

Пеноксилам, согласно номенклатуре ИЮПАК – это [2-(2,2-Дифторэтокс)-N-(5,8-диметокси[1; 2; 4] триазоло[1,5-с]пиримидин-2-ил)-6-(трифторметил)бензолсульфамид]. Эмпирическая формула пеноксилама: $C_{16}H_{14}F_5N_5O_5S$ [2; 3].

Физико-химические свойства:

- кристаллы белого цвета без запаха.
- температура плавления – 212,8 °С;
- растворимость в воде (мг/дм³, 19 °С): без буфера – 4,91; pH 5 – 5,66; pH 7 – 408; pH 9 – 1460;
- растворимость в органических растворителях (г/дм³, 19 °С): ксилол – 0,017; 1,2-дихлорэтан – 1,99; метанол – 1,48; ацетон – 20,3; этилацетат – 3,23; н-октанол – 0,035; N,N-диметилформамид – 39,8; диметилсульфоксид – 78,4; ацетонитрил – 15,3 [2, 3];
- при pH 7 и 20 °С устойчив к гидролизу;
- в воде подвергается фотолизу.

При разработке методики были проанализированы следующие условия хроматографирования:

- хроматографическая колонка с определенным типом фазы, размером и температурой;
- вид и скорость подвижной фазы;
- длина волны поглощения;
- линейный диапазон детектирования.

Выбор длины волны детектирования проводился по спектру поглощения в УФ-диапазоне. Установлено, что раствор пеноксилама в ацетонитриле, концентрацией 100 мкг/см³, имеет максимум светопоглощения при 285 нм.

При подборе подвижной фазы учитывалась растворимость пеноксилама в полярных растворителях, таких, как ацетонитрил, метанол и вода. Оптимальной была принята смесь ацетонитрила с деионизированной водой, в соотношении 70:30.

В соответствии со строением и химическими свойствами определяемого вещества была выбрана стальная колонка Aluspher®100 RP-select B.

В результате проведенных исследований были установлены оптимальные условия хроматографирования:

- жидкостной хроматограф, оснащенный диодно-матричным детектором (Agilent Technologies, серия 1 260, США);
- хроматографическая колонка Aluspher®100 RP-select B, длиной 250 мм, внутренним диаметром 4,0 мм, зернением 5 мкм;
- подвижная фаза для ВЭЖХ: смесь ацетонитрил – вода, в соотношении 70:30;
- скорость потока подвижной фазы: 0,4 см³/мин;
- температура колонки: 30 °С;
- рабочая длина волны: 285 нм;
- объем вводимой пробы – 25 мкл.
- ориентировочное время удерживания пеноксилама – 10,7±0,3 мин.

Идентификацию вещества проводили по времени удерживания, а количественное определение – методом абсолютной калибровки по площадям пиков.

Типичная хроматограмма, полученная при анализе стандартного раствора пенокусулама концентрацией 1 мкг/см³, представлена на рис. 1.

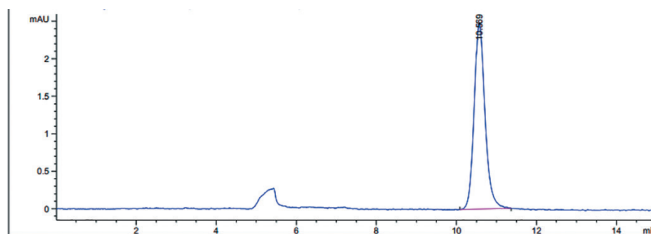


Рисунок 1 – Хроматограмма стандартного раствора пенокусулама концентрацией 1 мкг/см³

Следующим этапом являлась оценка линейности методики. Для этого использовали шесть серий стандартных растворов пенокусулама с концентрациями 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 мкг/см³. Статистическую обработку результатов испытаний выполняли методом наименьших квадратов.

Градуировочный график зависимости площади пика от концентрации представлен на рисунке 2. Полученная линейная зависимость имеет вид: $y = 41,4708 \times x + 1,3639$.

Рассчитанное значение коэффициента корреляции, $R^2 = 0,99971$, максимально приближено к 1, что позволяет утверждать о наличии линейной зависимости площади пика от концентрации пенокусулама.

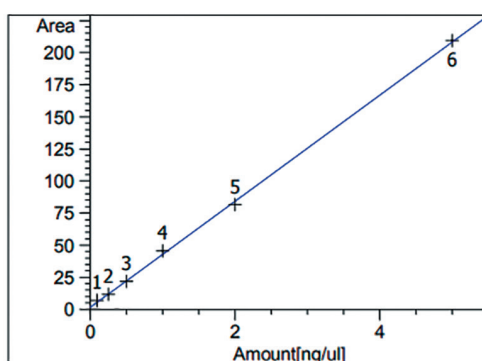


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости концентраций пенокусулама в растворе от площади пика на хроматограммах

При разработке методики количественного определения пенокусулама необходимо было разработать процедуру пробоподготовки, обеспечивающую его полное извлечение из образцов зерна и зерновых культур.

Для определения оптимальных условий извлечения пенокусулама из образцов зерна и зерновых культур в качестве экстрагентов были использованы метанол, ацетонитрил и хлористый метилен. Извлечение вещества осуществлялось методами ультразвуковой экстракции (УЗЭ), экстракции на аппарате для встряхивания и экстракции после выдержки образца с растворителем в течение суток. Степень экстракции определяли по соотношению площадей хроматографических пиков растворов пенокусулама до и после экстракции.

На рис. 3 изображена зависимость средней степени извлечения пенокусулама от используемого экстрагента и метода экстракции. Как видно из приведенного рис., лучшим экстрагентом является ацетонитрил, а в качестве оптимального метода извлечения следует использовать экстракцию на аппарате для встряхивания.

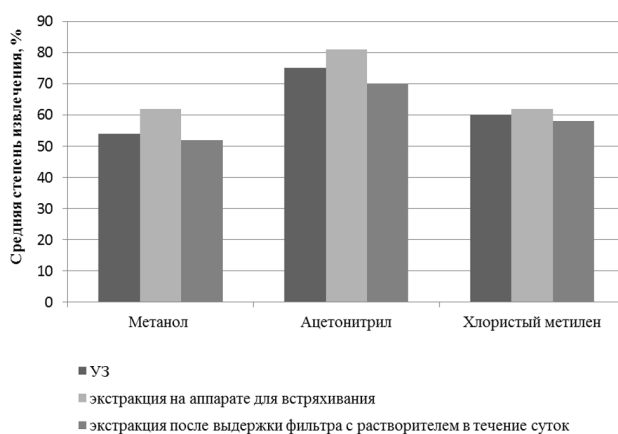


Рисунок 3 – Средняя степень извлечения пенокусулама в зависимости от применяемого экстрагента и метода экстракции

Таким образом, был предложен следующий способ пробоподготовки: навеску ($1,00 \pm 0,01$ г) хорошо измельченного растительного материала с низким содержанием воды помещают в коническую колбу объемом 50 см^3 с притертой пробкой, добавляют 5 см^3 ацетонитрила. Колбу аккуратно встряхивают до полного смачивания растительного материала и помещают на механический встряхиватель на 60 мин для экстракции пеноксулама. Аликвоту (2 см^3) экстракта переносят в шприц объемом 5 см^3 с присоединенным шприцевым фильтром CHROMAFIL GF/PET-20/25 мкм (Macherey-Nagel, Германия) и фильтруют в вialу для хроматографирования. Фильтры CHROMAFIL GF/PET-20/25 мкм позволяют добиться высокой чистоты вязкого экстракта. Полученный экстракт анализируют при условиях хроматографирования, указанных выше.

Таким образом, разработана чувствительная и эффективная методика идентификации и количественного обнаружения пеноксулама в зерне и зерновых культурах, которая сочетает простой и быстрый способ пробоподготовки с идентификацией и определением остаточных количеств пеноксулама методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Данная методика позволяет с высокой точностью определять содержание пеноксулама в зерне и зерновых культурах на уровнях ниже регламентируемых значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коледа, К. В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГТАУ, 2010. – 340 с.
2. Kaur P. Quantification of penoxsulam in soil and rice samples by matrix solid phase extraction and liquid-liquid extraction followed by HPLC-UV method // P. Kaur, K. Kaur, M. S. Bhullar // Environmental Monitoring and Assessment. – 2014. – Vol. 186, № 11. – P. 7555–7563.
3. Брагина, И. В. Метод многокомпонентного исследования гербицидов различных химических классов в воде // И.В. Брагина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1099–1104.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ENERGY EFFICIENT WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY

Е. А. Улащик, И. А. Ровенская
E. Ulaschik, I. Rovenskaya

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь,
ulasikekaterina@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Приведен анализ одной из энергоэффективных технологий очистки сточных вод – современной анаэробной биологической очистки. Рассмотрены преимущества данного метода над другими биологическими методами, а также недостатки его применения. Подробно изучен процесс метанового брожения, выделены основные этапы, результатом которых является образование ценного энергоносителя – метана. Рассмотрена классификация основных реакторов анаэробной биологической очистки. Рассмотрен вопрос применимости метода в целом на предприятиях Республики Беларусь. Рассчитан биогазовый потенциал сточных вод молокоперерабатывающей промышленности.

This work is an analysis of energy-efficient wastewater treatment technologies, specifically modern anaerobic biological treatment. Its advantages over other biological methods, as well as disadvantages of its application were reviewed. The process of methane fermentation is studied in detail, the main stages are identified, the result of which is the formation of a valuable energy carrier – methane. The classification of the main reactors of anaerobic biological treatment is considered. The possibility of using the method for enterprises of the Republic of Belarus is considered. The biogas potential of wastewaters of the milk processing industry has been calculated.

Ключевые слова: сточная вода, биогаз, органические вещества, классификация анаэробных реакторов, анаэробная очистка, пищевая промышленность.

Keywords: waste water, biogas, organic substances, classification of anaerobic reactors, anaerobic purification, food processing industry.

Ресурсы пресных вод имеют большое экологическое и экономическое значение. В связи с этим эффективное управление водными ресурсами является одной из важнейших задач устойчивого развития страны в целом.

В результате проводимой государственной политики в Республике Беларусь в области использования и охраны вод, а также в связи с переходом на применение наилучших доступных технических методов за последние 15 лет сократились объемы добычи (изъятия) вод на 23 %. Наблюдается устойчивая тенденция к сокращению удельного