

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попова Марка Сергеевича

«Скрининг и определение азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах методами термодесорбционной газовой хроматографии - масс-спектрометрии»

на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности

1.4.2. - Аналитическая химия (химические науки)

Ракетно-космическая деятельность является значимым источником антропогенного воздействия на окружающую среду. В частности, применяемые в качестве высокоэнергетических ракетных топлив 1,1-диметилгидразин (НДМГ) и метилгидразин (МГ) представляют собой высокотоксичные соединения I класса опасности. Их поступление в почвенные экосистемы инициирует комплексные процессы трансформации, результатом которых является образование обширного спектра азотсодержащих производных, многие из которых обладают сопоставимой или повышенной токсичностью по отношению к исходным веществам. Высокая реакционная способность данных органических соединений, их способность к сорбции и взаимодействию с компонентами почвенной матрицы обуславливают существенные сложности при их аналитическом определении в реальных объектах. Это делает разработку новых, эффективных методических подходов, особенно на стадии пробоподготовки, актуальной научно-практической задачей.

В данном контексте диссертационное исследование М.С. Попова обладает высокой актуальностью. Работа, основанная на обширном экспериментальном материале, посвящена решению указанной проблемы путем разработки методологии применения термодесорбции для извлечения аналитов (НДМГ, МГ и продуктов их трансформации) из почв и последующего их определения с помощью газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС) или тандемной масс-спектрометрией (ГХ-МС/МС). В работе детально исследовано поведение целевых аналитов в почвенных матрицах различных типов в условиях термодесорбции, оптимизированы параметры процесса. Значимым результатом является предложенный автором оригинальный способ повышения эффективности извлечения азотсодержащих соединений из суглинистых почв, основанный на модификации матрицы щелочными и солевыми добавками. Особого внимания заслуживает разработанный автором метод определения НДМГ и МГ, сочетающий *in situ* дериватизацию пентаналем непосредственно в почвенной матрице с последующим ТД-ГХ-МС анализом. По итогам исследований автором разработан комплекс валидированных методик определения НДМГ, МГ и пятнадцати ключевых продуктов их трансформации в трех типах почв (песчаных, суглинистых, торфяных), что подтверждает высокую практическую значимость работы.

Автореферат диссертации составлен грамотным научным языком, обладает четкой логической структурой и содержит необходимый иллюстративный материал. Вместе с тем, в качестве замечаний, не умаляющих общих достоинств работы, можно отметить следующие аспекты, требующие возможного уточнения:

1. В тексте автореферата не в полной мере раскрыты принципы, положенные в основу выбора конкретных пятнадцати продуктов трансформации для количественного определения. Было бы целесообразно четче обосновать их выбор, например, с точки зрения токсикологической значимости, стабильности в окружающей среде или представительности для различных путей трансформации НДМГ/МГ.

2. Представленный перечень обнаруженных продуктов трансформации выиграл бы от их классификации по классам химических соединений. Это улучшило бы восприятие данных и способствовало лучшему пониманию спектра образующихся соединений.

3. Упоминание в автореферате новых, ранее не описанных продуктов трансформации логично предполагает необходимость хотя бы гипотетического обсуждения возможных механизмов их образования в почвенных условиях.

Следует отметить, что высказанные замечания не затрагивают сути проведенного исследования и не противоречат сделанным в работе выводам и выносимым на защиту положениям.

Таким образом, диссертационная работа Попова Марка Сергеевича «Скрининг и определение азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах методами термодесорбционной газовой хроматографии - масс-спектрометрии» по актуальности, научной новизне, практической значимости и объему материала соответствует требованиям п. 9 "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), утвержденного Постановлением Правительства РФ N 842 от 24 сентября 2013 г. (в ред. от 25.01.2024), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки).

Кандидат химических наук, доцент,

ведущий научный сотрудник лаборатории спектральных и хроматографических исследований
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного
Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
(ИНХС РАН)

Борисов Роман Сергеевич



08 декабря 2025 года

Контактные данные:

тел.: 7(916)5969013, e-mail: borisov@ips.ac.ru

119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 29, ИНХС РАН

Подпись сотрудника ИНХС РАН Р.С. Борисова удостоверяю:

Ученый секретарь ИНХС РАН

д.х.н., доцент

08 декабря 2025 года



Костина Ю.В.