

УДК 546.4:635.8:543.2

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДИКОРАСТУЩИХ СЪЕДОБНЫХ ГРИБАХ ГОРОДА САРАТОВА

Вера Сергеевна Селихова¹

аспирант

selihowa@mail.ru

Александр Владимирович Красников²

доктор ветеринарных наук, профессор

krasnikov77@mail.ru

Екатерина Сергеевна Красникова²

доктор ветеринарных наук, профессор

krasnikovaes77@yandex.ru

¹Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и

инженерии имени Н.И. Вавилова

г. Саратов, Россия

Аннотация. Научная статья посвящена проблеме кумуляции тяжелых металлов съедобными дикорастущими грибами в условиях урбанизации. Показано, что в таких видах грибов, как *Lactarius deliciosus*, *Leccinum scabrum*, *Suillus luteus*, *Paxillus involutus* и *Russula spp.*, произрастающих в лесах природного парка «Кумысная поляна» города Саратова, детектируются Pb, Cd, Hg и As. При этом наиболее актуальным вопросом является кумуляция Pb и Cd грибами видов *Suillus luteus* и *Russula spp.*

Ключевые слова: съедобные грибы, тяжелые металлы, кумуляция.

Введение. В настоящее время экологическое состояние города Саратова можно назвать критическим. Это обусловлено развитой инфраструктурой города, наличием большого количества промышленных предприятий, как в городской черте, так и по Саратовской области, высокой транспортной нагрузкой. По отчетным данным Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области, количество выбросов загрязняющих веществ ежегодно увеличивается, и в 2022 году оно суммарно составило более 261 тыс. т. При этом более 45% выбросов приходилось на стационарные источники, около 55% на передвижные источники, в том числе 96,5% из них это выбросы от автотранспорта и лишь 3,5% от железнодорожного транспорта. При этом, по сравнению с предыдущим периодом, количество выбросов твердых веществ увеличилось на 11%, а летучих соединений – на 13% [3].

Тяжелые металлы являются не только природным компонентом литосферы, но и продуктом антропогенного происхождения, присутствуя в значительном количестве в выбросах загрязняющих веществ. В организм человека они проникают преимущественно с контаминированными ими пищевыми продуктами, в том числе и добытыми из природных источников, к которым можно отнести дикорастущие съедобные грибы, которые население собирает и непосредственно в лесах городской черты Саратова.

В настоящее время земли лесного фонда составляют лишь 6,1% от всего земельного фонда Саратовской области, который оценивается в 10124,0 тыс. га. Однако административный аппарат области активно развивает политику лесовосстановления на территории области. Так в 2021 году леса высадили на площади 1150 га, а в 2022 году площадь новых лесов увеличилась на 2505,9 га. На расширенном заседании комиссии по экологии, природопользованию и чрезвычайным ситуациям в Общественной палате Саратовской области на тему «Об итогах лесокультурных работ на землях лесного фонда Саратовской области и планах на 2024 год» в рамках национального проекта «Экология» главой региона была поставлена задача увеличить уровень лесовосстановления, в том числе и в городской черте Саратова, до 4 тыс. га [2].

Лесопарк «Кумысная поляна» располагается в Октябрьском районе города Саратова и относится к сети особо охраняемых природных территорий Саратовской области, его площадь в настоящее время составляет около 6,2 тыс. га, половина из них составляет лес, преимущественно широколиственный, представленный такими породами деревьев, как дуб, клён, липа, берёза, осина, встречаются и искусственно созданные хвойные насаждения [5].

Лесопарк «Кумысная поляна» является излюбленным местом отдыха горожан и располагает на своей территории обширный дачный и жилой массив. Множество людей занимаются сбором грибов на территории природного парка. В этой связи целью нашего исследования явилось определить содержание тяжелых металлов в некоторых видах дикорастущих съедобных грибов, произрастающих в лесах парка «Кумысная поляна» города Саратова.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили грибы видов: рыжик настоящий (*Lactarius deliciosus*), подберёзовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*), масленок обыкновенный (*Suillus luteus*), «дунька» или свинушка тонкая (*Paxillus involutus*) и сыроежки (*Russula spp.*), собранные в лиственных лесах и хвойных насаждениях лесопарка «Кумысная поляна» в июне-августе 2022 года. Видовая принадлежность грибов устанавливалась по морфологическим признакам с помощью определителя.

Для исследования были выбраны неповрежденные плодовые тела грибов разной степени зрелости. Отобранные образцы были освобождены от механических загрязнений и высушены в сушильном шкафу при температуре 100°C, после чего измельчены.

Подготовка и минерализация проб осуществлялась по ГОСТ 26929-94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.

Определение свинца (Pb) и кадмия (Cd) проводили по ФР.1.31.2008.01733 Методика измерения массовой доли кадмия, меди, свинца, цинка в пищевых продуктах методом инверсионной вольтамперометрии. Определение ртути (Hd) и мышьяка (As) осуществляли в соответствии с ФР.1.31.2008.01730 Методика

выполнения измерений массовой доли мышьяка и ртути в пищевой продукции, продовольственном сырье и продуктах детского питания методом инверсионной вольтамперометрии. Исследования были выполнены на базе УНИЛ по определению качества пищевой и с/х продукции ФГБОУ ВО Вавиловский университет (протокол испытания № 61А от 14.10.2022 г. и протокол испытания № 75А от 07.12.2022 г.).

Результаты и обсуждение. Результаты исследований представлены на рисунке 1. Следует отметить, что массовая доля ртути и мышьяка во всех исследуемых образцах была меньше нижнего предела обнаружения по методике испытания, то есть менее 0,002 мг/кг. В подберезовиках содержание всех токсичных элементов было ниже предела детекции. Детектируемое количество кадмия, на уровне 0,02 мг/кг содержалось в рыжиках (погрешность измерения $\pm 32\%$) и сыроежках. Во всех пробах, исключая подберезовики, содержание свинца было наиболее значительным: рыжики - 0,06 мг/кг ($\pm 28\%$), дуньки - 0,08 ($\pm 28\%$), маслята и сыроежки – 0,13 мг/кг ($\pm 28\%$ и $\pm 0,04$ мг/кг, соответственно).

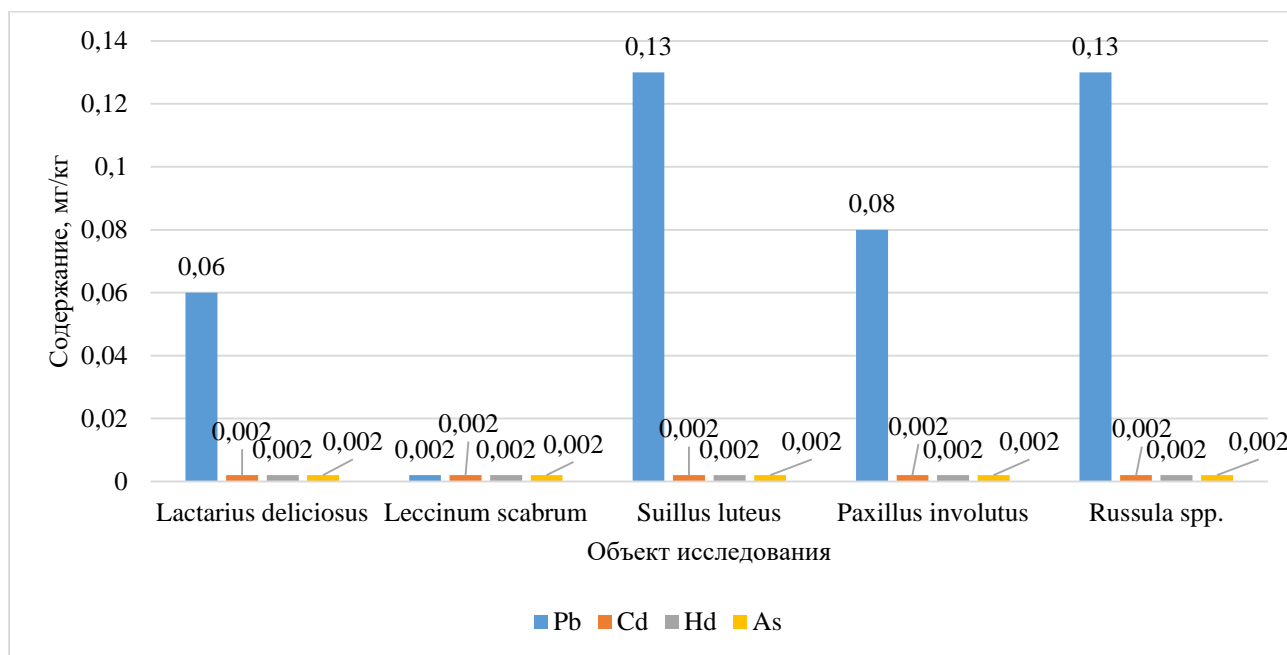


Рисунок 1 - Содержание токсичных элементов в грибах

В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 25 ноября 2022 года) регламентируются допустимые уровни токсичных элементов в грибах и грибной продукции, мг/кг не более: As - 0,5; Cd - 0,1; Hd - 0,05; Pb - 0,5 [6]. То

есть во всех испытуемых образцах содержание токсичных элементов не превышало предельно допустимые нормы. Однако известно, что тяжелые металлы при попадании их в организм имеют свойство кумулироваться в различных органах и тканях. Так кадмий имеет выраженную тенденцию преимущественно к почечной и менее к печеночной кумуляции, что приводит к развитию нефропатии. До 95% попадающего в организм человека свинца кумулируется в костной ткани, при этом в костном матриксе вытесняется кальций, часть свинца проникает в почки, вызывая повреждение митохондрий органа. Токсичные элементы способны вызывать повреждение генетического аппарата клеток [1]. Исследования зарубежных авторов показывают, что комбинированное воздействие низких доз свинца и кадмия на организм проявляет выраженный синергический кумулятивный эффект, приводящий к нарушению биохимических и физиологических показателей крови и обладает цитотоксическим и генотоксическим свойствами, провоцируя нарушение метаболизма в костной ткани. Многогранный характер совместного токсического влияния кадмия и свинца наиболее сильно отражается на работе почек, печени и репродуктивной системы, которые служат органами-мишенями для этих элементов [4].

Заключение. Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют, что в грибах, произрастающих в лесах парка Кумысная поляна города Саратова, свинец и кадмий являются наиболее значимыми токсичными элементами, которые могут вызывать неблагоприятное воздействие на организм людей, как по отдельности, так и сочетано. При этом наиболее склонны к кумуляции в себе этих токсичных элементов маслята и сыроежки.

Список литературы:

1. Ахполова В.О., Брин В.Б. Современные представления о кинетике и патогенезе токсического воздействия тяжелых металлов (обзор литературы) / В.О. Ахполова, В.Б. Брин // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т 27. № 1. С 55-61.

2. Доронин К. Доклад министра природных ресурсов и экологии Саратовской области Константина Доронина // Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. URL: https://minforest.saratov.gov.ru/?ELEMENT_ID=4819

3. О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2022 году. Саратов. 2023. 220 стр. // Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. URL: https://minforest.saratov.gov.ru/info/?SECTION_ID=65

4. Островская С.С., Шаторная В.Ф., Колосова И.И. Сочетанное воздействие свинца и кадмия на организм (обзор иностранной литературы) // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. 2014. Том 27 (66). № 3. С. 93-101.

5. Расширена площадь Кумысной поляны // СарБК Новости. URL: <https://news.sarbc.ru/main/2023/06/21/287109.html>.

6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 25 ноября 2022 года). М.: АО «Кодекс». 2022. С. 111-112.

UDC 546.4:635.8:543.2

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN GROWING WILD EDIBLE MUSHROOMS IN SARATOV

Vera S. Selikhova¹

graduate student

selihowa@mail.ru

Aleksandr V. Krasnikov²

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

krasnikov77@mail.ru

Ekaterina S. Krasnikova²

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

krasnikovaes77@yandex.ru

¹Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after

N.I. Vavilov

Saratov, Russia

Annotation. The scientific article is devoted to the problem of accumulation of heavy metals by growing wild edible mushrooms in the city. It has been shown that Pb, Cd, Hg and As are detected in such species of fungi as *Lactarius deliciosus*, *Leccinum scabrum*, *Suillus luteus*, *Paxillus involutus* and *Russula spp.* growing in the forests of the Kumysnaya Polyana Natural Park in Saratov. At the same time, the most pressing issue is the accumulation of Pb and Cd by mushrooms of the species *Suillus luteus* and *Russula spp.*

Keywords: edible mushrooms, heavy metals, cumulation.

Статья поступила в редакцию 12.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 22.03.2024.

The article was submitted 12.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.