

## **ВИЗУАЛЬНЫЙ ЭКСПРЕСС-ТЕСТ КАК СПОСОБ ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРИБАХ**

*Пчелкина Мария Алексеевна, студент 3 курса института Зоотехнии и биологии, лаборант учебно-научного центра коллективного пользования (УН ЦКП) «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений», Жевнеров Алексей Валерьевич, к.х.н., доцент, руководитель учебно-научного центра коллективного пользования (УН ЦКП) «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*  
E-mail: [mashenka.pchelka@mail.ru](mailto:mashenka.pchelka@mail.ru), [jevnerov@mail.ru](mailto:jevnerov@mail.ru)

**Аннотация:** в статье приведены результаты лабораторных исследований по выявлению и оценке содержания тяжёлых металлов в мухоморе красном и ежовике гребенчатом различными методами.

**Ключевые слова:** *Amanita muscaria (L.) Hook., Hericium erinaceus (Bull.) Pers., атомно-абсорбционный спектрометр, тест-метод, свинец, ртуть, РИБ.*

**Введение.** Проблема загрязнения биосферы тяжелыми металлами в настоящее время особенно значима. Тяжелые металлы являются распространенными компонентами выбросов транспорта и многих предприятий различных отраслей промышленности. Путем миграции по пищевым цепям эти металлы попадают в организм человека, вызывая единовременные или хронические отравления и приводя к серьезным нарушениям процессов обмена веществ и жизненно важных функций организма.

**Цель.** Создание простых и дешевых экспресс-тестов для быстрого определения ионов свинца и ртути на уровне их предельно допустимых концентраций в лесных грибах, таких как Мухомор красный (*Amanita muscaria (L.) Hook., 1797*) и Ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus (Bull.) Pers., 1797*).

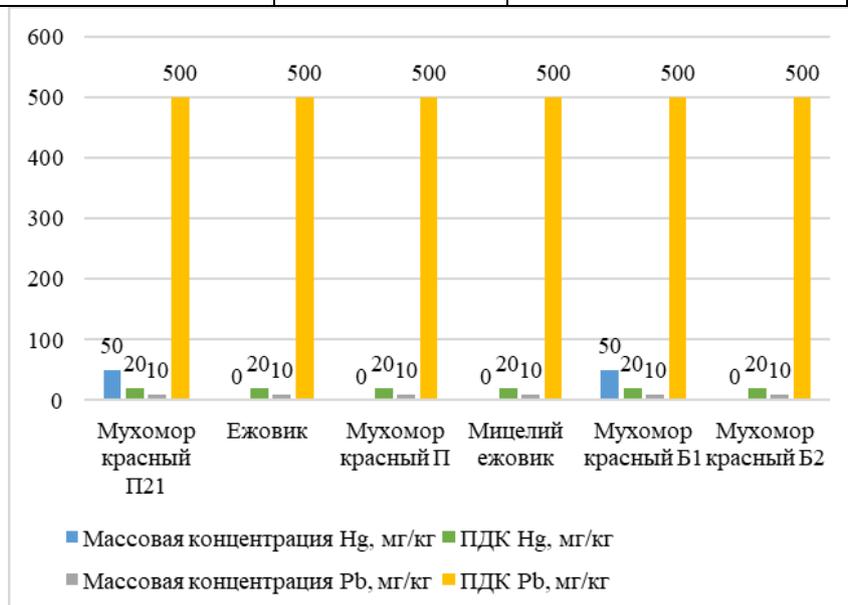
**Материалы и методы.** Объектами наших исследований служили плодовые тела грибов мухомора красного (*Amanita muscaria*) и ежовика гребенчатого (*Hericium erinaceus*) в высушенном состоянии. Образцы грибов размалывали на ударной и режущей мельницах POLYMIX PX-MFC 90 D. Далее методом кислотного разложения образцы переводили в раствор для последующего анализа на наличие ионов ртути и свинца на атомно-абсорбционном спектрометре и с помощью тест-метода. Тест-метод – реактивная индикаторная бумага – изготавливали в учебно-научном центре коллективного пользования (УН ЦКП) «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» путем иммобилизаций модифицированной кострой конопли растворов реагентов [1,2]. Результаты, полученные стандартным методом (на атомно-абсорбционном

спектрометре), сравнивали с результатами, полученными при помощи реактивной индикаторной бумаги (РИБ).

**Результаты.** Определенное на атомно-абсорбционном спектрометре и тест-методом содержание тяжелых металлов в высушенной биомассе мухомора красного (*Amanita muscaria*) и ежовика гребенчатого (*Hericium erinaceus*) представлено в таблице 1. Среди этих элементов с помощью РИБ было выявлено превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) свинца и ртути почти во всех образцах (Pb – 0,5 мг/кг, Hg – 0,02 мг/кг) [3]. Эти данные подтверждаются результатами полученными стандартным методом на атомно-абсорбционном спектрометре. Наибольшее содержание свинца и ртути было выявлено в мухоморе красном (*Amanita muscaria*), в ежовике гребенчатом (*Hericium erinaceus*) – чуть выше нормы.

**Таблица 1 - Значения концентраций металлов в сушеных грибах с использованием РИБ (влажность исходных грибов 86–89%)**

Шифр пробы	Предельно допустимая концентрация (ПДК) Hg, мг/кг; на $10^{-2}$	Массовая концентрация Hg, мг/кг; на $10^{-2}$	Предельно допустимая концентрация (ПДК) Pb, мг/кг; на $10^{-2}$	Массовая концентрация Pb, мг/кг; на $10^{-2}$
1	20	50	500	0–10
2		0		0–10
3		0		0–10
4		0		0–10
5		50		0–10
6		0		0–10

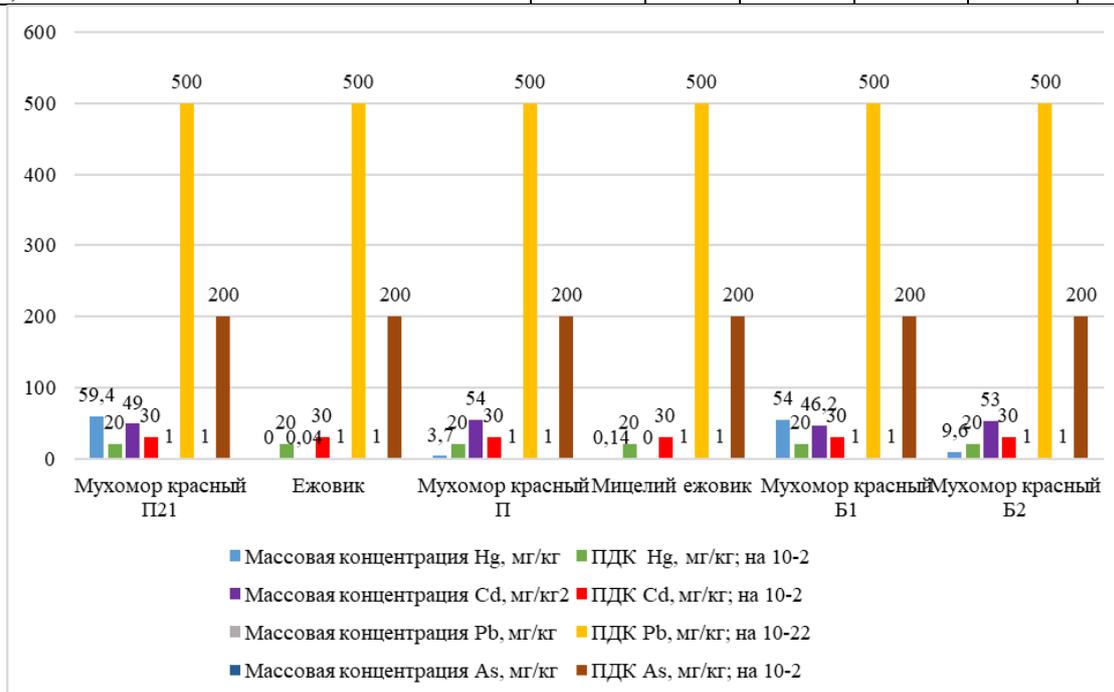


**Рисунок 1 – Значения концентраций металлов в грибах (на  $10^{-2}$ ) с использованием РИБ**  
Тест-метод с использованием РИБ на свинец и ртуть позволяет оценить примерное содержание этих металлов и превышение ПДК в образцах.

С помощью двухлучевого атомно-абсорбционного спектрофотометра AA-7000 Shimadzu было также обнаружено содержание кадмия выше ПДК (Cd – 0,03 мг/кг) и мышьяка в пределах нормы (As – 0,2 мг/кг) во всех образцах (таблица 2) [3].

**Таблица 2 -Значения концентраций металлов в сушеных грибах на АА 7000 по ГОСТ ISO 22036-2014 (влажность исходных грибов 86-89%)**

Шифр пробы	1	2	3	4	5	6
Массовая концентрация Hg, (ПДК – 20), мг/кг; на 10 <sup>-2</sup>	<b>59,4</b>	0	3,7	0,14	<b>54</b>	9,6
Массовая концентрация Cd, (ПДК – 30), мг/кг; на 10 <sup>-2</sup>	<b>49</b>	0,04	<b>54</b>	0	<b>46,2</b>	<b>53</b>
Массовая концентрация Pb, (ПДК – 500), мг/кг; на 10 <sup>-2</sup>	1	1	1	1	1	1
Массовая концентрация As, (ПДК – 200), мг/кг; на 10 <sup>-2</sup>	1	1	1	1	1	1



**Рисунок 2 – Значения концентраций металлов в грибах (на 10<sup>-2</sup>) на АА 7000**

**Заключение.** В результате проведенных исследований были получены достоверные результаты согласно ГОСТ ISO 22036-2014 (с использованием двухлучевого атомно-абсорбционного спектрофотометра АА-7000 Shimadzu с высокоточным определением). Также были получены результаты с помощью РИБ с допустимой точностью для оценки содержаний ртути и свинца. В ходе испытания предложенных РИБ выяснилось, что можно определять только избыточное (выше ПДК) содержание тяжёлых металлов, т.к. при меньших концентрациях цвета визуально различаются плохо. Предложенный метод пригоден для определения констатации превышения содержаний указанных металлов в подготовленных вытяжках. Мухомор красный (*Amanita muscaria*) обладает наибольшей способностью, чем Ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus*), накапливать тяжёлые металлы. Недостатком метода определения тяжелых металлов является необходимость кислотного разложения образцов (с использованием сложного оборудования, концентрированных кислот) и предварительного отделения ионов серебра и свинца (при определении ртути), так как они оказывают мешающее влияние (маскируют определяемые ионы). В случае больших содержаний меди, висмута и железа (III) катионы надо маскировать или удалять.

### Библиографический список

1. Состав блистерной ячейки для определения фосфатов в водных растворах. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/277/2776016.html> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 26.10.2022).
2. Дедкова В.П., Швоева О.П., Саввин С.Б. Тест-метод определения ртути (II) дитизином на твердой фазе волокнистого анионообменника // Журнал аналитической химии. – 2004. – Том 59. – №4. – С. 429–433.
3. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПин 2.3.2.560–76. 1976. 75 с.
4. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.
5. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.
6. Растениеводство и луговое хозяйство : сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭйПиСиПублишинг, 2020. – 838 с. – ISBN 978-5-6042131-8-6. – DOI 10.26897/978-5-6042131-8-6. – EDN RSQCUH.
7. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 31 октября 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-9675-1702-0. – EDN YTLELB.
8. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2019 года. – Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2019. – 170 с. – EDN WFMJGQ.