

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТЬОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ

А.К. Посвященная

Научный руководитель: доцент, к. х. н. Т.Н. Волгина  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: soch94@mail.ru

Мировое сообщество относит ртутьорганические пестициды (РОП) к группе особо опасных загрязнителей, представляющих угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Большинство РОП представлено соединениями Hg(II) типов RR'Hg и RHgX (R, R' – органические радикалы; X – Hal.). РОП широко использовались 60–90 гг. прошлого века в качестве фунгицидов и бактерицидов, среди них особо популярными были: гранозан, меркуран, фализан, агронал, радосан и др. Содержание д.в. колеблется в пределах от 2 до 5 % мас., остальное – инертный пылевидный наполнитель, который окрашивают в фиолетовый, розовый или оранжевый цвет с целью распознавания токсикантов. В последнее время большинство РОП были запрещены к применению и теперь находятся на складах, авиационных площадках сельскохозяйственного назначения, полигонах-могилиниках по захоронению и уничтожению ядохимикатов, а также на несанкционированных свалках [1]. Такого рода объекты хранения представляют собой экологическую угрозу и требуют строгого контроля РОП в воздухе, почве и воде, а также в продуктах питания, т.к. не редки случаи использования запрещенных препаратов недобросовестными фермерами [2].

Анализ пестицидов проводят с помощью тонкослойной, газовой и жидкостной хроматографии [3–6], колориметрии [3, 7], спектрофотометрии [3, 4], а также инверсионной вольтамперометрии [8]. Методы достаточно трудоемки и малочувствительны, необходимые пределы обнаружения достигаются лишь после предварительного концентрирования пробы. В связи с этим внимание исследователей все больше привлекает сорбционно-спектроскопический метод [9], позволяющий быстро и количественно определить содержание токсичного компонента, как в лабораторных, так и в полевых условиях. Настоящая работа посвящена изучению возможности использования дитизона (I), дитизоната меди (II), пиридилазонафтаола (III) и 2-фенилгидразида фенилазомуравьиной кислоты (IV), иммобилизованных в полиметакрилатную матрицу (ПММ) для твердофазного спектрофотометрического определения ртутьорганических пестицидов гранозан и фализан (табл. 1). Метод основан на взаимодействии ионов ртути с органическими реагентами с образованием окрашенных комплексных соединений.

Таблица 1. Объекты исследования

№	Название препарата	Действующее вещество	Вспомогательные компоненты	Брутто-формула	Класс опасности
1	Гранозан	Этилмеркурхлорид	Тальк, краситель	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> HgCl	1
2	Фализан	Фенилмеркурпирокатехин		C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> Hg	1

Перед проведением анализа раствор с РОП (рН = 3–4) фильтровали (для удаления талька), пропускали через слой силикагеля (для устранения мешающего влияния красителей) и подвергали УФ-обработке в присутствии окислителя, в результате которой происходила деструкция органической молекулы действующего вещества по схеме:



Далее в анализируемую пробу помещали полиметакрилатные матрицы с иммобилизованными компонентами, выдерживали при перемешивании в течение 15 минут и регистрировали спектры поглощения в диапазоне – 400...750 нм или измеряли оптическую плотность (A) при максимуме полосы поглощения для каждого типа матриц на спектрофотометре Evolution 201.

По экспериментальным данным определили, что максимальное количество ионов ртути (при исходной концентрации пестицида 1 г/л) высвобождается после 10 минут облучения (табл. 2).

Таблица 2. Влияние УФ-облучения на содержание Hg<sup>2+</sup> в водном растворе фализана

Время облучения, мин	0	2,5	5	10	15
Оптическая плотность, A <sup>510</sup>	0,00	0,09	0,14	0,18	0,16

При взаимодействии Hg<sup>2+</sup> с модифицированными ПММ происходит образование цветных комплексов ртути разного строения (табл. 3).

Таким образом, полиметакрилатная матрица с иммобилизованными органическими реагентами, может быть использована для визуально-тестового качественного и количественного экспресс-анализа РОП в водных средах. Это позволит сократить время и ресурсы на проведение анализа и определять пестициды на уровне ПДК и ниже как в лабораторных, так и в полевых условиях.

*Таблица 3. Цветовые характеристики ПММ с иммобилизованными реагентами после контакта с водными растворами гранозана*

Реагент	I	II	III	IV
Цвет ПММ до взаимодействия с Hg <sup>2+</sup>	желтый	серый	оранжевый	розовый
Цвет ПММ после взаимодействия	оранжевый	бардовый	красный	фиолетовый

### Список литературы

1. International POPs Elimination Network – IPEN, 2004. – 66 p.
2. Wen Jun Zhang, Fu Bin Jiang, Jian Feng Ou. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus // Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences. – 2011. – Vol. 1. – P. 125–144.
3. Handbook of pesticides: methods of pesticide residues analysis / editors: Leo M.L. Nollet, Hamir S. Rathore. – Taylor and Francis Group, 2010. – 608 p.
4. Bhadekar R., Pote S., Tale V. et al. Developments in analytical methods for detection of pesticides in environmental samples // American Journal of Analytical Chemistry. – 2011. – Vol. 2. – P. 1–15.
5. Амелин В.Г., Лаврухин Д.К., Третьяков А.В. и др. Определение полярных пестицидов в воде, овощах и фруктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Вестник Московского университета. Серия «Химия». – 2012. – Т. 53, № 6. – С. 392–400.
6. Wasik A., Namiesnik J. Speciation of Organometallic Compounds of Tin, Lead, and Mercury // Polish Journal of Environmental Studies. – 2001. – Vol. 10. No. 6. – P. 405–413.
7. Елагина А., Галкина А., Арсланова С. и др. Колориметрические методы для скрининга фосфорорганических пестицидов в сырье // Комбикорма. – 2014. – № 1. – С. 87–89.
8. Волгина Т.Н., Катюхин В.Е., Новиков В.Т. Применение инверсионной вольтамперометрии для анализа металлосодержащих пестицидов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2008. – Т. 74, № 10. – С. 13–15.
9. Гавриленко Н.А., Саранчина Н.В., Гавриленко М.А. Колориметрический сенсор для определения кобальта на основе полиметакрилатной матрицы с иммобилизованным 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом // Журнал аналитической химии. – 2015. – Т. 70, № 12. – С. 1283–1287.