

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В МЕДИЦИНЕ

TRACE ELEMENTS IN MEDICINE

Том 25

Июнь

June

Vol. 25

Вып. 2

2024

2024

No. 2

Москва • 2024 • Moscow

**Орган Российского общества медицинской элементологии
и Института микроэлементов ЮНЕСКО**
*Journal of the Russian Society of Trace Elements in Medicine
and Trace Element - Institute for UNESCO*

**Журнал основан и издается при поддержке
АНО «Центр биотической медицины»**
*Founded and supported by
ANO "Centre for Biotic Medicine"*

Номер выпущен в июне 2024
Published in June 2024

Международный научно-практический рецензируемый журнал
Издается с 2000 г. на русском и английском языках
*The journal is peer-reviewing
Issued since 2000 in Russian and English*

Журнал включен в перечень ВАК:

1.5.4. Биохимия (медицинские науки); 1.5.5. Физиология человека и животных (медицинские науки);
1.5.8. Математическая биология, биоинформатика (медицинские науки); 1.5.24. Нейробиология (медицинские науки); 3.3.3. Патологическая физиология (биологические, медицинские науки); 3.3.5. Судебная медицина (медицинские науки); 3.3.6. Фармакология клиническая фармакология (биологические науки); 3.3.8. Клиническая лабораторная диагностика (биологические, медицинские науки)

**Journal is accredited by Supreme Attestation Commission
of the Russian Federation:**

1.5.4. Biochemistry (medical sciences); 1.5.5. Physiology of humans and animals (medical sciences);
1.5.8. Mathematical biology, bioinformatics (medical sciences); 1.5.24. Neurobiology (medical sciences); 3.3.3. Pathological physiology (biological, medical sciences); 3.3.5. Forensic medicine (medical sciences); 3.3.6. Pharmacology, clinical pharmacology (biological sciences); 3.3.8. Clinical laboratory diagnostics (biological, medical sciences)

Журнал выходит 4 раза в год
The journal is quarterly

Адрес редакции:
105064 Москва, ул. Земляной Вал, 46, АНО ЦБМ
E-mail: journaltem@gmail.com
Факс: (495)936-01-38

Address:
105064 Moscow, Zemlyanoy Val str., 46, NGO CBM
E-mail: journaltem@gmail.com
Fax: (495)936-01-38

Подписано в печать 01.06.2024. Формат 60×90/8
Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12. Тираж 50 экз.

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ ЖУРНАЛА «МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В МЕДИЦИНЕ» !

25 лет тому назад на организованном нами на скорую руку научном семинаре по проблемам изучения значения микроэлементов для медицинской науки и здравоохранения, который проходил на базе клинического санатория им. Ф.Э. Дзержинского в Сочи, было принято решение о создании ОСОО «Российское общество медицинской элементологии» (РОСМЭМ). Участниками трехдневного семинара были представители клинической и экспериментальной медицины академик Н.А. Агаджанян (зав. кафедрой нормальной физиологии, РУДН им. Патриса Лумумбы), профессор А.Т. Быков (ныне член-корр. РАН, терапевт, зав. кафедрой восстановительной медицины, начальник санатория), И.А. Иванов (биофизик, радиолог, зам. директора Института биофизики им. А.И. Бурназяна) И.А. Рудаков (терапевт, один из основателей Российского гомеопатического общества), М.Д. Гаевый (зав. кафедрой фармакологии, Пятигорская государственная фармацевтическая академия), И.В. Радыш (профессор кафедры физиологии, РУДН им. Патриса Лумумбы), д.м.н. А.Ю. Бушманов (радиолог, в настоящее время профессор, зам. директора ФНЦ им. А.И. Бурназяна), к.м.н. М.В. Велданова (эндокринолог, менеджер АО Берлин-Хеми) и ряд других ученых и практикующих врачей, а организатором и председателем оргкомитета Ваш покорный слуга, тогда новоиспеченный д.м.н. А.В. Скальный.

В декабре 2000 г. вышел первый номер печатного органа РОСМЭМ журнала «Микроэлементы в медицине». Уже через год наше общество было принято в ряды членов Федерации европейских обществ по изучению микроэлементов в медицине (FESTEM), присоединившись к высокопрофессиональной команде объединений ученых из немецкоязычных, франкоязычных стран, Италии и Испании. Наше сотрудничество позволило ученым-медикам, биологам, фармацевтам, ветеринарам, экологам из России и ряда стран СНГ довольно быстро и на достойном уровне включиться в международный научный обмен и достичь хороших результатов, в том числе по публикационной и грантовой активности. В лучшие времена численность делегации очных участников важнейших международных форумов ТЕМА, FESTEM, ISTERH из числа членом РОСМЭМ достигала 25–50 участников, особенно, когда мы проводили эти форумы в Санкт-Петербурге. Важнейшим этапом в развитии научного направления биоэлементологии и научной школы медицинской элементологии, нутрициологии стало создание в 2003 г. по инициативе ректора Оренбургского государственного университета профессора Виктора Анатольевича Бондаренко первой в России кафедры нутрициологии и биоэлементологии, а через 5 месяцев – Института биоэлементологии, первого в мире. За 20 лет на Оренбуржье подготовлено более 150 кандидатов и докторов биологических, медицинских, сельскохозяйственных наук по этим направлениям, во многом благодаря наличию Института биоэлементологии и сплоченного вокруг него коллектива ученых (А.В. Скальный, С.В. Нотова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев и др.) в степях Оренбуржья, на перекрестке между Европой и Азией, был создан ФНЦ Биологических систем и агротехнологий РАН – один из флагманов российской аграрной науки. Поэтому закономерно, что все международные конференции «БИОЭЛЕМЕНТЫ» проходят именно в Оренбурге, на базе Оренбургского государственного университета (ОГУ), и именно здесь 2024 год провозглашен годом биоэлементологии.

Наиболее значимыми достижениями биоэлементологии и ее признанием как состоявшегося научного направления стали присуждение коллективу ученых во главе с членом-корреспондентом РАН, ректором ОГУ проф. Сергеем Александровичем Мирошниковым Премии Правительства РФ в области науки и техники (2023) и череда побед на ниве получения престижных научных грантов и мегагранта.

Особенно следует отметить тот факт, что предложенный нами проект НОЦ мирового уровня «Биоэлементология – арктический фудтех» является одним из лидеров конкурса Министерства высшего образования и науки России, поддержан Минвостокразвития страны и администрацией Сахалинской области, а также еще шестью регионами Дальнего Востока. Примечательно, что ядро потенциального НОЦ составляют научные и образовательные учреждения, в которых биоэлементология и медицинская элементология получили заметное развитие – это такие флагманы высшей школы, как

РУДН имени Патриса Лумумбы, Сеченовский университет, а также Ярославский, Оренбургский, Северо-Восточный университеты, Ханты-Мансийская медицинская академия и примкнувший к ним Сахалинский университет, научные центры, такие как ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН, Научный центр Арктика Дальневосточного отделения РАН, ФГБУ Научно-клинический центр токсикологии им. С.Н. Голикова ФМБА России.

Несмотря на тектонические геополитические сдвиги, члены РОСМЭМ продолжают достойно представлять нашу страну на международном уровне, в том числе на форумах, в редколлегиях журналов, в деятельности Института микроэлементов ЮНЕСКО, FESTEM, ISTERH, ТЕМА, Selenium seminars, усиленно развивая партнерство с коллегами из дружественных стран, в первую очередь КНР и Индии, Бразилии, Белоруссии, Азербайджана, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, ОАЭ, Саудовской Аравии, Монголии, не разрывая при этом контакты с учеными из стран Запада.

Дорогие коллеги и друзья, нам с Вами есть чем гордиться, мы заложили хороший фундамент для будущих поколений ученых и специалистов с широким и устремленным вперед, в будущее взглядом на мир и место человека в нем.

Желаю всему нашему сообществу дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности и каждому из нас здоровья и счастья!

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-1

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЫ РАСТЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ БИОРЕМЕДИАТОРОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Е.С. Алешина, Е.А. ДроздоваФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена возможность использования микроорганизмов прикорневой зоны растений в качестве микробных биоремедиаторов и стимуляторов роста растений. Такая возможность применения бактерий ризосферы путем инокуляции семян является хорошей альтернативой использования пестицидов. При этом внесение их в почву будет улучшать качество самой почвы, поскольку они являются продуцентами биологически активных веществ. В то же время выделенные микроорганизмы обладают способностью к естественной биоремедиации почв с явной антропогенной нагрузкой, загрязненных тяжелыми металлами. Такие микроорганизмы будут не только обладать функциями фитостимуляторов, но и биосорбентами тяжелых металлов, что позволит использовать их в сельском хозяйстве, садоводстве, лесоразведении и фиторемедиации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макро- и микроэлементы, биологически активные вещества, продуценты, микроорганизмы, биоремедиация, фиторемедиация.

Для цитирования: Алешина Е.С., Дроздова Е.А. Исследование роли микроорганизмов прикорневой зоны растений в качестве биоремедиаторов и стимуляторов роста растений. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):5–6. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-1.

ВВЕДЕНИЕ

Глобализация производственной деятельности человека приводит к активному загрязнению биосферы искусственными элементами, в частности почвы, как самого трудно восстанавливаемого ее компонента. Микробная ремедиация предполагает использование микроорганизмов для поглощения, осаждения, окисления и восстановления тяжелых металлов в почве. При этом микробиоремедиация, основанная на использовании ризобактерий, является перспективным направлением ввиду того, что ризобактерии способны прямо или косвенно приносить пользу растениям, в конечном счете, увеличивая их рост (Григорьева и др., 2015; Kennedy et al., 2004; Yilmaz, 2003; Ahalya et al., 2003).

Цель исследования – оценка влияния ризосферной части микробиоты, представленной бактериями рода *Bacillus*, на биоаккумуляцию железа почвы и рост, и развитие растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Десорбирование микроорганизмов с поверхности корней проводили посредством энергичного встряхивания в стерильной воде навески растительного материала (1–5 г в 100 мл воды). После экстракции микроорганизмов из ризосферной почвы растворы нагревали до 80 °С в течение 60 мин для уничтожения вегетативной флоры при сохранении спорообразующих бактерий и в дальнейшем использовали для посева на мясопептонный агар (МПА) методами Дригальского, разобщающегося штриха для получения отдельных колоний. Для выделенных микроорганизмов оценивали морфологические, культуральные и биохимические свойства. Определение устойчивости выделенных бактерий к металлу проводили методом агаровых лунок, а возможности аккумуляции – нефелометрическим методом. Для оценки влияния почвенных микроорганизмов на рост и развитие растений использовали семена растений, инокулированные выделенными ризосферными микроорганизмами. Применялись непараметрические процедуры обработки статистических совокупностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При высеве десорбированных микроорганизмов на МПА получено 186 ± 9 отдельных колоний, при оценки их морфологических, культуральных и биохимических свойств определено, что 8 полученных чистых культур – представители бактерий рода *Bacillus*.

Оценка их устойчивости и возможной биосорбционной активности показала, что только 3 из 8 штаммов могут выступать в качестве перспективных биоремедиаторов почв, загрязненных различными солями железа. Дальнейшие исследования их влияния на характеристики прорастания и биомассы исследованных растений показали выраженный стимулирующий эффект как на этапе прорастания, так и на этапе корнеобразования и формирования надземной части растения. При этом только две культуры выделенных микроорганизмов продемонстрировали выраженные стимулирующие свойства, что объясняется способностью почвенных микроорганизмов накапливать биологически активные вещества и тем самым стимулировать рост и развитие растений, способствовать разложению клетчатки и сложных органических веществ в доступные для растений соединения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценены возможности использования бактериальной ризофлоры в сельскохозяйственной практике. Инокуляция семян выделенными ризобактериями приводила к стимуляции роста растений, что выражалось в увеличении биомассы. При этом выделенные ризобактерии обладали способностью к биоаккумуляции соединений железа, что позволяет их использовать не только как альтернативу химическим удобрениям и пестицидам, но и в качестве бактериального биоремедиатора.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Григорьева Т.В., Хиляс И.В., Лайков А.В. Свойства бактерий, стимулирующих рост растений (plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR)). Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет. 2015. 19 с. [Grigorieva T.V., Hilyas I.V., Laikov A.V. Properties of bacteria that stimulate plant growth (plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR)). Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University. 2015. 19 p. (In Russ.)].

Ahalya N.D., Ramachandra T.V., Kanamadi R.D. Biosorption of heavy metals. *Research Journal of Chemistry and Environment*. 2003; 7(4): 234–243.

Yilmaz E. Ince Metal tolerance and biosorption capacity of *Bacillus circulans* strain EB1. *Research in Microbiology*. – 2003; 154(6): 409–415.

Kennedy I.R., Choudhury A., Kecskés M.L. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biology and Biochemistry*. 2004; 36(8): 1229–1244.

RESEARCH THE ROLE OF MICROORGANISMS IN THE ROOT ZONE OF PLANTS AS BIOREMEDIATORS AND PLANT GROWTH STIMULANTS

E.S. Aleshina, E.A. Drozdova

Orenburg State University,
Pr. Pobedy, 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The article evaluates the possibilities of using microorganisms in the root zone of plants as microbial bioremediators and plant growth stimulators. The possibility of using rhizosphere bacteria by seed inoculation is a good alternative to the use of pesticides. Moreover, introducing them into the soil will improve the quality of the soil itself, since they are producers of biologically active substances. At the same time, the isolated microorganisms have the ability to naturally bioremediate soils contaminated with heavy metals. This point is especially important for soils with obvious anthropogenic load. As a result, such microorganisms will not only have the functions of phytostimulants, but also biosorbents of heavy metals, which will allow their use in agriculture, horticulture, afforestation and phytoremediation.

KEYWORDS: macro- and microelements, biologically active substances, producers, microorganisms, bioremediation, phytoremediation

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-2

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭКСТРАКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Е.С. Алешина, Е.А. ДроздоваФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты оценки содержания массовой доли содержания сухого остатка, сырого жира, массовой доли сырого протеина, массовой доли магния, марганца, железа, кальция, массовой доли сахара, а также содержания витаминов С, А и Е в растительных экстрактах брусники (*Vitis-idaea folia*), чабреца (*Serpylli herba*), мяты перечной (*Menthae piperitae folia*), эвкалипта прутовидного (*Eucalypti viminalis folia*) и шалфея (*Salviae folia*). Полученные данные свидетельствуют о возможности использования растительных экстрактов или их композиций в различных рецептурах пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, что будет способствовать повышению в этих продуктах биологически активных веществ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, макроэлементы, витамины, растительные экстракты, брусника, чабрец, мята, эвкалипт, шалфей.

Для цитирования: Алешина Е.С., Дроздова Е.А. Оценка биологически значимых элементов в экстрактах растительного сырья. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):7–9. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-2.

ВВЕДЕНИЕ

К биологически значимым элементам относят химические элементы, которые необходимы живым организмам для нормальной жизнедеятельности. С каждым годом пытаются найти различные способы регулирования биологической ценности различных продуктов. Одним из возможных вариантов является введение в рецептуру продукта компонентов на основе экстрактов растительного сырья, поскольку они обладают высокой биологической ценностью (Patra et al., 2018; Chen et al., 2020; Aleшина et al., 2021; Damani et al., 2022), антиоксидантными свойствами, способностью к предотвращению различных патологических состояний, антимикробными и антипаразитарными свойствами. Особенностью таких растительных компонентов является увеличение срока годности продукта, что особенно важно в тех рецептурах, где принципиальным является натуральный состав продукта.

Цель работы – исследование биологически значимых элементов в экстрактах растительного сырья брусники, чабреца, мяты перечной, эвкалипта прутовидного и шалфея.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использовали листья брусники (*Vitis-idaea folia*), чабреца траву (*Serpylli herba*), мяты перечной листья (*Menthae piperitae folia*), эвкалипта прутовидного листья (*Eucalypti viminalis folia*) и шалфея листья (*Salviae folia*). Измельченное растительное сырье пропаривали на водяной бане, настаивали, вносили в колбу со стерильной дистиллированной водой. Дальнейший нагрев в СВЧ-поле чередовали с охлаждением. На заключительном этапе полученный экстракт фильтровали с использованием обеззоленных фильтров.

В экстрактах растительного сырья оценивали массовую долю содержания сухого остатка, сырого жира, массовую долю сырого протеина, массовую долю магния, марганца, железа, кальция, массовую долю сахара, содержание витаминов С, А и Е. Определение массовой доли содержания протеина проводили путем расчета массовой доли азота с последующим пересчетом на массовую долю сырого протеина. Массовую долю содержания сырого жира определяли на аппарате Сокслета. Экстракция сахаров, их гидролиз, дегидратация, определение значения оптической плотности позволяла оценить массовую долю содержания сахара. Использование атомно-абсорбционного метода позволило провести количественное определение массовых долей макроэлементов Mg^{2+} , Ca^{2+} и микроэлементов Fe^{2+} , Mn^{2+} . Содержание витамина С определяли йодометрическим методом, содержание витаминов А и Е – методом жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Определение содержания массовой доли сухого остатка характеризует общее содержание растворенных нелетучих минеральных и органических соединений. Растительный экстракт *Vitis-idaea folia* содержал $45,5 \pm 2,3$ г/дм³ сухого остатка, содержание в других исследованных экстрактах было в 2,4 и 2,9 раза больше, чем в *Serpylli herba* и *Salviae folia* соответственно и в 4,1 и 4,3 раза больше, чем в *Menthae piperitae folia* и *Eucalypti viminalis folia*.

Содержание доли сырого протеина в растительных экстрактах составило $7,13 \pm 0,3$, $5,63 \pm 0,3$, $4,31 \pm 0,2$, $4,17 \pm 0,2$ и $3,86 \pm 0,2\%$ для *Serpylli herba*, *Menthae piperitae folia*, *Vitis-idaea foli*, *Salviae folia* и *Eucalypti viminalis folia* соответственно. Растительный экстракт *Vitis-idaea folia* характеризовался наибольшим содержанием массовой доли сырого жира, в то время как в экстрактах *Serpylli herba* и *Salviae folia* варьировала в пределах 1,5–1,8%. Наименьшее же значение содержания сырого жира обнаружено у растительного экстракта *Menthae piperitae folia*. Содержание сахаров в растительных экстрактах *Menthae piperitae folia* и *Salviae folia* достоверно не отличались между собой, наибольший показатель зафиксирован для *Vitis-idaea folia*.

Содержание макроэлементов Mg^{2+} , Ca^{2+} в растительном экстракте *Vitis-idaea folia* составило соответственно $224 \pm 10,8$ и $394 \pm 3,86$ мг/кг, в *Salviae folia* – $152 \pm 7,4$ и $173 \pm 8,2$ мг/кг, в *Serpylli herba* – $92 \pm 0,9$ и $213,3 \pm 10,3$ мг/кг, в *Menthae piperitae folia* – $110 \pm 6,1$ и $196,5 \pm 9,2$ мг/кг, в *Eucalypti viminalis folia* – $124 \pm 6,2$ и $125,3 \pm 6,8$ мг/кг. Содержание Mn^{2+} варьировало в достаточно широких пределах, максимальные значения зафиксированы для *Salviae folia* и *Serpylli herba*, а минимальные – для *Eucalypti viminalis folia*. Вместе с тем экстракты *Menthae piperitae folia* и *Salviae folia* характеризовались высокими значениями массовой доли железа, а экстракт *Vitis-idaea folia* содержал почти в 6 раз меньшее содержание Fe^{2+} по сравнению с этими экстрактами.

Во всех исследованных образцах растительных экстрактов зафиксированы значения содержания витамина А, которые достоверно друг от друга не отличались и составляли $0,2 \pm 0,01$ мг/кг. По содержанию витамина Е разброс в значениях оказался достаточно большим, и если в образце *Serpylli herba* его концентрация достигала $61,6 \pm 0,5$ мг/кг, то в *Menthae piperitae folia* всего лишь $4,65 \pm 0,02$ мг/кг. Содержание в остальных экстрактах было $36,4 \pm 0,3$, $24,3 \pm 0,3$, $14,2 \pm 0,4$ мг/кг для *Eucalypti viminalis folia*, *Salviae folia* и *Vitis-idaea folia* соответственно. Содержание массовой доли витамина С в исследованных экстрактах характеризовалось достаточно широким диапазоном значений и составило для *Serpylli herba* $1583 \pm 71,9$, *Salviae folia* – $316,8 \pm 18,9$, *Menthae piperitae folia* – $312,3 \pm 17,4$, *Vitis-idaea folia* – $132 \pm 5,3$ и *Eucalypti viminalis folia* – $57,2 \pm 2,6$ мг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определено содержание некоторых компонентов растительного сырья брусники (*Vitis-idaea folia*), чабреца (*Serpylli herba*), мяты перечной (*Menthae piperitae folia*), эвкалипта прутовидного (*Eucalypti viminalis folia*) и шалфея (*Salviae folia*). Экстракт растительного сырья *Vitis-idaea folia* превосходил по количественному содержанию сухого остатка, сырого протеина, сырого жира, сахара. Определение микро- и макроэлементного состава также вывело на первое место по их количественному содержанию именно *Vitis-idaea folia*. По содержанию витаминов наибольшей ценностью обладали растительные экстракты *Serpylli herba* и *Menthae piperitae folia*. Полученные данные позволяют рекомендовать исследованные экстракты как компоненты рецептуры в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Patra J.K., Das G., Lee S., et al. Selected commercial plants: A review of the extraction and isolation of bioactive compounds and their pharmacological market value. Trends in Food Science & Technology. 2018; 2: 89–109.
- Chen Y., Wen J., Deng Z., et al. Effective utilization of food wastes: Bioactivity of grape seed extraction and its application in the food industry. Journal of Functional Foods. 2020; 73: 104–113.
- Aleshina E.S., Drozdova E.A. Origanum vulgare and milk whey as components of a new functional drink. Trace element in medicine. 2021; (S 1): 7–8.
- Damani Z., Topi D. Application of Plant Extracts in the Food and Pharmaceutical Industry. Research & Development in Material Science. 2022; 16(4): 590–593.

ASSESSMENT OF BIOLOGICALLY SIGNIFICANT ELEMENTS IN EXTRACTS OF PLANT RAW MATERIALS

E.S. Aleshina, E.A. Drozdova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University",
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The work presents the results of assessing the content of the mass fraction of dry residue, crude fat, mass fraction of crude protein, mass fraction of magnesium, manganese, iron, calcium, mass fraction of sugar, content of vitamins C, A and E. in plant extracts of lingonberry *Vitis-idaea folia*, thyme *Serpylli herba*, peppermint *Menthae piperitae folia*, eucalyptus *Eucalypti viminalis folia* and sage *Salviae folia*. The data obtained actualize the possibility of using plant extracts or their compositions in various formulations in the food, pharmaceutical and cosmetic industries, which will help to increase biologically active substances in these products.

KEYWORDS: microelements, macroelements, vitamins, plant extracts, lingonberry, thyme, mint, eucalyptus, sage.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-3

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА И СТРУКТУРНОГО МИКРОБИОМА КИШЕЧНИКА РЫБ НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН РАЗЛИЧНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК

**М.С. Аринжанова¹, Е.П. Мирошникова², А.Н. Сизенцов²,
А.Е. Аринжанов², Ю.В. Килякова²**

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13

РЕЗЮМЕ. Цель работы – оценка взаимосвязи элементного статуса и структурного микробиома кишечника рыб на фоне введения в рацион карпа (*Cyprinus carpio*) УДЧ SiO₂ и комплекса незаменимых аминокислот. Анализ корреляционной зависимости основных филогенетических групп структурного микробиома кишечника с показателями элементного статуса подопытных рыб показал взаимосвязь между содержанием фосфора, калия, кальция и натрия. Установлена достоверно значимая прямая зависимость между содержанием эссенциальных и условно-эссенциальных элементов с *Proteobacteria*, *Fusobacteria*, *Campilobacterota*, *Bacteroidetes*, *Deinococcus-Thermus*, *Firmicutes* и *Campilobacterota*. Анализ корреляционной зависимости между накоплением токсичных элементов в теле карпа с индигенной микрофлорой кишечника также выявил прямую зависимость с *Spirochaetes*, *Actinobacteria* и *Verrucomicrobia*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кормление рыб, микроэлементы, микробиом, аминокислоты

Для цитирования: Аринжанова М.С., Мирошникова Е.П., Сизенцов А.Н., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Оценка взаимосвязи элементного статуса и структурного микробиома кишечника рыб на фоне введения в рацион различных биологически активных добавок. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):9–11. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-3.

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение основных требований Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации по повышению целевого показателя удельного веса отечественной продукции предопределяет реализацию целого ряда мер по развитию отечественной аквакультуры (Труба, 2023), которое невозможно без разработки новых способов управления метаболизмом с помощью различных биологически активных кормовых добавок (Матросова и др., 2023). Цель работы – оценить взаимосвязь элементного статуса и структурного микробиома кишечника рыб на фоне введения в рацион рыб УДЧ SiO₂ и комплекса незаменимых аминокислот (КНА).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ в течение 56 суток. Сформированы 4 группы рыб (*Cyprinus carpio*), различающихся особенно-

стями кормления: контрольная группа получала основной рацион, а опытные группы дополнительно включали биодобавки: I – УДЧ SiO₂ (доза 200 мг/кг корма), II – КНА (аргинин (доза 25 г/кг корма), лизин (21 г/кг) и метионин (10 г/кг корма)), III – УДЧ SiO₂ + КНА. Содержание в тканях рыб химических элементов исследовали в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва). Исследование микробиома кишечника рыб выполнено в ЦКП «Персистенция микроорганизмов» ИКВС УрО РАН (г. Оренбург).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ корреляционной зависимости основных филогенетических групп структурного микробиома кишечника с показателями элементного статуса подопытных рыб свидетельствует о достоверной положительной взаимосвязи при включении в рацион рыб исследуемых кормовых добавок между содержанием фосфора и *Spirochaetes*, *Actinobacteria* ($p < 0,01$), калия с *Firmicutes*, *Verrucomicrobia* ($p < 0,05$), кальция с *Firmicutes*, *Campilobacterota*, *Bacteroidetes* и *Deinococcus-Thermus* ($p < 0,01$), натрия с *Fusobacteria* ($p < 0,01$). Достоверно значимая прямая зависимость установлена между содержанием кремния, железа, бора и лития с *Proteobacteria* и *Fusobacteria* ($p < 0,01$), цинка с *Campilobacterota*, *Bacteroidetes* и *Deinococcus-Thermus* ($p < 0,01$), йода с *Bacteroidetes* и *Deinococcus-Thermus* ($p < 0,01$), марганца с *Firmicutes* и *Campilobacterota* ($p < 0,01$), ванадия с *Campilobacterota*, *Bacteroidetes* и *Deinococcus-Thermus* ($p < 0,01$), кобальта с *Fusobacteria* ($p < 0,01$). Анализ корреляционной зависимости между накоплением токсичных элементов в теле карпа с индигенной микрофлорой кишечника выявил прямую зависимость между содержанием алюминия и мышьяка с *Proteobacteria* и *Fusobacteria* ($p < 0,01$), стронция с *Firmicutes*, *Campilobacterota*, *Bacteroidetes* *Deinococcus-Thermus* ($p < 0,01$) и *Actinobacteria* ($p < 0,05$), свинца с *Spirochaetes* и *Actinobacteria* ($p < 0,01$), кадмия и олова с *Fusobacteria* ($p < 0,01$), ртути с *Proteobacteria*, *Fusobacteria* и *Verrucomicrobia* ($p < 0,01$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о взаимосвязи структурного микробиома кишечника рыб с показателями элементного статуса на фоне введения в рацион карпа УДЧ SiO₂ и комплекса незаменимых аминокислот.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-76-10054).

ЛИТЕРАТУРА

Труба М.А. Концептуальное видение перспектив развития организационно-экономического механизма развития пресноводной аквакультуры в России. Вопросы рыболовства. 2023; 24(2): 183–188.

Матросова И.В., Панчишина Е.М., Политаева А.А., Корниенко Н.Л. Оптимизация подходов при разработке микробиологических кормов для аквакультуры. Рыбное хозяйство. 2023; 6: 122–126.

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP OF THE ELEMENTAL STATUS AND STRUCTURAL MICROBIOME OF THE FISH GUT AGAINST THE INTRODUCTION OF VARIOUS BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES TO THE DIETS

M.S. Arinzhanova², E.P. Miroshnikova¹, A.N. Sizentsov¹,
A.E. Arinzhanov¹, Y.V. Kilyakova¹,

¹ Orenburg State University, 13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvarya St. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The purpose of this work is to evaluate the relationship between the elemental status and the structural microbiome of fish intestines against the background of the introduction of UDP SiO₂ and essential amino acids complex into the diet of carp (*Cyprinus carpio*). The analysis of correlation dependence of the main phylogenetic groups of the intestinal structural microbiome with the indicators of the elemental status of experimental fish showed the relationship between the content of phosphorus, potassium, calcium and sodium. A significantly significant direct

correlation between the content of essential and conditionally essential elements with *Proteobacteria*, *Fusobacteria*, *Campilobacterota*, *Bacteroidetes*, *Deinococcus-Thermus*, *Firmicutes* and *Campilobacterota* was established. Analysis of the correlation relationship between the accumulation of toxic elements in the carp body with indigenous intestinal microflora also revealed a direct relationship with *Spirochaetes*, *Actinobacteria* and *Verrucomicrobia*.

KEYWORDS: fish feeding, micronutrients, microbiome, amino acids

REFERENCES

Truba M.A. Conceptual vision of the development prospects of the organizational and economic mechanism of development freshwater aquaculture in Russia. *Problems of Fisheries*. 2023; 24(2): 183–188. (In Russ.)

Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. Optimization of approaches in the development of micro-biological feed for aquaculture. *Fisheries*. 2023; 6: 122–126. (In Russ.)

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-4

ПРООКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ТИТАНА ПРИ ВЫСОКИХ ДОЗИРОВКАХ (НА МОДЕЛИ *DANIO RERIO*)

А.Е. Аринжанов¹, Е.П. Мирошникова¹, Ю.В. Килякова¹, М.С. Аринжанова²

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29

РЕЗЮМЕ. В работе представлены результаты исследований прооксидантного действия ультрадисперсных частиц (УДЧ) титана при высоких дозировках (0,06–6 мг/дм³). В качестве тест-объекта использовали рыб *Danio rerio*. На 14-е сутки эксперимента наблюдалось снижение содержания малонового диальдегида (МДА). Увеличение сроков экспозиции привело к усилению продукции МДА, а также к снижению активности супероксиддисмутазы (СОД) во всех группах по сравнению с началом эксперимента, но при этом в опытных группах показатель СОД был выше контроля в 2,5 раза. Анализ активности каталазы показал существенное ее увеличение в течение всего срока экспозиции во всех опытных группах по сравнению с контролем. В конце эксперимента зафиксирована максимальная активность каталазы. Этот результат можно рассматривать как адаптационно-приспособительную реакцию организма на развитие оксидативного стресса, что подтверждает токсический эффект УДЧ титана при высоких дозировках.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: титан, ультрадисперсные частицы, токсичность.

Для цитирования: Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Аринжанова М.С. Прооксидантное действие ультрадисперсных частиц титана при высоких дозировках (на модели *Danio rerio*). *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):11–12. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-4.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нанотехнологии развиваются быстрыми темпами и тем самым создают опасность загрязнения водной среды. Установлено, что ультрадисперсные частицы (УДЧ) металлов способны вызывать у гидробионтов окислительный стресс. Например, УДЧ ZnO увеличивают токсическую нагрузку в печени костистых рыб посредством митохондриально-зависимых путей, а также индуцируют накопление липидов, низкий липолиз и активирует митофагию (Chen et al., 2022).

Ц е л ь р а б о т ы – определение биологических эффектов ультрадисперсных частиц титана при высоких дозировках в водной среде на модели *Danio rerio*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве тест-объекта использовали рыб *Danio rerio*. Ультрадисперсные частицы титана (d = 60–80 нм) получены методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона. В рамках исследований были сформированы 4 группы (n=15): контроль, I опытная – УДЧ Ti, доза 0,06 мг/дм³, II опытная – УДЧ Ti, доза 0,6 мг/дм³ и III опытная – УДЧ Ti, доза 6 мг/дм³. Ультрадисперсные частицы после диспергирования вводили с кормом в форме лиозолей (личинки комаров *Chironomidae*) каждые 7 суток, в контроль УДЧ Ti не добавляли. Продолжительность эксперимента – 84 суток. Активность ферментов определяли в ЦКП ФНЦ БСТ РАН (<https://цкп-бст.рф>) по стандартным методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На 14-е сутки эксперимента контакт рыб с УДЧ Ti сопровождался снижением содержания МДА во всех опытных группах по сравнению с контролем в 3–6 раза. Увеличение сроков экспозиции привело к усилению продукции МДА и, следовательно, к активизации перекисного окисления липидов. Так, на 84-е сутки в I и III группах концентрация МДА была ниже контроля в 2 раза, а во II группе находилась на одном уровне. Анализ активности ферментов антиоксидантной защиты рыб показал на 14-е сутки повышение СОД в I и II группах на 50,2 и 23,1% соответственно. В III группе, при максимальной дозе, констатировали снижение СОД на 39,4% относительно контроля. Увеличение сроков экспозиции привело к снижению СОД во всех группах по сравнению с началом эксперимента, но при этом в опытных группах СОД был выше контроля в 2,5 раза. Снижение активности СОД к концу эксперимента вполне ожидаемо и свидетельствует об ингибировании активности фермента при хроническом воздействии УДЧ. Анализ активности каталазы показал существенное ее увеличение в течение всего срока экспозиции во всех опытных группах по сравнению с контролем, при этом к концу экспозиции была зафиксирована максимальная ее активность – выше контроля в 11–12 раз. Полученный результат можно рассматривать как адаптационно-приспособительную реакцию организма на развитие оксидативного стресса, что подтверждает токсический эффект УДЧ при высоких дозировках (Bagirov et al., 2019).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, контакт рыб с УДЧ титана при высоких дозировках приводит к активизации системы антиоксидантной защиты организма в ответ на образование свободных радикалов. Хроническое воздействие и высокие дозы истощают антиоксидантную систему организма на фоне гиперпродукции свободных радикалов при окислительном стрессе.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-76-10054).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Bagirov V.A., Miroshnikova E.P., Sizova E.A., et al. Intestinal Microbiocenosis Disorders in *Danio rerio* (Hamilton, 1882) and Inhibition of Protective Mechanisms under Nickel-Containing Nanoparticle-Induced Effects. *Inland Water Biology*. 2019; 12(1): 115–123.

Chen G.H., Song C.C., Zhao T., et al. Mitochondria-Dependent Oxidative Stress Mediates ZnO Nanoparticle (ZnO NP)-Induced Mitophagy and Lipotoxicity in Freshwater Teleost Fish. *Environ Sci Technol*. 2022; 56(4): 2407–2420.

PROOXIDANT EFFECT OF ULTRAFINE TITANIUM PARTICLES AT HIGH DOSES (ON THE MODEL OF *DANIO RERIO*)

A.E. Arinzhanov¹, E.P. Miroshnikova¹, Y.V. Kilyakova¹, M.S. Arinzhanova²

¹ Orenburg State University,
13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
9 Yanvary St. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The paper presents the results of studies of the prooxidant effect of titanium ultradisperse particles (UDP) at high dosages (0.06–6 mg/dm³). *Danio rerio* fish were used as a test subject. On the 14th day of the experiment a decrease in malonic dialdehyde (MDA) content was observed. Increasing the exposure time resulted in increased MDA production, as well as a decrease in superoxide dismutase (SOD) activity in all groups compared to the beginning of the experiment, but at the same time in the experimental groups SOD was higher than the control by 2.5 times. Analysis of catalase activity showed its significant increase during the whole period of exposure in all experimental groups compared to the control, and at the end of the experiment the maximum activity of catalase was recorded, which can be considered as an adaptive response of the organism to the development of oxidative stress, which confirms the toxic effect of UDP Ti at high doses.

KEYWORDS: titanium, ultrafine particles, toxicity.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-5

УРОВНИ ТОКСИЧНЫХ МИКРО- И УЛЬТРАМИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ У СТУДЕНТОВ РУДН ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ ИЗ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И БЛИЖНЕГО ВОСТОКА В ПЕРИОД АДАПТАЦИИ К УЧЕБЕ

Е.Ю. Афанасьева^{1,2}, С.А. Пилтакян¹, С.Е. Николаев¹, А.Р. Грабеклис¹

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

² ФГБУ «НМИЦ кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Минздрава России, Россия, 121552, Москва, ул. Академика Чазова, 15а

РЕЗЮМЕ. Установлены различия элементных профилей студентов РУДН первого года обучения из стран Центральной Азии и Ближнего Востока в период адаптации к учебе. Сравнительный элементный портрет студентов из двух регионов характеризуется в 2,3–7,3 раза более высокими уровнями элементов U, Sr, Ag, Pd, Ba, Cd и в 1,5–3 раза более низким содержанием элементов La, Cs, Zr, Sb, Hg, Tl, W в волосах учащихся из стран Центральной Азии при сопоставлении с данными по Ближнему Востоку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: студенты, элементный статус, уран, лантан, адаптация.

Для цитирования: Афанасьева Е.Ю., Пилтакян С.А., Николаев С.Е., Грабеклис А.Р. Уровни токсичных микро- и ультрамикроэлементов в волосах у студентов РУДН первого года обучения из стран Центральной Азии и Ближнего Востока в период адаптации к учебе. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):13–15. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-5.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие элементный статус, или элементный портрет, как определенных групп населения различных территорий, так и конкретного человека, стало уже привычным в медицине и экологии (Скальный, 2019). Период накопления и обобщения результатов исследований активно продолжается (Киричук, 2019; Рахманин, 2020г). Элементный статус населения в значительной степени отражает особенности геохимических условий проживания (Тармаева, 2019), а при миграции постепенно изменяется в связи с процессами адаптации к новым условиям жизни.

Цель исследования – установить отличия элементных профилей по содержанию токсичных элементов в волосах у студентов РУДН первого года обучения из стран Центральной Азии (ЦА) и Ближнего Востока (БВ) в период адаптации к учебе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 1 сентября 2022 г. по 1 января 2023 г. проведено исследование элементного статуса 230 студентов первого года обучения, в возрасте 18–26 лет, проживавших ранее в ЦА (170 чел.) и БВ (60 чел.). Средний возраст обследуемых $22,7 \pm 3$ года. Гендерного различия в группах сравнения не учитывали. Исследования проведены в полном соответствии с этическими стандартами, обозначенными в Хельсинской декларации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека» (1965), и ее более поздними правками (Приказ Минздрава РФ № 266 от 2003 г.). Количественное определение химических элементов в волосах студентов проведено в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) по стандартной методике (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). Статистическую обработку данных выполняли с использованием программного пакета Statistica 10.0 (StatSoft Inc., 2011) для OS Windows и Microsoft Excel для Microsoft Windows. Распределение данных о содержании химических элементов не являлось гауссовским в соответствии с результатами теста Шапиро–Уилка. В связи с этим в качестве описательных статистик использовали значения медианы и квартилей. Оценку достоверности групповых различий проводили с применением U-критерия Манна–Уитни. Для всех статистических тестов уровень достоверности определяли как $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате исследования выявлены различия в медианных значениях уровней 13 элементов токсичных микро- и ультрамикроэлементов в волосах обследуемых (табл. 1, 2).

Таблица 1. Содержание (мкг/г) токсичных микро- и ультрамикроэлементов в волосах студентов ЦА и БВ (превышение уровней элементов у студентов из ЦА)

Элемент	ЦА	БВ	Достоверность
Ba	1,099 (0,511–2,388)	0,702 (0,422–1,655)	$p > 0,1$
Cd	0,028 (0,012–0,065)	0,017 (0,005–0,048)	$p < 0,05$
Pd	0,008 (0,004–0,022)	0,004 (0,001–0,014)	$p = 0,059$
Sr	4,27 (2,30–10,55)	1,83 (0,86–5,51)	$p < 0,05$
Ag	0,047 (0,017–0,113)	0,023 (0,015–0,083)	$p > 0,1$
U	0,189 (0,034–0,397)	0,026 (0,014–0,041)	$p < 0,001$

Примечание: здесь и в табл. 2 данные представлены в виде Me (q1 – q3), где Me – медиана, q1 – нижний квартиль, q2 – верхний квартиль.

Таблица 2. Содержание (мкг/г) токсичных микро- и ультрамикроэлементов в волосах студентов ЦА и БВ (понижение уровней элементов у студентов из ЦА)

Элемент	ЦА	БВ	Достоверность
Hg	0,0005 (0,0004 – 0,0009)	0,0008 (0,0005–0,001)	$p > 0,1$
Sb	0,014 (0,011–0,025)	0,023 (0,013–0,041)	$p < 0,05$
Tl	0,0005 (0,0004–0,0009)	0,0008 (0,0005–0,002)	$p = 0,066$
Zr	0,039 (0,026 – 0,074)	0,075 (0,043–0,182)	$p < 0,05$
Cs	0,0006 (0,0003–0,001)	0,001 (0,0005–0,002)	$p > 0,1$
W	0,003 (0,002–0,005)	0,0036 (0,002–0,004)	$p > 0,1$
La	0,004 (0,002–0,008)	0,012 (0,005–0,028)	$p < 0,05$

Из полученных данных следует, что в волосах студентов из Центральной Азии по сравнению со студентами из Ближнего Востока наблюдается значительно более высокое содержание урана (выше в 7,3 раза), стронция, серебра и палладия (в 1,8–2,3 раза) при более низком содержании лантана (ниже в 3 раза), циркония, сурьмы, цезия (в 1,6–1,9 раза), вольфрама, ртути, таллия (в 1,5 раза).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поскольку регионы ЦА и БВ значительно различаются по климатическим и географическим условиям, количеству и разнообразию ископаемых минералов, различия элементных портретов учащихся из этих регионов, по-видимому, отражает эти факторы.

ЛИТЕРАТУРА

Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения –перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга *Микроэлементы в медицине*. 2028; 19(1): 5–13.

Рахманин Ю.А., Киричук А.А., Скальный А.А., Тиньков А.А., Чижов А.Я., Скальный А.В. Особенности содержания токсичных металлов в волосах студентов-иностранцев, обучающихся в РУДН. *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (7): 733–737.

Киричук А.А., Грабеклис А.Р. Особенности элементного состава волос студентов из различных регионов мира. Материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации». РУДН. 2019. С. 107–109.

LEVELS OF TOXIC MICRO- AND ULTRAMICROELEMENTS IN HAIR OF RUDN UNIVERSITY FIRST-YEAR STUDENTS FROM CENTRAL ASIA AND THE MIDDLE EAST DURING THE PERIOD OF ADAPTATION TO STUDY

E.Yu. Afanasyeva^{1,2}, S.A. Piltakyan¹, S.E. Nikolaev¹, A.R. Grabeklis¹

¹ Peoples Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Mikluho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russian Federation

² National Medical Research Center of Cardiology named after academician, E.I. Chazov, Ministry of Health of Russia, Akademika Chazova str. 15a, Moscow, 121552, Russian Federation

ABSTRACT. Differences in the elemental profiles of RUDN students of the first year of study from the countries of Central Asia and the Middle East during the period of adaptation to study were established. The comparative elemental portrait of students from two regions is expressed in 2.3–7.3 times higher levels of the elements U, Sr, Ag, Pd, Ba, Cd and a 1.5–3 times lower content of the elements La, Cs, Zr, Sb, Hg, Tl, W in hair of students from Central Asian countries when compared with data from the Middle East.

KEYWORDS: students, elemental status, hair, uranium, lanthanum, adaptation.

REFERENCES

Skalny A.V. Evaluation and correction of elemental status of the population as perspective direction of national healthcare and environmental monitoring. *Trace Elements in Medicine*. 2018; 19(1): 5–13.

Rakhmanin Yu.A., Kirichuk A.A., Skalny A.A., Tinkov A.A., Chizhov A.Ya., Skalny A.V. Specific patterns of hair content of toxic metal in foreign students of the peoples' friendship university of Russia (RUDN university). *Hygiene and sanitation*. 2020; 99 (7): 733–737.

Kirichuk A.A., Grabeklis A.R. Features of the elemental composition of the hair of students from different regions of the world. Materials of the XVIII All-Russian Symposium with international participation "Ecological and physiological problems of adaptation". RUDN. 2019. p. 107–109.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-6

ВЛИЯНИЕ АСПАРАГИНАТА ХРОМА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

О.В. Баранова¹, Е.В. Шейда^{1,2}, О.В. Кван^{1,2}, Э.Ф. Гатауллина¹

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460018, Оренбург, пр. Победы, 13

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты элементного анализа тканей и оценка обменных пулов химических элементов в головном мозге животных по 25 химическим элементам. Установлено нарушение минерального обмена как токсичных и эссенциальных, так и макроэлементов при включении в рацион аспарагината хрома. Экспериментальные исследования проводили на 80 белых крысах-самцах Wistar массой 110–120 г. Препарат вводили *per os*, замешивая в корм перед подачей животным, находящимся на стандартной диете. В соответствии с рекомендациями производителя и суточной потребности организма в хrome, были сформированы группы получавшие аспарагинат хрома в дозировках, соответствующих 100% потребности, на 50% ниже и на 50% выше суточной потребности в данном элементе, при этом дозы хрома составили 1,1; 0,6 и 1,7 мг/кг соответ-

ственно. У животных, получавших дополнительно с рационом аспарагинат хрома, в гиппокампе наблюдалось снижение концентрации эссенциальных макроэлементов, однако при этом отмечено и выведение токсичных элементов, в частности олова и кадмия. В головном мозге крыс при включении различных доз хрома выявлено накопление йода, кремния и магния. Таким образом, полученные в результате исследования данные свидетельствуют о перераспределении химических элементов в гиппокампе лабораторных животных в условиях дополнительного введения в рацион лабораторным животным органической формы хрома.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хром, аспарагинаты, элементный обмен, головной мозг, крысы.

Для цитирования: Баранова О.В., Шейда Е.В., Кван О.В., Гатауллина Э.Ф. Влияние аспарагината хрома на концентрацию химических элементов в головном мозге лабораторных животных. Микрорэлементы в медицине. 2024;25(2):15–18. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-6.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с высокими темпами развития промышленной деятельности велико наличие разнообразных удобрений для сельскохозяйственной деятельности, химических веществ, фармацевтических препаратов, а также промышленных отходов, загрязняющих окружающую среду, поэтому ксенобиотики встречаются практически везде, а значит, вероятность их попадания в организм всегда высокая (Naveen et al., 2021).

Химические элементы, такие как свинец, хром, железо, кобальт, медь, ртуть, таллий, сурьма, способны накапливаться в организме, проникая через пищеварительную систему. Многие из этих препаратов необходимы организму для его нормального функционирования, однако их содержание не должно превышать тысячной доли процента, а повышенное содержание таких препаратов в результате высокой дозы поступления или постепенного накопления приводит к негативным последствиям (Зинина, 2001).

Хром (Cr), как один из важнейших микроэлементов в организме человека, связан с активностью фактора толерантности к глюкозе; оказывает положительное влияние на непереносимость глюкозы и резистентность к инсулину (Ali et al., 2011); участвует в метаболизме глюкозы, липидов, белков и нуклеиновых кислот (Sharma et al., 2011; Vincent, 2019). Пиколинат хрома (CP) представляет собой разновидность органического хрома с хорошей стабильностью. CP оказывает влияние на снижение уровня глюкозы в крови, ослабление окислительного стресса, снижение уровня липидов в крови, улучшение сердечно-сосудистых заболеваний и способствует снижению веса (Sundaram et al., 2013; Tian et al., 2013; Khodavirdipour et al., 2020; Gossa et al., 2023; Moreira et al., 2023).

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – оценка элементного анализа тканей и обменных пулов химических элементов в головном мозге лабораторных животных при дополнительном включении в рацион аспарагината хрома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – органическая форма хрома (1 таблетка содержит хрома 0,2 мг., ООО «В-МИН», Московская область, Россия).

Биомоделями служили крысы-самцы Wistar массой 110–120 г., 80 голов. Животные содержались в условиях экспериментально-биологической клиники ФГБОУ ВО Оренбургского государственного университета на стандартной диете для лабораторных животных (ГОСТ Р 50258-92) согласно правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ (ГОСТ 3 51000.3-96).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества образцов.

Все животные были разделены на 4 группы ($n=20$). В соответствии с рекомендациями производителя и суточной потребности организма в цинке, были сформированы группы (I, II, III) получавшие хром в дозировках, соответствующих 100% потребности, на 50% ниже и на 50% выше суточной потребности в данном элементе, при этом дозы хрома составили 1,1; 0,6 и 1,7 мг/кг. Животные контрольной и опытной групп содержались на стандартном сбалансированном рационе. Препарат вводили *per os*, замешивая в корм перед подачей животным, кормление осуществляли однократно в сутки. Продолжительность опыта составила 28 дней.

Элементный анализ тканей головного мозга включал исследования по 25 химическим элементам (Al, As, Be, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Ti, V, I, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Se, Si, Zn) в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017 – 5.04.06). Озоление биосубстратов проводили с использованием микроволновой системы разложения MD-2000 (США). Оценку содержания элементов в полученной золе осуществляли с использованием масс-спектрометра Elan 9000 (Perkin Elmer, США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V (Perkin Elmer, США).

Статистическую обработку выполняли с использованием программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Анализ включал определение средней арифметической величины (M), стандартной ошибки средней (m). Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучение концентрации химических элементов в гипокампе крыс проведено на 28-е сутки экспериментального исследования. Выявлено, что содержание макроэлементов в опытных группах относительно контроля достоверно снижалось: уровень калия на 8,4–10,5% ($p \leq 0,05$) и фосфора – на 10,5–16,7% ($p \leq 0,05$). Концентрации кальция и натрия в опытных группах также имели тенденцию к снижению, а концентрация магния, напротив, увеличивалась на 3,5–6,2 %.

Отметим, что концентрация эссенциальных и условно эссенциальных элементов в опытных группах достоверно снижалась, так в I опытной группе наблюдалось достоверное снижение хрома в 4,1 раза ($p \leq 0,001$), железа на 22,4% ($p \leq 0,05$), никеля в 7,0 раза ($p \leq 0,001$) и ванадия в 3,0 раза ($p \leq 0,05$). Во II и III опытных группах отмечено максимальное снижение относительно контроля концентрации лития на 30,2 и 51,0% ($p \leq 0,05$), никеля на 85,7% и 82,4% ($p \leq 0,05$), ванадия на 64,6 и 66,2% ($p \leq 0,05$) соответственно.

Оценка концентрации токсичных элементов в гипокампе крыс опытных групп и контрольной показала достоверные различия в концентрации свинца, стронция и алюминия. Так, в опытных группах относительно контроля была достоверно ниже концентрация олова на 64,1–66,8% ($p \leq 0,001$) и кадмия на 14,3–20,4% ($p \leq 0,05$). Содержание алюминия было выше в гипокампе животных I и II опытных групп на 13,8 и 10,8% и в III группе на уровне с контрольными значениями. Концентрация стронция по отношению к контролю была превышена во II группе на 13,0%. Концентрация ртути и свинца в гипокампе крыс контрольной и опытных групп не имели различий.

На основании полученных данных был сформирован элементный профиль гипокампа лабораторных животных опытных групп. В числителе приведены элементы, концентрация которых повышена по сравнению с контролем, а в знаменателе – элементы, концентрация которых снижена по сравнению с контрольной группой:

I опытная группа = (\uparrow I, Si, Sr, Al, Mg)/(\downarrow Fe, Cr, Ni, V, Ca, K, Sn),

II опытная группа = (\uparrow I, Sr, Al, Si, Mg)/(\downarrow Li, Ni, V, Ca, Sn),

III опытная группа = (\uparrow I, Al, Si, Mg)/(\downarrow Ni, Li, V, Ca, Sn).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У животных, получавших дополнительно с рационом аспарагинат хрома в гипокампе, наблюдалось снижение концентрации макро-, эссенциальных элементов, однако при этом отмечено и выведение токсичных элементов, в частности в отношении олова и кадмия. В головном мозге крыс при включении различных доз хрома выявлено накопление йода, кремния и магния. Таким образом, полученные в результате исследования данные свидетельствуют о перераспределении химических элементов в гипокампе лабораторных животных в условиях дополнительного введения в рацион лабораторным животным органической формы хрома.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Naveen K., Arvind K., Binny M., et al. Agricultural activities causing water pollution and its mitigation – A review. 2021.

Зинина О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека. Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Хабаровск. 2001; 4: 99–105. [Zinina O.T. The influence of some heavy metals and trace elements on biochemical processes in the human body. Selected issues of forensic medical examination. Khabarovsk. 2001; 4: 99–105. (In Russ.)].

Ali A., Ma Y., Reynolds J., et al. Chromium effects on glucose tolerance and insulin sensitivity in persons at risk for diabetes mellitus. *Endocr. Pract.* 2011; 17: 16–25.

Vincent J.B. Effects of chromium supplementation on body composition, human and animal health, and insulin and glucose metabolism. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2019; 22: 483–489. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000604.

Sharma S., Agrawal R.P., Choudhary M., et al. Beneficial effect of chromium supplementation on glucose, HbA1C and lipid variables in individuals with newly onset type-2 diabetes. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2011; 25: 149–153. DOI: 10.1016/j.jtemb.2011.03.003.

Sundaram B., Aggarwal A., Sandhir R. Chromium picolinate attenuates hyperglycemia-induced oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2013; 27: 117–121. DOI: 10.1016/j.jtemb.2012.09.002.

Gossa Al-Saadde D.L., Haider A.M., Ali A., et al. The role of chromium supplementation in cardiovascular risk factors; a comprehensive review of putative molecular mechanisms. *Heliyon.* 2023; 9: e19826. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e19826.

Moreira R., Martins A.D., Alves M.G., et al. A comprehensive review of the impact of chromium picolinate on testicular steroidogenesis and antioxidant balance. *Antioxidants.* 2023; 12: 1572. DOI: 10.3390/antiox12081572.

Tian H., Guo X., Wang X., et al. Chromium picolinate supplementation for overweight or obese adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013; 11: CD010063. DOI: 10.1002/14651858.CD010063.pub2.

Khodavirdipour A., Haddadi F., Keshavarzi S. Chromium supplementation; negotiation with diabetes mellitus, hyperlipidemia and depression. *J. Diabetes Metab. Disord.* 2020; 19: 585–595. DOI: 10.1007/s40200-020-00501-8.

THE EFFECT OF CHROMIUM ASPARAGINATE ON THE CONCENTRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE BRAIN OF LABORATORY ANIMALS

O.V. Baranova¹, E.V. Sheida^{1,2}, O.V. Kvan^{1,2}, E.F. Gataullina¹

¹Orenburg State University,
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

²Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
January 9, 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The paper presents the results of an elemental analysis of tissues and an assessment of the metabolic pools of chemical elements in the brain of animals for 25 chemical elements and established a violation of the mineral metabolism of both toxic and essential and macronutrients when chromium asparaginate is included in the diet. Experimental studies were carried out on 80 white male Wistar rats weighing 110-120 g. The drug was administered per os, kneaded into the feed before serving to animals on a standard diet. In accordance with the manufacturer's recommendations and the daily requirement of the body for chromium, we formed groups receiving chromium asparaginate in dosages corresponding to 100% of the need, 50% lower and 50% higher than the daily requirement for this element, while chromium doses were 1.1, 0.6 and 1.7 mg/kg. In animals receiving chromium asparaginate in addition to the diet, a decrease in the concentration of macro-essential elements was observed in the hippocampus, however, the elimination of toxic elements, in particular with regard to tin and cadmium, was also noted. In the brain of rats, the accumulation of iodine, silicon and magnesium was noted when various doses of chromium were turned on. Thus, the data obtained as a result of the study indicate the redistribution of chemical elements in the hippocampus of laboratory animals under conditions of additional introduction of the organic form of chromium into the diet of laboratory animals.

KEYWORDS: chromium, asparagins, elemental metabolism, brain, rats.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-7

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЛБЯНОЙ МУКИ

А.В. Берестова, О.В. Баранова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13

РЕЗЮМЕ. В настоящее время в хлебопекарном и кондитерском производстве часто используется в качестве заменителя хлебопекарной муки полбяная мука – продукт переработки полбы, одной из разновидностей пшеницы. Полбяная мука имеет очень ценный химический состав, в том числе и микроэлементный, характеризуется высоким содержанием собственных сахаров, имеет хорошую газо- и сахарообразующую способность, обладает высокой водопоглощательной способностью, по сравнению с пшеничной хлебопекарной мукой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, полба, пищевые вещества, кондитерские изделия.

Для цитирования: Берестова А.В., Баранова О.В. Микроэлементный состав полбяной муки. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):18–20. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-7.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в хлебопекарном и кондитерском производстве часто используется в качестве заменителя хлебопекарной – полбяная мука, являющаяся продуктом переработки полбы, одной из разновидностей пшеницы. Полбяная мука имеет ценный химический состав, в том числе микроэлементный, характеризуется высоким содержанием собственных сахаров, имеет хорошую газо- и сахарообразующую способность, обладает высокой водопоглощательной способностью по сравнению с пшеничной хлебопекарной мукой. По технологическим свойствам приближается к муке, полученной из твердых сортов пшеницы, а по качеству превосходит муку пшеничную. Поэтому мука полбяная является ценным пищевым сырьем для использования на предприятиях пищевой промышленности, общественного питания и торговли для производства мучных композитных смесей, хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. Немаловажное значение на пищевую ценность изделий из полбяной муки оказывает ее макро- и микроэлементный состав (Богатырева и др., 2013).

Макро- и микроэлементы – это важный компонент сбалансированного рациона питания населения, так как без них невозможно течение многих биохимических процессов метаболизма (Берестова и др., 2021).

В муке полбяной отмечается повышенное по сравнению с пшеничной мукой содержание микро- и макроэлементов (таблица), в частности – калия, кальция, магния, фосфора, железа, марганца, меди и цинка (Астахов и др., 2015).

Потребление полбы и продуктов переработки из нее снижает угрозу возникновения микроэлементозов, желудочно-кишечных, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Роль полбы в снижении риска этих заболеваний человечества объясняется высоким, по сравнению с другими возделываемыми видами пшеницы, содержанием клетчатки в совокупности с микроэлементами.

Таблица 1. Макро- и микроэлементный состав муки, мг

Показатель	Мука пшеничная высшего сорта	Мука полбяная	Суточная потребность человека
<i>Макроэлементы</i>			
Калий	122	179,0	2500
Кальций	18,0	27,0	1000
Магний	16,0	54,0	400
Натрий	3,0	8,0	1300
<i>Микроэлементы</i>			
Железо	1,2	1,8	18
Марганец	0,57	2,98	2
Медь	100,0	205	1000
Селен	6,0	2,5	55
Цинк	0,7	1,51	12

Экспериментальные данные по реологии полбяного теста указывают на целесообразность использования продуктов сортового помола экологически чистого ядра зерна волжской полбы в качестве улучшителей структурно-механических и физико-химических свойств пшеничного и ржаного теста при условии разработки специальных режимов его замеса (Юков и др., 2005).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время продукты из полбы рекомендуются как полезная для здоровья пища, а площади ее возделывания увеличиваются благодаря высокой рыночной стоимости полбяного зерна. Таким образом, на основании проведенного анализа химического состава выявлен ряд преимуществ полбы перед пшеницей, что предопределяет целесообразность ее использования в качестве сырьевого источника хлебопекарного производства для повышения пищевой ценности продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

Богатырёва, Т.Г., Иунихина Е.В., Степанова А.В. и др. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий. Хлебопродукты. 2013; 2: 41–42.

Берестова А.В., Баранова О.В., Скальный А.В. Суперфуды Латинской Америки. Оренбург. 2021; 178 с.

Астахов И.Ю., Курочкин П.П., Игнатов Д.Д. Химический состав и технологические свойства полбяной муки. Инновационная техника и технология. 2015; 1(2): 59–62.

Юков В.В., Лихачева Е.И. Состав зерна волжской полбы. Хлебопродукты. 2005; 7: 26–27.

TRACE ELEMENT COMPOSITION OF SPELT FLOUR

A.V. Berestova, O.V. Baranova

Orenburg State University,
Pobedy ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. Currently, in the bakery and confectionery industry, spelt flour is very often used as a substitute for baking flour – a product of processing spelt, one of the varieties of wheat.

Spelt flour has a very valuable chemical composition, including trace elements, is characterized by a high content of its own sugars, has a good gas and sugar-forming ability, has a high water absorption capacity, compared with wheat baking flour.

KEYWORDS: trace elements, spelt, food substances, confectionery.

REFERENCES

Bogatyрева, T.G., Odnodikhina E.V., Stepanova A.V., et al. The use of spelt flour in the technology of bakery products. Bread products. 2013; 2: 41–42.

Berestova A.V., Baranova O.V., Skalsky A.V. Superfoods of Latin America. Orenburg, 2021; 178 p.

Astakhov I.Yu., Kurochkin P.P., Ignatov D.D. Chemical composition and technological properties of half-bottle flour. Innovative equipment and technologies. 2015; 1(2): 59–62.

Yukov V.V., Likhacheva E.I. Composition of grains of Volga spelt. Bread products in ducats. 2005; 7: 26–27.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-8

УСТАНОВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ

Е.В. Бибарцева, Е.С. Барышева

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, пр-кт Победы, 13.

РЕЗЮМЕ. Статья посвящена изучению элементного состава костной ткани трупов людей методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. Установлены различия в содержании отдельных химических элементов в зависимости от территории проживания. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ – это высокоскоростной, неразрушающий и высокоточный метод исследования материалов широкого класса, который позволяет идентифицировать более 70 химических элементов при полной сохранности зоны исследования объектов в любом агрегатном состоянии (кроме газа). Костная ткань отражает долгосрочное воздействие металлов, и это можно использовать для оценки воздействия металлов и содержания их в окружающей среде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биологически активные вещества, биохимическое действие, обмен веществ, костная ткань.

Для цитирования: Бибарцева Е.В., Барышева Е.С. Установление химического состава костной ткани в зависимости от экологического состояния среды. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):20–22. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-8.

ВВЕДЕНИЕ

Костная ткань является высокоспециализированной и является местом депонирования макро- и микроэлементов. Элементы выполняют важную роль при костном remodelировании и поступают с пищевыми продуктами, водой, воздухом (Герк и др., 2015). Таким образом, изучение элементного состава организма позволяет отразить геохимические особенности окружающей среды и может быть использовано в качестве идентификатора для криминалистической медицины.

К сожалению, в литературе отсутствуют данные относительно сравнительного состава различных по механической нагрузке длинных костей скелета и почти отсутствуют данные относительно корреляционного взаимодействия между различными биогенными элементами костного матрикса.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – определение наличия химических элементов в костной ткани, в зависимости от территории забора образцов (города Оренбург и Новотроицк).

Сформированы группы исследования: I группа ($n=10$) образцы из Оренбурга, II группа ($n=10$) образцы из Новотроицка.

Объектом исследования явились фрагменты костной ткани третьего ребра от 20 трупов. Материал взят от возрастной группы 41–50 лет, без учета пола.

Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ химических элементов в исследуемых образцах костной ткани проводили с помощью рентгеновского спектрометра «СПЕКТРОСКАН-МАКС G». Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате анализа содержания отдельных элементов в исследуемых костях были получены следующие данные.

Содержание цинка в исследуемых костях составляло в I группе ($8,7 \pm 0,9$) мг/г и во II группе ($9,3 \pm 0,8$) мг/г, что в 1,7 раза превышает допустимые значения. Ввиду физиологической роли цинка такая разница могла бы свидетельствовать о наличии более активных процессов ремоделирования, однако, исследуемые возрастные группы характеризуются замедлением этого процесса в изучаемых образцах. Результаты исследований авторов по определению природного и техногенного влияния факторов на состояние окружающей среды, содержание эссенциальных и токсичных микроэлементов в природных средах и здоровье человека широко представлены в научной литературе (Чикенёва, 2012; Сальникова и др., 2019).

В организме человека магний конкурирует с кальцием, что вызвано значительно близкими значениями ионных радиусов. Избыточные концентрации магния оказывают ингибирующее влияние на процессы кристаллизации гидроксилатапата. Он входит в состав патогенных биоминералов, замещая кальций в решетке гидроксилатапата (Баранов и др., 2020). В нашей работе наибольшая концентрация магния обнаружена во II группе, однако все значения находились в допустимых концентрациях, между группами не было статистически достоверной разницы.

Железо является кофактором для пролил- и лизилгидроксилазы, которые принимают участие в формировании коллагена костной ткани. Дефицит этого микроэлемента может приводить к повышению пористости кости, ухудшению биомеханических показателей (Makoto et al., 1991; Лантратова и др., 2016). По результатам исследования уровень железа почти в 1,5 раза был выше допустимой верхней границы, одинаково в обеих группах, что может свидетельствовать как о лучшем кровоснабжении губчатой кости, так и о высшем уровне метаболизма костей данного типа.

Эколого-геохимические исследования свидетельствуют о накоплении и превышении предельно допустимых концентраций ряда элементов в районах промышленных комплексов (Дубровская и др., 2010; Сальникова и др., 2016). Средние значения концентрации меди, близки к ПДК, но не превышают его, такие данные получены в ходе исследования содержания микроэлементов в почвах Оренбургских районов (Сальникова и др., 2016). Содержание кобальта не отличалось между группами и составило ($0,3 \pm 0,02$) мг/г. В костной ткани кадмий находился в следовом количестве и не был обнаружен.

Содержание свинца и никеля, которые являются токсичными элементами, показало их неравномерное накопление между группами. Среднее содержание никеля находилось в допустимых пределах нормы и не имело разницы между группами. Среднее содержание свинца в обеих группах достоверно превышало допустимую границу в I группе в 2,5 раза и в 2 раза во II группе. В образцах костей, принадлежащих проживавшим на территории Новотроицка, среднее содержание свинца достоверно выше, чем в I группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ элементного состава костей в изучаемых группах показал различия в микроэлементном составе в зависимости от территории, где в свое время проживали люди. Обнаружено, что в г. Новотроицке по сравнению с г. Оренбургом регистрируются более высокие достоверные концентрации свинца ($0,25 \pm 0,2$) и цинка ($9,25 \pm 0,82$), что, возможно, связано с наличием металлургической промышленности.

Корреляционный анализ полученных данных продемонстрировал преобладание в костной ткани слабых положительных корреляционных взаимодействий микроэлементов, тогда как отрицательные корреляционные взаимодействия выражены частично. Низкие значения корреляционных коэффициентов можно объяснить тем, что в норме костная ткань является достаточно стабильной системой. Поэтому последние можно использовать как нормативные показатели для последующего изучения взаимодействий между микроэлементами при различных патологических состояниях костной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов В.П. Использование спектроскопических методов анализа зольных остатков для выявления наличия костной ткани, при наличии данных о криминальном сжигании трупа / В. П. Баранов, С. В. Дрогобужская. Правда и Закон. 2020; 1(11): 46–56.
- Герк С.А., Голованова С.А. Элементный состав костной ткани человека в норме и при патологии. Вестник Омского университета. 2015; с. 39–44.
- Дубровская С.А., Мячина К.В. Оценка антропогенной трансформации почв на основе ГИС-технологий (на примере Орско-Новотроицкого промышленного узла). География и природные ресурсы. 2010; 1: 48–53.
- Лантратова А.Ю., Картабаева М.М. Сравнительный анализ содержания цинка и меди в костной ткани жителей Центрального и восточного Оренбуржья. Шаг в науку. 2016; 1.
- Сальникова Е.В., Мишукова Т.Г., Подрез Я.В., Сальников И.А. Сравнительный анализ содержания эссенциальных и токсичных микроэлементов на территории Оренбургской области. Современные научные исследования и инновации. 2016; 11.
- Сальникова Е.В., Бурцева Т.И., Скальный А.В. Региональные особенности содержания микроэлементов в биосфере и организме человека. Гигиена и санитария. 2019; 2.
- Чикенёва И.В. Исследование опасностей антропогенного влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла. Известия ОГАУ. 2012; 35–31.
- Makoto N., Masanori Ya., Masanobu K. Iron as a possible aggravating factor for osteopathy in itai-itai disease, a disease associated with chronic cadmium intoxication. Journal of Bone and Mineral Reseach. 1991; 6(3): 245–255.

DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BONE TISSUE IN DEPENDING ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT

E.V. Bibartseva, E.S. Barysheva

Orenburg State University,
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The article is devoted to the study of the elemental composition of the bone tissue of human corpses by X-ray spectral fluorescence analysis. It was determined that the content of specific chemical elements depends on the settlement area. X-ray spectral fluorescence analysis is a high-speed, a non-destructive and high-precision method for studying substances of a wide range. It enables to identify more than 70 chemical elements with complete preservation of the research area of objects in any aggregate state (except gas). Bone tissue reflects the long-term effects of metals, and this can be used to assess the effects of metals and their concentration in the environment.

KEYWORDS: biologically active substances, biochemical action, metabolism, bone tissue.

REFERENCES

- Baranov V.P., Drogobuzhskaya S.V. The use of spectroscopic methods of ash residue analysis to detect the presence of bone tissue, in the presence of data on criminal incineration of a corpse Truth and Law. 2020; 1(11): 46–56. (In Russ).
- Herk S.A., Golovanova O.A. The elemental composition of human bone tissue in normal and pathological conditions. Bulletin of Omsk University. 2015; 39–44. (In Russ).
- Dubrovskaya S.A., Myachina K.V. Assessment of anthropogenic soil transformation based on GIS technologies (on the example of the Orsko-Novotroitsky industrial hub). Geography and natural Resources. 2010; 1: 48–53. (In Russ).
- Lantratova A.Yu., Kartabaeva M.M. Comparative analysis of zinc and copper content in bone tissue of residents of Central and Eastern Orenburg region. A step into science. 2016; 1. (In Russ).
- Salnikova E.V., T. G. Mishukova, Ya. V. Podrez, I.A. Salnikov Comparative analysis of the content of essential and toxic trace elements in the territory of the Orenburg region. Modern scientific research and innovations. 2016; 11. (In Russ).
- Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalny A.V. Regional features of the content of trace elements in the biosphere and the human body. Hygiene and sanitation. 2019; 2. (In Russ).
- Chikeneva I.V. Investigation of the dangers of anthropogenic influence of the Orsko-Novotroitsk industrial hub. Izvestia OGAU. 2012; 35–31. (In Russ).
- Makoto N., Masanori Ya., Masanobu K. Iron as a possible aggravating factor for osteopathy in itai-itai disease, a disease associated with chronic cadmium intoxication. Journal of Bone and Mineral Reseach. 1991; 6(3): 245–255.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-9

ВЛИЯНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ЦЕОЛИТА ПРИ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН В ОРГАНИЗМЕ ЦЫПЛЯТ БРОЙЛЕРОВ

А.В. Быков, Л.А. БыковаФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. В настоящее время известно, что достаточно долгое время уделяют пристальное внимание к использованию цеолитов в сельском хозяйстве и применению их в кормлении сельскохозяйственных животных. Однако есть и другой вариант их использования, это применение цеолитов после кавитационной обработки. Проведена оценка влияния цеолита с разноразмерными частицами при кавитационной обработке целлюлозосодержащих отходов на минеральный обмен в организме сельскохозяйственной птицы. В результате исследования не выявлено токсического влияния цеолита, кавитационная обработка способствовала выведению токсичных элементов из организма цыплят-бройлеров, оказывая необходимое селективное влияние.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: минеральный обмен, цыплята-бройлеры, цеолит, кавитационная обработка.

Для цитирования: Быков А.В., Быкова Л.А. Влияние разноразмерных частиц цеолита при кавитационной обработке на минеральный обмен в организме цыплят бройлеров. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):23–24. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-9.

ВВЕДЕНИЕ

Растущий потребительский спрос на более здоровые продукты питания приводит к использованию новых методов обработки кормов либо поиску новых добавок для повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы (Мухитов, 2017). Цеолиты представляют собой разнообразную группу минералов, известно, что их включение в рацион сельскохозяйственным животным и птице может повысить эффективность кормления, что в свою очередь непосредственно повлияет на их рост и развитие. Показано, что цеолит высокоэффективен в отношении метаболического азота у цыплят-бройлеров, что может снизить концентрацию азотсодержащих веществ в кормовой дозе без негативного влияния на продуктивность животных (Casiorek et al., 2002; Лушников, 2003). На сегодняшний день, они успешно используются в различных отраслях, включая сельское хозяйство и пищевую промышленность. В последнее время все больше внимания уделяется использованию цеолитов при различных видах обработке целлюлозосодержащих отходов (He et al., 2007, Liu, 2019).

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – оценить влияние цеолита после кавитационной обработки на минеральный обмен в организме сельскохозяйственной птицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки влияния разной дисперсности цеолита проведен эксперимент по оценке влияния совместного использования цеолита с целлюлозосодержащими отходами после кавитационной обработки на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров. Сформированы 5 групп цыплят-бройлеров (1 контрольная и 4 опытных), в возрасте 14 суток, методом пар-аналогов по 35 голов в каждой (ВНИТИП, 2009). При проведении эксперимента зерновая часть корма была заменена на кавитационно-гидролизные продукты. В рацион I опытной группы вводили 30 % обработанных кавитацией пшеничные отруби взамен 30% зерновой части корма; II опытной группы – 28% обработанных кавитацией пшеничных отрубей с внесением 2% цеолита с размером частиц 1,0 мм; III опытной группы – 28% обработанных кавитацией пшеничных отрубей с внесением 2% цеолита с размером частиц 1,5 мм; IV опытной группы – 28% обработанных кавитацией пшеничных отрубей с внесением 2% цеолита с размером частиц 2,0 мм.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполняли в соответствии с «Позицией по этике использования животных в исследованиях, выполняемых при поддержке Российского Научного Фонда» и The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты усилия для сведения к

минимуму страданий животных и уменьшения количества используемых образцов (Протокол 1 от 21.05.2021 года).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании полученных данных можно констатировать факт увеличения концентрации железа на 46,0% ($p \leq 0,01$) на фоне уменьшения содержания его антогонистов – меди и цинка. Также наблюдается рост концентрации хрома, кремния и ванадия, основных элементов, входящих в химический состав цеолита. Это объясняется тем, что вовремя кавитационной обработки они переходят в растворимые соли, повышается их биодоступность, что и подтверждается результатами исследований.

На основании полученных данных можно отметить, что изменения размера частиц цеолита приводит к значительному изменению картины концентрации химических элементов при сравнении их между контрольной и опытными группами. Так, с увеличением эквивалентного размера частиц от 1 до 2 мм наблюдается достоверное увеличение концентрации таких химических элементов ($p \leq 0,01$), как Cr, Li, Si, V, Ca на 24,7; 23,3; 15,9; 15,0 и 49,0% соответственно.

Дополнительное введение в рацион цыплят-бройлеров разнодисперсных частиц цеолита совместно с целлюлозосодержащими отходами, после кавитационной обработки сопровождалось повышением общего пула кальция в организме цыплят III и IV опытных групп в 1,5 раза ($p \leq 0,05$), относительно контроля. Уровень фосфора аналогично достоверно превысил контрольную группу в III и IV опытных группах в 1,5 раза ($p \leq 0,01$). Содержание магния и натрия в опытных группах также было выше контроля, но без достоверных различий.

Совместное введение разнодисперсных частиц цеолита и целлюлозосодержащих отходов после кавитационной обработки способствовало достоверному выведению токсичных элементов: кадмия, ртути, свинца, олова и стронция, во всех опытных группах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кавитационная обработка и дополнительное включение цеолита не оказывает негативного влияния на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров, обеспечивая необходимое селективное воздействие.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Мухитов А.З. Использование отхода производства в питании животных. Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. 2017; 218–222. [Mukhitov A.Z. The use of industrial waste in animal nutrition. The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas. 2017; 218–222. (In Russ.)].

Лушников Н.А. Минеральные вещества и природные добавки в питании животных. Курган: КГСХА, 2003; 191 с. [Lushnikov N.A. Mineral substances and natural additives in animal nutrition. Kurgan: KGSXA. 2003; 191 p. (In Russ.)].

Casiorek E., Lesniak W. Production of cellulases during citric acid biosynthesis by solid-state fermentation. Polish journal of food and nutrition sciences. 2002; 11(1): 31–37.

He P., Shen L., Cao Y., Li D. Ultrasensitive electrochemical detection of proteins by amplification of aptamer-nanoparticle bar codes. Anal. Chem. 2007; 79(21): 8024–8029.

Liu Y. Effects of pulsed ultrasound at 20 kHz on the sonochemical degradation of mycotoxins. World Mycotoxin Journal. 2019; 12(4): 357–366.

THE EFFECT OF HETEROGENEOUS ZEOLITE PARTICLES DURING CAVITATION TREATMENT ON MINERAL METABOLISM IN THE BODY OF BROILER CHICKENS

A.V. Bykov, L.A. Bykova

Orenburg State University,
Pobedy Ave., 13, Orenburg, 460013, Russian Federation

ABSTRACT. Currently, it is known that for quite a long time, close attention has been paid to the use of zeolite in agriculture and their use in feeding farm animals. However, there is another option for their use, this is the use of zeolites after cavitation treatment. In our study, zeolite with multi-dimensional particles was evaluated during cavitation treatment of cellulose-containing waste for mineral metabolism in the body of poultry. According to the results of the data obtained, we did not reveal the toxic effect of zeolite, cavitation treatment contributed to the removal of toxic elements from the body of broiler chickens, exerting the necessary protective effect.

KEYWORDS: mineral metabolism, broiler chickens, zeolite, cavitation treatment.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-10

ФИТОСКРИНИНГ ЛИСТЬЕВ СТЕВИИ В ОЦЕНКЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Н.В. Винокурова, Е.Н. ЛебедеваФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6

РЕЗЮМЕ. Приводятся данные по содержанию микроэлементного состава (Cu, Zn, Mn, Co, Fe, Mg, Ca), флавоноидов, аскорбиновой кислоты и антиоксидантной активности в листьях стевии медовой. Выявлено достаточно высокое содержание кальция (1080 мг/100 г), фосфора (110 мг/100 г), магния (32,58 мг/100 г), а также таких микроэлементов, как марганец (0,095 мг/100 г), медь (0,026 мг/100 г), железо (0,024 мг/100 г). Экстракт листьев обладает значительной антиокислительной активностью (111,66 мг/г). Показан потенциал стевии в качестве натурального источника минеральных элементов и антиоксидантов при создании функциональных продуктов питания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стевия, минеральные элементы, антиоксиданты.

Для цитирования: Винокурова Н.В., Лебедева Е.Н. Фитоскрининг листьев стевии в оценке практического применения. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):25–27. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-10.

ВВЕДЕНИЕ

Среди растительных источников, продуцирующих сладкие вещества, значительный интерес представляет стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Область ее распространения простирается от юга Соединенных Штатов до Андского региона Южной Америки и севера Чили, а также северной части Аргентины. (Borgo et al., 2021). Благодаря ее высокой способности к адаптации, в последнее время стевию успешно культивируют в различных регионах мира от экватора до северных широт (Синявина и др., 2022). Имеющиеся в современной литературе данные не демонстрируют противопоказаний при применении стевии. Это растение используется в составе пищевых добавок, лекарственных препаратов, ароматических чаев в качестве подсластителя, может быть рекомендовано при сахарном диабете, ожирении, кариесе, а также в качестве противокашлевого и успокоительного средства.

Стевия имеет ценный микроэлементный состав, является источником различных биологически активных соединений, необходимых для нормального функционирования организма человека. В настоящее время вырос интерес исследователей к антиоксидантным свойствам стевии, обусловленным содержанием в ней фенольных соединений, витаминов (Кочетов, Синявина, 2021). Кроме того, потенциал стевии все ещё не до конца изучен и требует дальнейшего научного исследования, в частности в биохимическом аспекте.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – проведение первичного фитохимического скрининга листьев стевии для оценки антиоксидантной активности и содержания некоторых микроэлементов и витаминов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили образцы таблетированной формы листьев стевии медовой (производство ООО «С-Стевия»). Микроэлементный состав определяли методом атомно-адсорбционной спектрометрии (Cu, Zn, Mn, Co, Fe, Mg, Ca), фотометрическим способом (P). Содержание суммы флавоноидов (%) в пересчете на кверцетин в спиртовых извлечениях определяли методом дифференциальной спектрофотометрии на основе реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Количество аскорбиновой кислоты (мг%) устанавливали титриметрическим методом с раствором 2,6-дихлорфенолиндифенолятом натрия. Количественную оценку антиокислительной активности (АОА) стевии проводили с использованием хроматографа «Цвет Яуза 01-АА» по кверцетину.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Фитохимический скрининг листьев стевии показал, что они могут являться важным источником минеральных веществ для человека. Достаточно велико содержание кальция (1080 мг/100 г), фосфора (110 мг/100 г), магния (32,58 мг/100 г). Из микроэлементов на довольно высоком уровне присутствуют марганец (0,095 мг/100 г), медь (0,026 мг/100 г), железо (0,024 мг/100 г). В то время как содержание цинка – 0,018 мг/100 г, кобальта – 0,013 мг/100 г. Результаты скрининга согласуются с литера-

турными данными о том, что преобладающими среди минеральных элементов являются кальций, магний, фосфор (Shuvo et al., 2015).

Для оценки возможности использования листьев стевии в качестве источника антиоксидантов проведено определение АОА и некоторых антиоксидантов. Результаты показали, что экстракт листьев обладает значительной АОА (111,66 мг/г), обнаружено более высокое, по сравнению с литературными данными, содержание витамина С (52,3 мг%). (Макиев, 2012), в то время как уровень флавоноидов (0,5%) более низкий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стевия имеет большой потенциал в качестве натурального источника минеральных элементов и антиоксидантов для пищевой отрасли при создании функциональных продуктов питания, а также фармацевтической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

Кочетов А. А., Синявина Н. Г. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni): биохимический состав, терапевтические свойства и использование в пищевой промышленности (обзор). Химия растительного сырья. 2021; 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steviya-stevia-rebaudiana-bertoni-biohimicheskiy-sostav-terapevticheskie-svoystva-i-ispolzovanie-v-pischevoy-promyshlennosti-obzor> (дата обращения: 01.04.2024).

Макиев О.Н. Содержание биологически активных веществ в батате культурном (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni), солодке щетинистой (*Glycyrrhiza echinata* L.) в условиях РСО-Алания и их практическое использование: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владикавказ, 2012. 24 с.

Синявина Н.Г., Кочетов А.А., Егорова К.В. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni): биологические особенности и факторы, влияющие на рост растений и накопление сладких гликозидов. Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2022; 164: 46–75.

Borgo J., Laurella L.C., Martini F., et al. Stevia Genus: Phytochemistry and Biological Activities Update. *Molecules*. 2021; 26(9): 2733. DOI:10.3390/molecules2609273.

Shuvo M.M.A., Mohammad A.M., Chowdhury T., et al. An assessment of major nutritional components and some secondary metabolites of *in vitro* propagated *Stevia rebaudiana* (cultured in Bangladesh) plant leaves dry powder. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 2015; 3(4): 721–726. DOI:10.3126/ijasbt.v3i4.13972.

PHYTOSCREENING OF STEVIA LEAVES AND EVALUATION OF PRACTICAL APPLICATION

N.V. Vinokurova, E.N. Lebedeva

Orenburg State Medical University,
st. Sovetskaya 6, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. Data are provided on the content of microelement composition (Cu, Zn, Mn, Co, Fe, Mg, Ca), flavonoids, ascorbic acid and antioxidant activity in honey stevia leaves. A fairly high content of calcium (1080 mg/100 g), phosphorus (110 mg/100 g), magnesium (32,58 mg/100 g), as well as microelements such as manganese (0,095 mg/100 g), copper (0,026 mg/100 g), iron (0,024 mg/100 g) was revealed. The leaf extract has significant antioxidant activity (111.66 mg/g). The potential of stevia as a natural source of mineral elements and antioxidants in the creation of functional food products has been shown.

KEYWORDS: stevia, mineral elements, antioxidants.

REFERENCES

Kochetova A.A., Sinyavina N.G. Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): biochemical composition, therapeutic properties and use in the food industry (review). *Chemistry of plant raw materials*. 2021; 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steviya-stevia-rebaudiana-bertoni-biohimicheskiy-sostav-terapevticheskie-svoystva-i-ispolzovanie-v-pischevoy-promyshlennosti-obzor> (date of access: 04/01/2024). (In Russ).

Makiev O.N. The content of biologically active substances in cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), bristly licorice (*Glycyrrhiza echinata* L.) in the conditions of North Ossetia-Alania and their practical use: author's abstract. diss. ...cand. biol. Sci. Vladikavkaz, 2012. 24 p. (In Russ).

Sinyavina N.G., Kochetov A.A., Egorova K.V. Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): biological characteristics and factors influencing plant growth and accumulation of sweet glycosides. *Scientific notes of Kazan University. Natural science series*. 2022; 164: 46–75. (In Russ).

Borgo J., Laurella L.C., Martini F., et al. Stevia Genus: Phytochemistry and Biological Activities Update. *Molecules*. 2021; 26(9): 2733. DOI:10.3390/molecules2609273.

Shuvo M.M.A., Mohammad A.M., Chowdhury T., et al. An assessment of major nutritional components and some secondary metabolites of in vitro propagated *Stevia rebaudiana* (cultured in Bangladesh) plant leaves dry powder. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 2015; 3(4): 721–726. DOI:10.3126/ijasbt.v3i4.13972.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-11

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В₆ И С В КРОВИ У МЕДРАБОТНИКОВ СЕВЕРА

М.О. Гайков, Т.Я. Корчина

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия,
Российская Федерация, 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, д. 40

РЕЗЮМЕ. Цель работы – изучить концентрацию витаминов В₆ и С в сыворотке крови у медработников Окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска. В сыворотке крови у 100 врачей и медсестер (38,1±4,2 лет, 25 мужчин и 75 женщин) из различных отделений крупнейшей больницы г. Ханты-Мансийска определяли концентрацию отвечающих за психофизиологическую функцию витаминов В₆ и С. Средние значения содержания пиридоксина были меньше нижней границы нормы, а аскорбиновой кислоты – у нижнего предела. Адекватная обеспеченность витамином В₆ и С зарегистрирована у 29% и 72% медработников соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Север, медработники, психоэмоциональный статус, витамины В₆ и С.

Для цитирования: Гайков М.О., Корчина Т.Я. Содержание витаминов В₆ и С в крови у медработников Севера. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):27–29. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-11.

ВВЕДЕНИЕ

Среди всех трудящихся медработники в наибольшей степени подвержены психоэмоциональному выгоранию. (Матюшкина и др., 2020). Трудовая деятельность врачей и медсестер должна отличаться ответственностью, выносливостью, постоянной психоэмоциональной нагрузкой высокого уровня, умением принимать быстрые решения в неотложных ситуациях. Под профессиональным стрессом понимают сочетание специфических характеристик работы, сопряженных с отрицательным воздействием на психику специалиста (Friganović et al., 2019). Многочисленные исследования доказали, что эффективное усвоение магния и калия детерминировано витамином В₆, который способствует их всасыванию, транспорту, внутриклеточному накоплению и функционированию, в том числе участию в регулировании психоэмоциональной сферы. В то же время магний содействует активации витамина В₆ в печени (Барышникова и др., 2019). В эмоционально-психологической сфере витамин С выступает стимулятором синтеза активных соединений, благодаря которым происходит передача ощущений (гормоны, нейропептиды, нейротрансмиттеры) (Ших и др., 2016). Цель работы – изучить концентрацию витаминов В₆ и С в сыворотке крови у медработников Окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 100 врачей и медицинских сестер из терапевтических, хирургических, реанимационных и поликлинических отделений ОКБ г. Ханты-Мансийска, более 10 лет проживающими на Севере. Из них 25 мужчин и 75 женщин, средний возраст 38,1±4,2 лет. Концентрацию витаминов В₆ и С в крови определяли методом хроматографии. Вычисляли среднее арифметическое значение (M), среднеквадратическое отклонение (σ), медиану (Me), минимальное (min) и максимальное (max) значения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние значения содержания витамина В₆ в крови оказались меньше нижней границы оптимальных величин, а витамина С – у нижнего их предела (таблица).

Оптимально обеспечены витамином В₆ и С оказались соответственно 29 и 72% врачей и медсестер, работающих в стационаре северного города. В то же время неглубокий дефицит пиридоксина и аскорбиновой кислоты характеризовал витаминный статус 71 и 28% обследованных лиц сообразно.

Таблица. Концентрация витаминов В₆ и С в крови у медработников Севера

Показатель	Физиологически оптимальные параметры	Медработники ОКБ г. Ханты-Мансийска (n=100)		
		M±σ	Me	min↔max
Витамин В ₆	5–50 нг /мл	4,7±0,3	4,6	3,5↔6,3
Витамин С	4–20 мкг/мл	5,2±0,4	4,9	3,6↔8,2

Витамин В₆ незаменим для деятельности ЦНС за счет участия в производстве нейромедиаторов. Его дефицит в организме усугубляет недостаточность дофамина и серотонина, что повышает риск формирования депрессий (Барышникова и др., 2019). Важен для эмоциональной сферы человека витамин С, защищающий гипоталамус и способствующий синтезу гормонов стресса (Ших и др., 2016). Ситуация с обеспеченностью витаминами В₆ и С усугубляется длительным проживанием и работой в северном регионе за счет развития синдрома полярного напряжения (северного стресса) у большинства практически здоровых жителей Севера (Хаснулин и др., 2012), при котором отмечено повышенное «расходование» участвующих в регулировании психоэмоционального статуса микронутриентов, в том числе и витаминов В₆ и С, тем более, что в привозных овощах и фруктах витамин С разрушен в значительной степени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снижение обеспеченности организма витаминами В₆ и С, отвечающими за психофизиологическую функцию, ухудшает качество жизни и создает реальную угрозу здоровью с развитием хронических заболеваний, но одновременно с этим указывают на возможность коррекции психофункционального статуса путем оптимизации микронутриентного статуса медработников.

ЛИТЕРАТУРА

- Матюшкина Е.Я., Рой А.П., Рахманина А.А., Холмогорова А.Б. Профессиональный стресс и профессиональное выгорание у медицинских работников. Современная зарубежная психология. 2020; 9 (1): 39–49.
- Friganović A., Selic P., Ilic B., Sedic B. Stress and burnout syndrome and their associations with coping and job satisfaction in critical care nurses: a literature review. *Psychiatric Danub.* 2019; 6 (1-2): 21–31. [https:// bib.irb.hr/datoteka/1039497](https://bib.irb.hr/datoteka/1039497)
- Барышникова Г.А., Чорбинская С.А., Степанова И.И., Блохина О.Е. Дефицит калия и магния, их роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний и возможность коррекции. *Consilium Medicum.* 2019; 21 (1): 67–73.
- Ших Е., Махова А., Еременко Н. Рациональная комбинация для повышения стрессоустойчивости. *Врач.* 2016; 8: 53–57.
- Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах. *Экология человека.* 2012; 1: 3–11.

CONTENT OF VITAMINS B₆ AND C IN THE BLOOD OF HEALTHCARE WORKERS OF THE NORTH

M.O. Gaikov, T.Ya. Korchina

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, 628011,
Mira, st. 40, Khanty-Mansiysk, Russian Federation

ABSTRACT. In the blood serum of 100 doctors and nurses (38,1±4,2 years, 25 men and 75 women) from various departments of the largest hospital in Khanty-Mansiysk, the concentration of vitamins B₆ and C, which are responsible for the psychophysiological function, was determined. The average values of pyridoxine content were is less than the lower limit of normal, and ascorbic acid is at the lower limit. Adequate supply of vitamins B₆ and C was registered in 29% and 72% of health workers, respectively.

KEYWORDS: North, health workers, psycho-emotional status, vitamins B₆ and C.

REFERENCES

- Matyushkina E.Ya., Roy A.P., Rakhmanina A.A., Kholmogorova A.B. Professional stress and professional burnout among medical workers. *Modern foreign psychology.* 2020; 9(1): 39–49. (In Russ.)
- Friganović A., Selic P., Ilic B., Sedic B. Stress and burnout syndrome and their associations with coping and job satisfaction in critical care nurses: a literature review. *Psychiatric Danub.* 2019; 6 (1-2): 21–31.

Baryshnikova G.A., Chorbinskaya S.A., Stepanova I.I., Blokhina O.E. Potassium and magnesium deficiency, their role in the development of cardiovascular diseases and the possibility of correlation. *Consilium Medicum*. 2019; 21(1): 67–73. (in Russ.)

Shikh E., Makhova A., Eremenko N. Rational combination to increase stress resistance. *Doctor*. 2016; 8: 53–57. (In Russ.)

Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Modern ideas about the mechanisms of formation of northern stress in humans at high latitudes. *Human Ecology*. 2012; 1: 3–11. (In Russ.)

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-12

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БИОСИНТЕЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КОБАЛЬТА В ОТНОШЕНИИ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

О.К. Давыдова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Рассмотрено влияние токсичности биосинтезированных наночастиц оксида кобальта в зависимости от их концентрации и используемого при синтезе восстановителя (растительного экстракта) на различные виды бактерий: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Salmonella enterica*. Показано, что наибольший антибактериальный эффект выражен против *P. aeruginosa*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оксид кобальта, наночастицы, зеленый синтез, микроорганизмы, антибактериальное действие, токсический эффект.

Для цитирования: Давыдова О.К. Биологическая активность биосинтезированных наночастиц оксида кобальта в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):29–31. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-12.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования показывают, что антибактериальные свойства наночастиц (НЧ) оксида кобальта до сих пор остаются малоизученными. Тем не менее известно, что эти НЧ обладают потенциальным антисептическим действием против таких бактерий, как *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas spp.* Более того, НЧ оксида кобальта безопасны для человека, поскольку при концентрации 100 мкг/мл они показали минимальное воздействие на клетки человека в тестах на цитотоксичность (Ma et al., 2022). Размер НЧ также оказывает влияние на их антибактериальную активность, причем более мелкие частицы Co_3O_4 проявляют более сильный ингибирующий эффект по сравнению с крупными.

Таким образом, высокая биологическая активность НЧ при малых концентрациях, а также влияние на этот параметр способа производства, формы и условий их применения представляют актуальную научную задачу.

Биотехнологический подход, использующий в качестве биокатализаторов для синтеза НЧ такие природные компоненты, как бактерии, дрожжи, грибы, водоросли и растительные экстракты, представляет собой альтернативу существующим физико-химическим методам промышленного производства наноматериалов. Этот инновационный метод обладает экономической эффективностью и минимальными затратами на оборудование, а также имеет значительные экологические преимущества, что позволяет называть его зеленым синтезом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Синтез НЧ с помощью экстракта *Cannabis sativa* осуществляли согласно описанной ранее методике (Давыдова и др., 2023), а с помощью каллусных тканей *Ocimum basilicum* – в соответствии с (Gvozdikova et al., 2023).

Активность НЧ Co_3O_4 в отношении выбранных бактерий оценивали, измеряя зоны ингибирования их роста вокруг лунок, в которые вносили различные концентрации НЧ (1, 5 и 10 мг/мл) через сутки инкубации при температуре 37 °С. Также использовали контрольные образцы: K+ и K-, содержащие $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$ C=10 мг/мл и водные экстракты растений, используемых в качестве восстановителей при синтезе НЧ. Все опыты были повторены не менее трех раз.

Идентификацию НЧ осуществляли методами спектрофотометрии (Флюорат-02 «Панорама» (Люмэкс, Россия)) и атомно-силовой микроскопии (СММ-2000 (ОАО «Завод Протон-МИЭТ», Россия)) согласно описанной ранее методике (Давыдова и др., 2023).

Для НЧ Co_3O_4 наблюдается характерный максимум поглощения 280 нм для НЧ Co_3O_4 , полученных из *C. sativa*, и 300 нм для НЧ Co_3O_4 , синтезированных из каллусных тканей *O. basilicum*, в диапазоне длин волн 260–340 нм, что аналогично данным из (Dewangga, 2022). По данным атомно-силовой микроскопии, биосинтезированные НЧ Co_3O_4 имеют размеры от 180 до 360 нм с высотой около 30 нм, преимущественно округлой формы, сгруппированные в кластеры.

Антибактериальную активность НЧ Co_3O_4 оценивали по диаметру зон подавления роста различных культур бактерий в зависимости от используемой концентрации и способа биосинтеза НЧ, что указано в таблице.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что НЧ Co_3O_4 , полученные методом зеленого синтеза, проявили легкое антибактериальное действие против *S. enterica*, *E. coli* и *S. aureus* и наибольшую активность против патогенного микроорганизма *P. aeruginosa* при $C=10$ мг/мл. Эффективность НЧ Co_3O_4 в сравнении с их ионами также при использовании максимальной концентрации увеличилась на 35% для *P. aeruginosa* и *S. enterica*, но лишь на 5–10% для *E. coli* и *S. aureus* (таблица).

Таблица. Зоны подавления бактериального роста НЧ Co_3O_4 , мм

Бактерии	НЧ Co_3O_4 , полученные с помощью <i>C. sativa</i>			НЧ Co_3O_4 , полученные с помощью <i>O. basilicum</i>			Нитрат кобальта (K^+)
	1 мг/мл	5 мг/мл	10 мг/мл	1 мг/мл	5 мг/мл	10 мг/мл	
<i>S. aureus</i>	6,5 ± 0,5	8,8 ± 0,9	9,8 ± 0,6	6,5 ± 0,4	8,5 ± 0,7	9,5 ± 0,8	8,8 ± 0,7
<i>E. coli</i>	8,4 ± 0,7	9,0 ± 0,6	10,0 ± 0,8	8,0 ± 0,8	9,3 ± 0,5	10,0 ± 0,3	9,5 ± 0,6
<i>S. enterica</i>	6,3 ± 0,3	7,0 ± 0,7	10,0 ± 0,2*	6,5 ± 0,3	7,8 ± 0,6	10,3 ± 0,1*	7,8 ± 0,4
<i>P. aeruginosa</i>	8,8 ± 0,8	12,0 ± 0,5	13,0 ± 1,0	9,0 ± 0,7	11,8 ± 0,4	13,3 ± 0,5	10,3 ± 0,5

Примечание: * – $p \leq 0,2$.

Применение экстракта *C. sativa* или каллусных тканей *O. basilicum* в качестве агентов восстановления не привело к выявлению различий в антибактериальной активности и размерах синтезированных наночастиц оксида кобальта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря своим уникальным свойствам, биосинтезированные наночастицы оксида кобальта представляют собой простое и экономичное решение для разработки препаратов антибактериальной терапии.

Исследования выполнены в соответствии с грантом на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технического развития №075-15-2024-550.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Ma Y., Lin W., Ruan Y., Lu H., Fan S., Chen D., Huang Y., Zhang T., Pi J., Xu J.F. Advances of Cobalt Nanomaterials as Anti-Infection Agents, Drug Carriers, and Immunomodulators for Potential Infectious Disease Treatment. *Pharmaceutics*. 2022; 31; 14(11): 2351.

Давыдова О.К., Чмель И.О., Никиян А.Н., Сенаторова Д.Д. Свойства биосинтезированных наночастиц кобальта и оценка их антибактериальной активности. II Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук». Оренбург. 2023; 192–196. [Davydova O.K., Chmel I.O., Nikiyan A.N., Senatorova D.D. Properties of synthesized cobalt nanoparticles and assessment of their antibacterial activity. II All-Russian scientific and practical Conference "Theory and practice of innovative research in the field of natural sciences". Orenburg. 2023; 192–196. (In Russ.)].

Gvozdikova A.M., Lebedev S.V., Cherednichenko M.Yu., Polivanova O.B. Study of callus cultures of *O. basilicum* Animal Husbandry and Fodder Production. 2023; 106(1): 239–247.

Dewangga O.B. Green synthesis of Co₃O₄ nanoparticles using Euphorbia heterophylla L. leaves extract: characterization and photocatalytic activity. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2022.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF BIOSYNTHEZED NANOPARTICLES OF COBALT OXIDE IN RELATION TO PATHOGENIC AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS

O.K. Davydova

Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, Orenburg, 460013, Russian Federation

ABSTRACT. The study examines the effect of toxicity of biosynthesized cobalt oxide nanoparticles depending on their concentration and the reducing agent (plant extract) used in the synthesis on various types of bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella enterica*. The greatest antibacterial effect is expressed against *P. aeruginosa* is shown.

KEYWORDS: cobalt oxide, nanoparticles, green synthesis, microorganisms, antibacterial effect, toxic effect.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-13

ТЕХНОЛОГИЯ КЕФИРА, ОБОГАЩЕННОГО КАЛЬЦИЕМ

Н.Г. Догарева, М.В. Клычкова, Ю.С. Кичко

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Для улучшения обеспеченности населения минералами и витаминами наиболее эффективным и экономичным способом является добавление микронутриентов в продукты массового потребления. Значительную роль в этом процессе играют молоко и кисломолочные продукты. Представлены результаты исследования, посвященного разработке технологии обогащения кефира. В ходе работы были обоснованы выбор, количество и метод добавления кальцийсодержащего компонента. Разработана технология обогащения кефира кальцием, которая позволяет увеличить его содержание в продукте без ущерба для качества и вкусовых характеристик.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кефир, обогащенный, карбонат кальция, фосфат кальция, цитрат кальция, лактат кальция.

Для цитирования: Догарева Н.Г., Клычкова М.В., Кичко Ю.С. Технология кефира, обогащенного кальцием. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):31–32. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-13.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных направлений государственной политики в сфере здорового питания является создание функциональных продуктов. Многие люди сталкиваются с дефицитом кальция в своем рационе. Обогащение кальцием кисломолочной продукции является эффективным, поскольку молочная кислота, которая образуется в процессе ферментации, улучшает усвоение кальция (Antipenko et al., 2014). Разработка технологии производства обогащенных кальцием и пробиотиками кисломолочных продуктов является актуальной и важной задачей (Dubrovskaya, 2011).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для производства кефира используется коровье молоко, которое содержит от 100 до 140 мг кальция на 100 г. В процессе исследования использовались различные формы кальция, включая карбонат, фосфат, цитрат и лактат, полученные от разных производителей.

Количество добавляемого кальция рассчитывали таким образом, чтобы 20–50% суточной потребности человека в кальции удовлетворялось за счет потребления 200 г обогащенного кефира. При расчете учитывали среднее содержание кальция в исходном молоке (122 мг на 100 г) и в добавках кальция (от 180 до 383 мг на 1 г добавки). Суточная потребность в кальции принималась равной 1250 мг в день.

В ходе исследования были применены различные методы анализа, включая измерение pH, титруемую кислотность, вязкость, содержание кальция и органолептическую оценку.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При использовании карбоната кальция отмечено снижение кислотности, что может быть связано с нейтрализацией молочной кислоты добавленным карбонатом кальция. Применение фосфорно-кальциевых добавок и карбоната кальция не оказало значительного влияния на вязкость продукта, однако негативно сказалось на его органолептических свойствах, поэтому их использование для обогащения кисломолочных продуктов нецелесообразно.

Экспериментальным путем установлено, что добавление цитрата кальция в сухом виде в молоко в количестве 0,16 г/100 г и лактата кальция в количестве 0,18 г/100 г может вызывать свертывание молока при тепловой обработке. Это указывает на невозможность внесения цитрата кальция и лактата кальция до пастеризации молока.

Исследования показали, что фосфат и карбонат кальция придают продукту специфический мучнистый вкус, цитрат кальция – излишнюю кислотность. В то время как лактат кальция практически не влияет на органолептические свойства продукта. Он легко растворяется и обладает наибольшей биодоступностью, а также является основной естественной формой кальция в кисломолочных продуктах.

Обогащение продукта лактатом кальция осуществляли путем увеличения его концентрации. Были изучены различные способы внесения обогащающих добавок, в том числе возможность добавления лактата кальция в виде раствора в молоко до заквашивания.

Исследованы три способа добавления лактата кальция: в сухом виде до и после пастеризации, а также в виде раствора лактата кальция, прошедшего пастеризацию. Во всех образцах количество добавленного лактата кальция было одинаковым и составляло 0,16 г на 100 г продукта. В качестве контроля служило молоко без лактата кальция. Пастеризацию всех образцов проводили при температуре 87 ± 2 °C в течение 15 мин. Данный режим используется при производстве кисломолочных продуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования продемонстрировали, что наиболее подходящей добавкой для обогащения кефира кальцием является лактат кальция, обладающий рядом преимуществ. Внесение лактата кальция в сухом виде до пастеризации не позволяет достичь содержания ионизированного кальция даже на уровне исходного сырого молока (8 мг/100 г). В то же время добавление лактата кальция в пастеризованное молоко в виде пастеризованного раствора до заквашивания обеспечивает максимальное содержание кальция в доступной (растворимой) форме (11,9 мг/100 г). Установлено, что оптимальным является концентрация раствора лактата кальция 30 г порошка на 100 г раствора при температуре не ниже 50 °C.

Кефир, обогащенный лактатом кальция в виде пастеризованного раствора, не отличается по физико-химическим показателям от традиционного кефира. Органолептические характеристики обогащенного кальцием кефира характеризуются более выраженным кисломолочным вкусом и ароматом.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Antipenko A.V., Hakimova J.H. Development of technology for the production of fermented milk drink. Technical Sciences – from theory to practice. 2014; 34: 159–166.

Dubrovskaya, S.O. Creating technologies of sour-milk products enriched with prebiotic substances. Food and processing industry. Abstract journal. 2011; 1: 269.

CALCIUM ENRICHED KEFIR TECHNOLOGY

N.G. Dogareva, M.V. Klychkova, Y.S. Kichko

Orenburg State University,
13 Pobedy Ave, Orenburg, 460013, Russian Federation

ABSTRACT. To improve the supply of minerals and vitamins, the most effective and economical way is to add micronutrients to mass consumption products. Milk and dairy products play a significant role in this process. The results of the research devoted to the development of kefir enrichment technology are presented. In the course of work the choice, quantity and method of addition of calcium-containing component were justified. The technology of enrichment of kefir with calcium has been developed, which allows to increase its co-content in the product without compromising its quality and flavor characteristics.

KEYWORDS: kefir, enriched, calcium carbonate, calcium phosphate, calcium citrate, calcium lactate.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-14

ВЛИЯНИЕ АНТИБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ, ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ВИТАМИНОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЯКУЛЯТА

Е.А. Дроздова, Е.С. АлешинаФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. В последнее время вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) совершили огромный прорыв, опровергнув стереотип о ведущей роли «женского» фактора в причине неблагоприятных исходов ВРТ. Отечественными и зарубежными авторами опубликовано огромное количество исследований, доказывающих не менее важную роль качества эякулята в данном вопросе. Наиболее частыми причинами идиопатического мужского бесплодия являются не только воспалительные поражения мочеполовой системы, но и недостаточность витаминов и микроэлементов в рационе питания современных мужчин, вызывающие изменение нормальных характеристик эякулята. Современные исследования подтверждают, что влияние различных элементов (включая витамины и микроэлементы) на качество будущих сперматозоидов, начинается уже в процессе сперматогенеза и требует оптимального сочетания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мужская инфертильность, качество сперматозоидов, витамины, микроэлементы, антибиотики, спермограмма.

Для цитирования: Дроздова Е.А., Алешина Е.С. Влияние антибиотических препаратов, эссенциальных элементов и витаминов на качественные показатели эякулята. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):33–34. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-14.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что в развитии мужской инфертильности принимает участие множество фактов, как врожденных, так и медицинских (например, вследствие приема антибиотиков) биологических, среди которых нарушение питания, авитаминозы и болезни обмена. Проблеме применения антибиотических препаратов для лечения инфекционных заболеваний из-за возникающей резистентности патогенной микрофлоры посвящено достаточное количество исследований. Однако только в последнее время пристальное внимание стало уделяться таким понятиям, как рациональное, сбалансированное, «оптимальное» питание, то есть рацион, содержащий широкий спектр эссенциальных, необходимых для жизнедеятельности организма пищевых веществ и других минорных компонентов (Wong et al., 2000).

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – среди применяемых антибактериальных препаратов, подавляющих рост и развитие патогенной микрофлоры при воспалительных поражениях мочеполовой системы человека, выявить наиболее эффективные антибиотические препараты, стандартно назначаемые как при бактериоспермии, так и при иных инфекционных поражениях мочеполовой системы мужчин, а также оценить роль витаминов, макро- и микроэлементов в постреабилитационный период лечения нарушений сперматогенеза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данный эксперимент проведен с соблюдением правил медицинской биоэтики и включал в себя изучение 62 образцов эякулята мужчин разных профессий, разного возраста с выраженным показателям бактериоспермии и сниженными показателями спермограммы, такими как объем, концентрация, морфология по Крюгеру, подвижность, MAR тест Ig G и др. (Алексеева, 2022). К нативному биоматериалу были применены метод серийных разведений с установлением минимальной концентрации, подавляющей бактерии, и определение чувствительности микроорганизмов эякулята к антибактериальным препаратам методом агаровых лунок. Для определения чувствительности микроорганизмов эякулята к антибактериальным препаратам было отобрано 8 видов антибиотиков, назначаемых при инфекциях мочеполовой системы человека. Состояние гиповитаминоза и определение микроэлементов в крови диагностировали биохимическими и клиническими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования выделено 13 типов колоний микроорганизмов, из которых около 37% приходилось на долю грамположительных палочковидных бактерий, 33% – на долю грамположительных кокков, 23% – на долю грамотрицательных палочковидных бактерий и 15% составили грамотрицательные кокки. Наиболее эффективными антибиотическими препаратами, назначаемыми как при бактериоспермии, так и при иных инфекционных поражениях мочеполовой системы мужчин, согласно полученным результатам, являются офлоксацин и доксициклин, действие которых наблюдалось даже при минимальной концентрации от 200 до 1,5 мг/мл. Предварительное анкетирование, подтвержденное дальнейшими добровольными клиническими исследованиями, выявило корреляцию между недостаточным поступлением с пищей белка, некоторых микроэлементов (цинк, селен, никель, железо, кобальт и др.) и витаминов, таких как А, Е, С, Д, В₉, В₁₂ и др., что согласуется с литературными данными, и уже сам факт их нехватки может являться причиной идиопатического бесплодия (Радченко и др., 2011).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные, полученные в результате исследования, позволили заключить, что патоспермия, как правило, является результатом совокупности целого ряда причин. Для восстановления качества эякулята и положительного исхода программ ВРТ недостаточно только точечного подбора антибиотического препарата. Правильная, сбалансированная диета, назначение комплексных препаратов, содержащих микро- и макроэлементы, антиоксиданты и витаминные комплексы могут улучшить благоприятный прогноз в постреабилитационный период после лечения, обеспечивая антиоксидантную и иммунную защиту организма, что, в свою очередь окажет благоприятное воздействие на сперматогенез.

ЛИТЕРАТУРА

Wong W.Y., Thomas C.M.G., Merkus J.M., et al. Male factor subfertility: possible causes and the impact of nutritional factors. *Fertil Steril.* 2000; 73: 435–442.

Алексеева Д.Б. Бактериоспермия и ее влияние на основные параметры спермы. Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук. Мат. Всероссийской научно-практической конф. с международным участием. Оренбургский государственный университет. Оренбург, 21-22 апреля 2022; 235–237.

Радченко О.Р., Фролова О.А., Уткельбаев Р.И. и др. Роль диетотерапии в лечении и профилактике мужского идиопатического бесплодия. *Практическая медицина.* 2011; 4(52): 177–180.

THE EFFECT OF ANTIBIOTIC DRUGS, ESSENTIAL ELEMENTS AND VITAMINS ON THE QUALITY OF EJACULATE

E.A. Drozdova, E.S. Aleshina

Orenburg State University,
Pr. Pobedy, 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. Recently, assisted reproductive technologies (ART) have made a huge breakthrough, refuting the stereotype of the leading role of the "female" factor in the cause of adverse outcomes of ART. Domestic and foreign authors have published a huge number of studies proving the equally important role of ejaculate quality in this issue. The most common causes of idiopathic male infertility are not only inflammatory lesions of the genitourinary system, but also a deficiency of vitamins and trace elements in the diet of modern men, causing a change in the normal characteristics of the ejaculate. Modern studies confirm that the influence of various elements, including vitamins and trace elements on the quality of future spermatozoa, begins already in the process of spermatogenesis and requires an optimal combination.

KEYWORDS: male infertility, sperm quality, vitamins, trace elements, antibiotics, spermogram.

REFERENCES

Wong W.Y., Thomas C.M.G., Merkus J.M., et al. Male factor subfertility: possible causes and the impact of nutritional factors. *Fertil Steril.* 2000; 73: 435–442.

Alekseeva D.B. Bacteriospermia and its effect on the main parameters of sperm. Theory and practice of innovative research in the field of natural sciences. Mat. All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. Orenburg State University. Orenburg, April 21-22, 2022; 235–237. (In Russ.).

Radchenko O.R., Frolova O.A., Utkelbaev R.I., et al. The role of diet therapy in the treatment and prevention of male idiopathic infertility. *Practical medicine.* 2011; 4(52): 177–180. (In Russ.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-15

СТРУКТУРА ОКОЛУШНЫХ СЛЮННЫХ ЖЕЛЁЗ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

О.А. Залавина, П.А. Елясин, С.В. Залавина

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет МЗ,
Российская Федерация, 630091, Новосибирск, Красный проспект, д.52

РЕЗЮМЕ. Цель исследования – выявить особенности строения околоушной слюнной железы и минерального обмена самцов-подростков крыс при интоксикации свинцом.

Материалы и методы. Объект исследования – околоушные слюнные железы (ОСЖ) 4-недельных самцов. Формировали 2 группы по 10 животных: контрольные самцы и крысы с введением раствора ацетата Рb один раз в сутки в течение трех недель. Ацетат Рb растворяли в воде, чтобы на 0,2 мл раствора приходится 1,0 мг свинца. Для обеспечения дозировки 10 мг/кг массы, перед кормлением животных взвешивали и в соответствии с массой шприцом в сухарик вводили необходимое количество раствора токсиканта. В контроле вводили чистую воду. Исследование ОСЖ проводили по общепринятой методике для заливки в гистомикс. Морфометрировали под световым микроскопом при увеличении 400, с использованием сетки на 88 точек. В выводных протоках определяли площади цитоплазмы и ядер эпителиоцитов, просвета протока, соединительной ткани вокруг протока и гемокапилляров в ней. Для измерения диаметра и просвета концевых отделов ОСЖ использовали программу ImageJ 1.54d. В скелетной мышце определение Ca, Cd, Mg, Mn, P, Pb, Se, Zn, K выполняли методом ИСП-МС.

Результаты. При накоплении Рb диаметр ацинусов ОСЖ растет на 12,39%, а диаметр их просвета на 38,1%. Площадь эпителия протоков снижается за счёт цитоплазмы на 23,19%. Просвет протока растёт на 35,98%. Интерстициальные пространства вокруг протока расширяются на 16,4%, за счёт соединительной ткани – на 37,7%, доля гемокапилляров уменьшается на 41,11%. Количество биоэлементов в мышце падает в 2 и более раза.

Заключение. Изменение структуры ОСЖ и количества биоэлементов при накоплении Рb отражают нарушения секреции и пассажа слюны, что приводит к изменению химического состава ротовой жидкости и гомеостаза в полости рта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ацетат свинца, самцы-подростки, околоушные слюнные железы, минеральный обмен.

Для цитирования: Залавина О.А., Елясин П.А., Залавина С.В. Структура околоушных слюнных желёз в условиях хронической свинцовой интоксикации (экспериментальное исследование). Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):35–37. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-15.

ВВЕДЕНИЕ

В результате различных производственных процессов и деятельности промышленных предприятий во внешнюю среду поступает большое количество побочных продуктов, содержащих различные соединения тяжелых металлов (ТМ). Особую опасность представляет накопление таких ТМ, которым присуща высокая токсичность в относительно низких концентрациях и способность к биоаккумуляции. Вследствие широкой распространенности Рb в окружающей среде он в той или иной мере содержится во всех видах пищевых продуктов (Теплая, 2013), чем объясняется основной пероральный путь его поступления в организм человека. В связи с вышеуказанным изучение влияния Рb на органы полости рта является актуальным.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – выявить особенности строения околоушной слюнной железы и обмена минеральных веществ самцов-подростков крыс при хронической интоксикации свинцом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – околоушные слюнные железы 4-недельных самцов крыс Wistar. Формировали 2 группы по 10 животных в каждой: 1-я контрольная и 2-я самцы-подростки с введением ацетата Рb. Ацетат Рb вводился ежедневно 1 раз в сутки в пищу в течение трех недель. Предварительно его растворяли в воде таким образом, что на 0,2 мл раствора приходится 1,0 мг свинца. Для создания дозировки 10 мг/кг веса перед каждым кормлением взвешивали животных и, в соответствии с массой,

инсулиновым шприцом в пищу вводили необходимое количество раствора токсиканта. В контроле в пищу вводили эквивалентный объём чистой воды. Для гистологических исследований забирали слюнные железы, их фиксировали в 10% забуференном формалине и выполняли стандартную проводку и заливку в гистомикс. Морфометрию проводили методом точечного счёта под световым микроскопом при увеличении в 400 раз с использованием сетки на 88 точек. Определяли площади цитоплазмы эпителиоцитов, их ядер, просвета протока, площадь соединительной ткани и гемокапилляров в межклеточных интерстициальных пространствах. Для измерения диаметра и просвета концевых отделов ОСЖ использовали программу ImageJ 1.54d. Цифровые микрофотографии ОСЖ получали на микроскопе PrimoStar (Zeiss, Германия) при помощи CCD камеры AxioCam 512 color (ZEISS) и программного обеспечения ZEN 2,3 (ZEISS). В скелетной мышце определяли Ca, Cd, Mg, Mn, P, Pb, Se, Zn, K методом ИСП-МС. Статистическую обработку данных выполняли с использованием лицензионного пакета Excel MSOffice-2016 и SPSS Statistics 22. Полученные показатели проверяли на нормальность распределения с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. При негауссовом распределении показателей выборки использовали U-критерий Mann–Whitney с поправкой Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При введении Pb диаметр ацинусов ОСЖ значимо растёт на 12,39%. Просвет концевых отделов ОСЖ снижается на 38,1%. Площадь эпителия исчерченных внутридольковых протоков значимо уменьшается на 23,19%. Ядерно-цитоплазматическое отношение эпителиоцитов увеличивается на 52%. Интерстициальные пространства вокруг протока расширяются на 16,4%, за счёт соединительной ткани на 37,7%. Доля гемокапилляров уменьшается на 41,11%. Площадь просвета протока растёт на 35,98%, однако относительная площадь компонентов протока, входящих в состав его стенки, уменьшается на 8%. В условиях хронического субтоксического поступления Pb происходит увеличение его содержания более чем 10 раз. При этом содержание всех эссенциальных элементов снижается: Mn в 3,36 раза, P в 2,13 раза, K и Ca в 2 раза, Se в 1,8 раза, Zn в 1,75 раза.

Выявленные изменения ОСЖ при накоплении Pb отражают нарушение механизмов секреции и пассажа слюны по выводным протокам. Это проявляется в том, что в составе сероцитов ОСЖ происходит увеличение площади их цитоплазмы, при этом она приобретает вспененный, пузырчатый вид, что вызвано накоплением в ней большого количества секреторных гранул разного диаметра. Эти изменения в секреторных отделах ОСЖ сочетаются с истончением стенки и увеличением площади просвета внутридольковых исчерченных протоков. Выявленные признаки в glanduloцитах при промышленной вибрации трактуются исследователями как проявление нарушения оттока слюны (Залавина и др., 2014). Снижение концентрации Zn и Se приводят к снижению антимикробных свойств ротовой жидкости. Накопление Pb у детей провоцирует избыточное образование зубных отложений и воспалительные процессы десен (Tort et al., 2018). Установлено, что у лиц, занятых на производствах с высокими дозами Pb, возрастает распространенность и интенсивность кариеса зубов, возникают заболевания слизистой оболочки полости рта, наблюдается низкий уровень гигиены, повышается индекс гингивита, снижается скорость секреции, увеличивается вязкость ротовой жидкости (Ермолаев и др., 2007). Уменьшение содержания Ca, P и Mg снизит реминерализующие свойства слюны. Особенностью микрокристаллизации слюны у рабочих, подвергавшихся воздействию Pb на производстве, является ее снижение, что предполагает редукцию минерализующей функции смешанной слюны и повышает риск патологии твердых тканей зубов (Бобровская, 2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение структуры ОСЖ и количества биоэлементов при накоплении Pb отражают нарушения секреции и пассажа слюны, что приводит к изменению химического состава ротовой жидкости и гомеостаза в полости рта.

ЛИТЕРАТУРА

Бобровская Н. П. Особенности микрокристаллизации слюны у рабочих профессионального риска по свинцу. Вестник стоматологии. 2017; 4: 35–39.

Ермолаев Ю.Г., Струев И.В., Потапов С.Д. Проблема стоматологической реабилитации лиц с хронической интоксикацией свинцом на производстве. Естествознание и гуманизм. 2007; 4 (3): 44.

Залавина С.В., Апраксина Е.Ю., Пушилилин П.И. и др. Особенности структурной организации крупных слюнных желез беременной самки в условиях промышленной вибрации (экспериментальное исследование) Медицина и образование в Сибири. 2014; 6.

Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). Астраханский вестник экологического образования. 2013; 1 (23): 182–192.

Tort B., Choi Y.H., Kim E.K., et al. Lead exposure may affect gingival health in children. BMC Oral Health. 2018; 18(1): 79; <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0547-x>.

THE STRUCTURE OF THE PAROTID SALIVARY GLANDS IN CONDITIONS OF CHRONIC LEAD INTOXICATION (EXPERIMENTAL STUDY)

O.A. Zalavina, P.A. Elyasin, S.V. Zalavina

Novosibirsk State Medical University,
Krasny Prospekt str. 52, Novosibirsk, 630091, Russian Federation

ABSTRACT. The objective of the present study was to identify the features of the structure of the parotid salivary gland and mineral metabolism of male adolescent rats during lead intoxication.

Materials and methods. The object of the study is the parotid salivary glands (PSG) of 4-week-old males. 2 groups of 10 animals were formed: control males and rats with administration of Pb acetate solution 1 time per day for 3 weeks. Pb acetate was previously dissolved in water so that 1.0 mg of lead per 0.2 ml of solution. To ensure a dosage of 10 mg / kg of weight, the animals were weighed before feeding and, in accordance with the weight, the necessary amount of toxicant solution was injected into the cracker with a syringe. Clean water was introduced into the control. PSG was performed according to the generally accepted method for filling into histomix. Morphometry was performed under a light microscope at 400 magnification using an 88-point grid. The areas of cytoplasm and epithelial cell nuclei, duct lumen, connective tissue around the duct and hemocapillaries in it were determined in the excretory ducts. To measure the diameter and lumen of the end sections of the OSJ, the ImageJ 1.54d program was used. In skeletal muscle, the determination of Ca, Cd, Mg, Mn, P, Pb, Se, Zn, K was performed by ICP-MS.

Results. With the accumulation of Pb, the diameter of the OSJ acinuses grows by 12.39%, and the diameter of their lumen by 38.1%. The area of the epithelium of the ducts is reduced by 23.19% due to the cytoplasm. The lumen of the duct grows by 35.98%. Interstitial spaces around the duct expand by 16.4%, due to connective tissue by 37.7%, the proportion of hemocapillaries decreases by 41.11%. The amount of bioelements in the muscle drops by 2 or more times.

Conclusions. Changes in the structure of the OSH and the amount of bioelements during the accumulation of Pb reflect impaired secretion and passage of saliva, which leads to a change in the chemical composition of oral fluid and homeostasis in the oral cavity.

KEY WORDS: lead acetate, adolescent males, parotid salivary glands, mineral metabolism.

REFERENCES

Bobrovskaya N.P. Features of microcrystallization of saliva in workers at occupational risk for lead. Bulletin of Dentistry. 2017; 4: 35–39. (In Russ.).

Ermolaev Yu.G., Struyev I.V., Potapov S.D. The problem of dental rehabilitation of persons with chronic lead intoxication at work. Natural science and humanism. 2007; 4 (3): 44. (In Russ.).

Zalavina S.V., Apraksina E.Yu., Pushilin P.I., Elyasin P.A., Pushilina M.Yu., Zhelezny P.A. Features of the structural organization of large salivary glands of a pregnant female in conditions of industrial vibration (experimental study) Medicine and education in Siberia. 2014; 6. (In Russ.).

Teplaya G.A. Heavy metals as a factor of environmental pollution (literature review). Astrakhan Bulletin of Environmental Education. 2013; 1 (23): 182-192. (In Russ.).

Tort B., Choi Y.H., Kim, E.K. et al. Lead exposure may affect gingival health in children. BMC Oral Health. 2018; 18(1): 79; <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0547-x>.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-16

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОКОЛОУШНЫХ СЛЮННЫХ ЖЕЛЁЗ И МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН В СИСТЕМЕ МАТЬ – ПЛОД – ПОТОМСТВО ПРИ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИИ

С.В. Залавина, Е.Ю. АпраксинаФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет МЗ,
Российская Федерация, 630091, Новосибирск, Красный проспект, д.52

РЕЗЮМЕ. Цель исследования – определить структурные особенности околоушных слюнных желез и особенности минерального обмена в системе мать-плод-потомство при действии промышленной вибрации.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на крысах Wistar. Животные делились на 2 группы: 1-я контрольная – 10 самок с интактной беременностью; 2-я – 10 животных, подвергавшихся вибровоздействию категории 3А (общая технологическая) в течение 60 мин с 9-х по 18-е сутки беременности. На 20-е сутки животных забивали. Для исследования под световым и электронным микроскопом забирали околоушные слюнные железы. Морфометрировали методом точечного счета под световым микроскопом с использованием квадратной тестовой системы на 88 точек. Определение содержания Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, P, Pb, Se, Zn в печени самок проводили методом масс-спектрометрии с индуктивносвязанной плазмой (ИСП-МС).

Результаты. Изменения в структуре околоушной слюнной железы в системе мать-плод-потомство свидетельствуют об обеднении микроциркуляторного русла (МЦР) и затруднении оттока слюны в околоушной слюнной железе, что сопровождается уменьшением доли паренхимы и увеличением площади стромы железы. Электронная микроскопия выявила сладжированные эритроциты в МЦР, выраженные апоптотные и деструктивные изменения в паренхиме железы. На фоне вибрации снижались концентрации эссенциальных элементов Ca, Mg, Fe и увеличивалось содержание Cu, Cd, Pb.

Заключение. Изменения в околоушных слюнных железах системы мать-плод-потомство при вибрации проявляются в снижении площади паренхимы, нарушении оттока слюны, уменьшении площади сосудов МЦР и увеличении доли соединительной ткани. Отклонения в минеральном обмене – это отражение нарушенного гомеостаза системы мать-плод-потомство. Выявленные изменения являются морфофункциональной основой, приводящей к нарушению пренатального развития околоушных слюнных желёз плода. Возникшие пренатально структурные и биохимические изменения сохраняются после рождения у половозрелого потомства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: промышленная вибрация, система мать-плод, слюнные железы, минеральный обмен.

Для цитирования: Залавина С.В., Апраксина Е.Ю. Структурные особенности околоушных слюнных желёз и минеральный обмен в системе мать – плод – потомство при вибровоздействии. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):38–40. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-16.

ВВЕДЕНИЕ

Вибрация один из распространенных техногенных факторов, в условиях которого трудится и живет множество людей. На фоне вибрации возрастает количество сердечно-сосудистой патологии, заболеваемость опорно-двигательного аппарата, органов пищеварения и других систем. Доказано, что ряд признаков вибрационной патологии проявляется на органах полости рта задолго до развития её основных симптомов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводили на крысах Wistar. Животных разделили на 2 группы: 1-я контрольная состояла из 10 самок с интактной беременностью; 2-я группа включала 10 животных, которые с 9 по 18 сутки беременности ежедневно подвергались вибровоздействию категории 3А (общая технологическая) в течение 60 мин. На 20-е сутки беременности животных выводили из эксперимента. Для морфологического исследования использовали слюнные железы самок, плодов и половозрелых потомков. Подготовку органов проводили по стандартной методике для исследования методами световой и электронной микроскопии. Морфометрию околоушной слюнной железы проводили методом точечного счета под световым микроскопом с использованием квадратной тестовой системы на 88 точек. Для определения минеральных веществ использовали печень самок. Аналитические исследования выполняли методом атомной эмиссионной спектрометрией с индукционно связанной аргоно-

вой плазмой (АЭС-ИПС). Определяли элементы: Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, P, Pb, Se, Zn. Статистическую обработку данных морфометрического исследования проводили с использованием лицензионного пакета Excel MSOffice-2016 и SPSS Statistics 22. Полученные показатели проверяли на нормальность распределения с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. При негауссовом распределении показателей выборки использовали U-критерий Mann–Whitney с поправкой Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфометрия околоушной слюнной железы самок крыс выявила расширение просвета исчерченных протоков на 125,5%. Со стороны сосудов МЦР определено значимое уменьшение просвета капилляров и площади их стенок на 28,1 и 33,2% соответственно. Площадь паренхимы железы значимо уменьшается на 8,9%, что сопровождается достоверным увеличением площади стромы железы на 86,1%. В расширенных межклеточных пространствах при электронной микроскопии определяются фибробласты с признаками усиления синтеза коллагена. Выявляются сладжированные эритроциты в сосудах МЦР, выраженные апоптозные и деструктивные изменения в паренхиме железы. Цитоплазма ациноцитов переполнена секреторными гранулами, которые зачастую располагались не только на апикальном полюсе клетки, но заполняли собой всю цитоплазму. При этом размеры секреторных гранул уменьшались. Выявленные изменения свидетельствуют о затруднении выведения секрета из железы в ротовую полость (Залавина и др., 2007). По-нашему мнению, увеличение площади исчерченных протоков происходит и за счет сгущения секрета и переполнения им просвета протока, что приводит к эктазии стенок протока.

При морфометрии околоушных слюнных желез плодов наблюдается достоверное увеличение площади стенки выводных протоков на 14,1% и уменьшение их просвета на 43,9%. Площадь сосудов МЦР падает на 29,2%.

У потомства площадь стенок внутридольковых исчерченных и междольковых выводных протоков растет на 31,8 и 71,2% соответственно. Просветы внутридольковых протоков сужены на 30,1%, а междольковых расширены на 61,8%, что, вероятно, связано с застойными явлениями, вызванными повышенной вязкостью слюны. Площадь МЦР уменьшена. Площадь стромы железы увеличена на 74,9%, а площадь экзокриноцитов снижена на 18,2%. Ациноциты переполнены секреторными гранулами, в их цитоплазме наблюдаются участки деструкции гранулярной эндоплазматической сети.

При вибровоздействии значимо уменьшалось содержание Ca на 24,57%, Fe на 116,55%, Mg на 14,98% и достоверно увеличивались уровни Cd в 8 раз, Pb на 93%. Содержание Zn проявляет тенденцию к снижению. Доказано, что слюна в своём составе содержит высокие концентрации ионов Ca и Mg. Уменьшение их количества приведет к дефициту их содержания в составе слюны, а это в свою очередь нарушит минерализующую функцию ротовой жидкости и вызовет преобладанию процессов деминерализации эмали зубов над их реминерализацией. Апоптозные и деструктивные изменения glanduloцитов слюнных желёз могут быть вызваны токсическим влиянием Pb и Cd, доля которых на фоне вибровоздействия растёт (Залавина и др., 2013). Увеличение количества указанных тяжелых металлов происходит в связи с высоким уровнем их поступления в кровоток из костей скелета, которые под действием общей промышленной вибрации претерпевают значительную органную перестройку (Залавина и др., 2008). Снижение концентрации Mg ведёт к спазму сосудов и повышению артериального давления, ухудшению микроциркуляции в капиллярах (Кудрявцева, Чеминава, 2016). У работников кадмиевых производств прямо пропорционально профессиональному стажу работы снижалась скорость слюноотделения и возрастала вязкость слюны, что вызывает сухость слизистой оболочки полости рта (Шацкая и др., 2012).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения в околоушных слюнных железах системы мать-плод-потомство при вибрации проявляются в снижении площади паренхимы, нарушении оттока слюны, уменьшении площади сосудов МЦР и увеличении доли соединительной ткани. Отклонения в минеральном обмене, являются отражением нарушенного гомеостаза системы мать-плод-потомство. Выявленные изменения являются морфофункциональной основой, приводящей к нарушению пренатального

развития околоушных слюнных желёз плода. Возникшие структурные и биохимические изменения сохраняются после рождения у половозрелого потомства.

ЛИТЕРАТУРА

Залавина С.В., Апраксина Е.Ю., Склянов Ю.И., Железный П.А. Влияние вибрации на минеральный обмен и состояние слюнных желез в системе мать-плод-потомство. Морфологические ведомости. 2007; 3-4: 18–20.

Залавина С.В., Апраксина Е.Ю., Дровосеков М.Н. и др. Развитие зубных зачатков, минеральный обмен и состояние опорно-двигательного аппарата при действии вибрации. Стоматология детского возраста и профилактика. 2008; VII (1); 50–54.

Залавина С.В., Апраксина Е.Ю., Скрипалёва Т.П., Пушилилин П.А. Минеральный обмен и структура орофациальных органов плода в условиях вибровоздействия. Медицина и образование в Сибири. 2013; 6; 57.

Кудрявцева Т.В., Чеминава Н.Р. Влияние минерального состава ротовой жидкости на стоматологическое и соматическое здоровье. Пародонтология. 2016; 4 (81); 17–23.

Шацкая Н.В., Мхитарян А.К., Агранович Н.В. Вопросы профилактики стоматологических заболеваний среди работающих в контакте с вредными веществами. Фундаментальные исследования. 2012; 8(2): 458–460.

STRUCTURAL FEATURES OF THE PAROTID SALIVARY GLANDS AND MINERAL METABOLISM IN THE MOTHER-FETUS-OFFSPRING SYSTEM DURING VIBRATION

S.V. Zalavina, E.Yu. Apraksina

Novosibirsk State Medical University,
Krasny Prospekt str. 52, Novosibirsk, 630091, Russian Federation

ABSTRACT. The objective of the present study to determine the structural features of the parotid salivary glands and the features of mineral metabolism in the mother–fetus-offspring system under the action of industrial vibration.

Materials and methods. The experiment was conducted on Wistar rats. The animals were divided into 2 groups: 1 control group - 10 females with intact pregnancy; 2 group. -10 animals exposed to vibration of category 3A (general technological) for 60 minutes from the 9th to the 18th day of pregnancy. On day 20, the animals were removed from the experiment. Parotid salivary glands were taken for examination under a light and electron microscope. Morphometry was performed by the method of point counting under a light microscope using a square test system with 88 points. The content of Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, P, Pb, Se, and Zn in the liver of females was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Results. Changes in the structure of the parotid salivary gland in the mother-fetus-offspring system indicate a depletion of the microcirculatory bed (MCR) and difficulty in the outflow of saliva in the parotid salivary gland, which is accompanied by a decrease in the proportion of parenchyma and an increase in the area of the stroma of the gland. Transmission electron microscopy revealed slagged erythrocytes in the MCR, pronounced apoptotic and destructive changes in the parenchyma of the gland were observed. Against the background of vibration, concentrations of essential elements Ca, Mg, Fe decreased and the content of Cu, Cd, Pb increased.

Conclusions. Changes in the parotid salivary glands of the mother-fetus-offspring system during vibration are manifested in a decrease in the area of the parenchyma, impaired saliva outflow, a decrease in the area of the vessels of the MCR and an increase in the proportion of connective tissue. Deviations in mineral metabolism are a reflection of the disturbed homeostasis of the mother-fetus-offspring system. The revealed changes are a morphofunctional basis, leading to a violation of the prenatal development of the parotid salivary glands of the fetus. The structural and biochemical changes that occurred prenatally persist after birth in sexually mature offspring.

KEYWORDS: industrial vibration, mother-fetus system, salivary glands, mineral metabolism.

REFERENCES

Zalavina S.V., Apraksina E.Yu., Sklyanov Yu.I., Zhelezny P.A. The effect of vibration on mineral metabolism and the state of salivary glands in the mother-fetus-offspring system. Morphological statements. 2007; 3-4: 18–20. (In Russ.).

Zalavina S.V., Apraksina E.Yu., Drovosekov M.N., et al. Development of dental rudiments, mineral metabolism and the state of the musculoskeletal system under the action of vibration. Pediatric dentistry and prevention. 2008; VII (1); 50–54. (In Russ.).

Zalavina S.V., Apraksina E.Yu., Skripaleva T.P., Pushilin P.A. Mineral metabolism and structure of fetal orofacial organs under vibration conditions. Medicine and education in Siberia. 2013; 6; 57. (In Russ.).

Kudryavtseva T.V., Chemina N.R. The effect of the mineral composition of oral fluid on dental and somatic health. Parodontology. 2016; 4 (81); 17-23. (In Russ.).

Shatskaya N.V., Mkhitarян A.K., Agranovich N.V. Issues of prevention of dental diseases among workers in contact with harmful substances. Fundamental research. 2012; 8(2); 458–460. (In Russ.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-17

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ДОЗ СУЛЬФАТА ЖЕЛЕЗА (II) И БЕНЗОЛА НА ПРОЦЕССЫ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Н.В. Шарапова, Л.В. Золина, Л.В. Амелина, С.В. Икрянникова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, пр. Парковый 7

РЕЗЮМЕ. Длительное воздействие низких доз железа и бензола при их изолированном и совместном поступлении в организм с питьевой водой приводит к снижению активности ферментов антиоксидантов: каталазы и супероксиддисмутазы. Описанные изменения происходят на фоне достоверного увеличения содержания в сыворотке крови и гомогенатах печени продуктов перекисного окисления – диеновых конъюгатов и малонового диальдегида в эксперименте у крыс. При длительном воздействии низкие дозы бензола и железа способны привести к развитию окислительного стресса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: железо, бензол, низкие дозы, супероксиддисмутаза, каталаза, свободно-радикальное окисление.

Для цитирования: Шарапова Н.В., Золина Л.В., Амелина Л.В., Икрянникова С.В. Влияние низких доз сульфата железа (II) и бензола на процессы свободно-радикального окисления в эксперименте. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):41–43. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-17.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области» за 2021–2022 гг., для отдельных жилых территорий области было выявлено повышенное содержание железа (Fe) в питьевой воде. Приоритетными веществами, вносящими наибольший вклад в индекс диффузного загрязнения атмосферного воздуха во всех крупных городах Оренбургской области, являются бензол (C₆H₆) и его производные.

Находясь в атмосферном воздухе и питьевой воде в дозах, не превышающих допустимые концентрации, обладая высокой способностью к накоплению в биологических объектах и выраженным прооксидантным потенциалом, Fe и C₆H₆ способны запускать процессы свободно-радикального окисления (СРО) (Rappaport et al., 2013, Fenga et al., 2016, Premshekhara et al., 2016). Вместе с тем к настоящему времени по-прежнему остаётся задача совместного воздействия низких концентраций железа (Fe²⁺) и бензола на интенсивность процессов СРО, что определяет актуальность настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты проводили на 40 самцах крыс Wistar (филиал питомника «Столбовая», Московская обл.), начальной массой 170 г. Животных содержали в стандартных пластмассовых клетках при комнатной температуре с соблюдением циклов день/ночь в соотношении 12/12 ч. Крысы находились на стандартном рационе питания (сбалансированный гранулированный корм «ProCorm» компании Вюрго, г. Новосибирск). Для питья животным давали бутилированную воду Akva vita, добываемую из местных артезианских источников (ООО «Живая планета», г. Оренбург, Россия). Количество корма и воды не ограничивали. Все экспериментальные животные были разделены на четыре группы: I – контроль; II – крысы получали с водой соли Fe²⁺ в дозе 2,25 мг/кг/сут из расчета 0,5 ПДК; III – животным давали питьевую воду, содержащую C₆H₆ («Полихим», Россия) в концентрации 0,015 мг/л, что соответствует 0,5 ПДК; IV – крысы получали с питьевой водой смесь из солей Fe²⁺ и C₆H₆ в дозах, эквивалентных 0,5 ПДК для каждого токсиканта. Продолжительность эксперимента составляла 20 недель.

Эксперимент проведен в соответствии с этическими нормами и рекомендациями по гуманизации работы с лабораторными животными, которые отражены в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей» (Страсбург, 1985). По окончании эксперимента эвтаназию животных осуществляли путем декапитации.

В гомогенатах печени определяли содержание диеновых конъюгатов (ДК) по методу Z. Placer, малонового диальдегида (МДА) по реакции с тиобарбитуровой кислотой. Активность супероксид-дисмутазы (СОД) и каталазы в эритроцитах крови и гомогенатах печени устанавливали кинетическими спектрофотометрическими методами на спектрофотометре «Genesys 5» (США).

Результаты проведенных исследований обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета программ для ПК Microsoft Excel 10.0, STATISTICA 10.0, включая методы параметрического анализа (критерий Стьюдента). Для выделения значимых коэффициентов корреляции выбран уровень значимости, принятый для медико-биологических исследований ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице представлены данные, отражающие активность антиоксидантных ферментов эритроцита и содержание МДА и ДК в сыворотке крови и гомогенатах печени у контрольных и опытных животных.

У животных II группы снижение активности СОД и каталазы эритроцитов составляло 20 и 28%, а содержание ДК и МДА в сыворотке на 15 и 17% превышало показатели контрольной группы. У животных III группы наблюдалось снижение активности СОД и каталазы в крови на 27 и 30% соответственно. Содержание ДК в сыворотке при этом существенно не менялось, а уровень МДА увеличился в 1,65 раза по сравнению с контролем. В IV группе отмечалось достоверное снижение активности СОД на 26%, по сравнению с контрольной группой животных, понижение активности каталазы составляло 5%.

Активности СОД и каталазы в гомогенатах печени были на 44 и 21% выше у животных II группы по сравнению с контролем, а концентрации ДК и МДА в 2 и 3 раза превышали контрольные показатели. В группе III наблюдалось повышение активности СОД на 85% и активности каталазы на 5% соответственно, по сравнению с контрольной группой. В то же время для концентраций ДК и МДА контрольной и опытной групп животных достоверных различий не выявлено. В IV группе, получавшей с питьевой водой как Fe^{2+} , так и C_6H_6 активность СОД и каталазы в печени более чем в 2 и 3 раза превышала контрольные показатели. Уровень ДК в печени у животных этой группы более чем в 2 раза превышал контрольные показатели. В то же время уровень МДА повышался незначительно.

Таблица. Влияние малых доз бензола на активность антиоксидантных ферментов и продуктов перекисного окисления липидов у животных

Ткань, орган	Группа животных	СОД, ед/литр	Каталаза, ед/литр	ДК, нмоль/г белка	МДА, нмоль/г белка
Кровь	I группа (контроль)	138 ± 13,4	197,44±4,85	0,095 ± 0,022	0,063 ± 2,8*
	II группа (Fe^{2+})	110,29±10,14*	141,50±21,3	0,11±0,05*	0,074± 6,4
	III группа (C_6H_6)	101 ± 9,5*	138 ± 5,1*	0,086 ± 0,023	0,104 ± 17,3*
	IV группа (Fe^{2+} и C_6H_6)	101,7±13,6*	140,13±11,3*	0,093± 1,8	0,16±0,11*
Печень	I группа (контроль)	11,9 ± 3,1	59,3 ± 6,0	0,22 ± 0,03	0,53 ± 0,07
	II группа (Fe^{2+})	17,2 ± 1,6*	71,8 ± 4,1*	0,42 ± 0,08	0,18 ± 0,04
	III группа (бензол)	21,9 ± 4,1*	62,2 ± 3,4*	0,25 ± 0,02	0,56 ± 0,11
	IV группа (Fe^{2+} и C_6H_6)	23,9 ± 2,4*	183,4 ± 10,0*	0,53±11,3	0,61±9,4

Примечание: * – обозначены достоверные отличия ($p < 0,05$) по отношению к контролю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длительное поступление в организм животных с питьевой водой бензола и железа (II) в нетоксических дозах как отдельно, так и при их совместном поступлении, приводит к снижению активности СОД и каталазы – ферментов системы АОС. При длительном поступлении в организм крыс воды, содержащей подпороговые концентрации железа (II) и бензола изолированно или в смеси, в сыворотке крови и гомогенатах печени накапливаются продукты ПОЛ – МДА и ДК.

Таким образом, длительное поступление в организм железа и бензола в нетоксичных дозах приводит к активации процессов СРО, что проявляется снижением активности антиоксидантных ферментов на фоне накопления продуктов перекисного окисления в сыворотке и печени экспериментальных животных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Rappaport S.M., Kim S., Thomas R. et al. Low-dose metabolism of benzene in humans: science and obfuscation. *Carcinogenesis*. 2013; 34(1): 2–9.

Fenga C., Gangemi S., Giambò F. et al. Low-dose occupational exposure to benzene and signal transduction pathways involved in the regulation of cellular response to oxidative stress. *Life Sciences*. 2016; 147: 67–70.

Premshkharana G., Nguyena K., Zhang H. et al. Low dose inflammatory potential of silica particles in human-derived THP-1 macrophage cell culture studies – Mechanism and effects of particle size and iron. *Chemico-Biological Interactions*. 2017; 272: 160–171.

THE EFFECT OF LOW DOSES OF IRON (II) SULFATE AND BENZENE ON THE PROCESSES OF FREE RADICAL OXIDATION IN THE EXPERIMENT

N.V. Sharapova, L.V. Zolina, L.V. Amelina, S.V. Ikryannikova

FGBOU VO Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russian Federation, 460000, Orenburg, 7 Park Avenue

ABSTRACT. Prolonged exposure to low doses of iron and benzene in their isolated and combined intake with drinking water leads to a decrease in the activity of antioxidant enzymes: catalase and superoxide dismutase. The described changes occur against the background of a significant increase in the content of peroxidation products in blood serum and liver homogenates - diene conjugates and malondialdehyde in the experiment in rats. With prolonged exposure, low doses of benzene and iron can lead to the development of oxidative stress.

KEYWORDS: iron, benzene, low doses, superoxide dismutase, catalase, free radical oxidation.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-18

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ НА АДСОРБЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ РЫБ

О.В. Иньшин¹, Е.П. Мирошникова²

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, д. 29,

²ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Цель работы – сравнительный анализ влияния активированного угля на адсорбцию тяжелых металлов в организме рыб. Рыба – основной накопитель многих токсичных металлов и их соединений, присутствующих в водной среде. Представлен опыт изучения воздействия активированного угля на адсорбцию тяжелых металлов в организме рыб. Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии активированного угля на адсорбцию токсичных тяжелых металлов в организме рыб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аквакультура, рыба, форель, кормление рыб, активированный уголь, тяжелые металлы.

Для цитирования: Иньшин О.В., Мирошникова Е.П. Сравнительный анализ влияния активированного угля на адсорбцию тяжелых металлов в организме рыб. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):43–45. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-18.

ВВЕДЕНИЕ

Опасность интенсивного антропогенного воздействия связана с накоплением тяжелых металлов в организмах животных и человека, поскольку они не подвергаются деградации в отличие от органических загрязнителей, и попав в среду, они лишь переопределяются между живыми и неживыми компонентами природы (Говоркова, 2004).

Тяжелые металлы оказывают токсическое воздействие на органы и ткани, понижая общую резистентность организма (Газина, 2005). Большая часть современных рыбных хозяйств, применяющих интенсивные методы ведения производства, находятся на территориях с высокой антропогенной нагрузкой.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – изучение воздействия различных дозировок активированного угля (АУ) на концентрацию тяжелых металлов в мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ содержания химических элементов в мышечной ткани рыб проводили в лаборатории Испытательного центра Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН» г. Оренбург (аттестат аккредитации RA.RU.21ПФ59 от 12.10.2015). Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дополнительное включение в рацион активированного угля оказало положительное влияние на скорость роста форели. Об этом свидетельствует повышение живой массы в одной из опытных групп на 19,5%. В результате эксперимента установлено значительное снижение ряда токсичных микроэлементов в организме рыб, за исключением свинца, уровень которого увеличился (рис. 1).

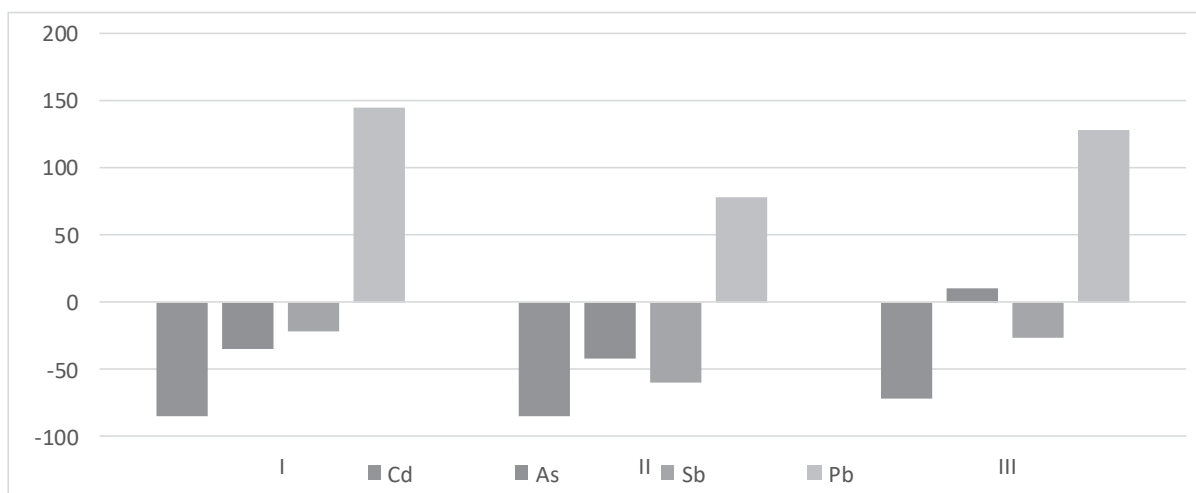


Рисунок. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани радужной форели (относительно контроля), %

Уровень Cd во всех опытных группах понизился на 72,00–85,33% ($p \leq 0,001$), As – на 34,59–41,62% ($p \leq 0,01$) – ($p \leq 0,001$), Sb – на 21,52–27,08% ($p \leq 0,01$). Это объясняется высокой адсорбционной способностью активированного угля к тяжелым металлам.

Отмечено значительное повышение уровня Pb – от 77,77 до 144,40% во всех опытных группах. Это специфическое явление вызвано отличием обмена свинца от обмена других токсичных элемен-

тов. Обменный пул свинца в тканях организма поддерживается с использованием свинца из депо в костной ткани (Tangpong et al., 2009).

Данное явление широко известно в медицине. Так, при назначении сорбентов для лечения элементозов и выведения токсинов часто наблюдается массивное высвобождение свинца из костной ткани, в результате концентрация свинца в крови и других биосубстратах человека возрастает. Аналогичные данные ранее получены в исследованиях (Miroshnikov et al., 2021.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение в рацион активированного угля привело к повышению продуктивности рыб за счет снижения нагрузки на метаболизм со стороны Cd, As, Sr. Дозировка активированного угля в 2 г/кг комбикорма является наиболее оптимальной и положительно влияет на динамику роста живой массы рыб, при этом обеспечивая допустимые отклонения в элементном профиле радужной форели.

ЛИТЕРАТУРА

Газина И.А. Особенности распределения и накопления тяжелых металлов в органах и тканях рыб. Научный журнал «Известия АГУ». 2005; 3(37).

Говоркова Л.К. Выявление факторов накопления тяжелых металлов в органах рыб различных трофических групп (На примере Куйбышевского водохранилища): автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.00.16 / Казан. гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина. Казань, 2004; 24 с.

Miroshnikov S., Notova S., Kazakova T., Marshinskaia O. The total accumulation of heavy metals in body in connection with the dairy productivity of cows. Environ Sci Pollut Res Int. 2021 May 3. DOI: 10.1007/s11356-021-14198-6.

Tangpong J., Satarug S. Alleviation of lead poisoning in the brain with aqueous leaf extract of the *Thunbergia laurifolia* (Linn.) Toxicol. Lett. 2010; 198: 83–88. DOI: 10.1016/j.toxlet.2010.04.031.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF ACTIVATED CARBON ON THE HEAVY METALS IN FISH

O.V. Inshin¹, E.P. Miroshnikova²

¹ Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 460000, Orenburg, St. 9 Yanvaryia, 29

² Orenburg State University, Russian Federation, 430013, Orenburg, Pr. Pobedy, 13

ABSTRACT. Fish is the main accumulator of many toxic metals and their compounds present in the aquatic environment. The article describes the experience of studying the effects of activated carbon on the adsorption of heavy metals in the body of fish. The data obtained indicate a positive effect of activated carbon on the adsorption of toxic heavy metals in the body of fish.

KEYWORDS: aquaculture, fish, trout, fish feeding, activated carbon, heavy metals.

REFERENCES

Gazina I.A. Features of distribution and accumulation of heavy metals in organs and tissues of fish. Scientific journal "Izvestiya ASU". 2005; 3(37). (In Russ.).

Govorkova, L.K. Identification of factors of accumulation of heavy metals in the organs of fish of various trophic groups (On the example of the Kuibyshev reservoir): abstract of the dissertation of the Candidate of Biological Sciences: 03.00.16. Kazan State University named after V.I. Ulyanov-Lenin. Kazan, 2004; 24 p. (In Russ.).

Miroshnikov S., Notova S., Kazakova T., Marshinskaia O. The total accumulation of heavy metals in body in connection with the dairy productivity of cows. Environ Sci Pollut Res Int. 2021 May 3. doi: 10.1007/s11356-021-14198-6.

Tangpong J., Satarug S. Alleviation of lead poisoning in the brain with aqueous leaf extract of the *Thunbergia laurifolia* (Linn.) Toxicol. Lett. 2010; 198:83–88. doi: 10.1016/j.toxlet.2010.04.031.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-19

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РУБЦОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А.М. Камирова, Е.А. Сизова

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
Российская Федерация, 46000 г. Оренбург, ул. 9 Января 29

РЕЗЮМЕ. Минеральное питание играет решающую роль в реакции иммунной системы животных. Минералы важны для здоровья и продуктивности скота. В эксперименте использовали ультрадисперсные частицы кремния в комплексе с янтарной кислотой. Проанализированы результаты исследований микроэлементного состава рубцовой жидкости. Использование в базовом субстрате ультрадисперсных частиц кремния в комплексе с янтарной кислотой в рубцовом содержимом после инкубации установлено достоверное ($p \leq 0,05-0,001$) снижение токсичных элементов в пределах 17,0–92,0%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: животные, ультрадисперсные частицы кремния, янтарная кислота, элементный состав, рубцовая жидкость.

Для цитирования: Камирова А.М., Сизова Е.А. Элементный состав рубцовой жидкости при включении органоминерального комплекса. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):46–47. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-19.

ВВЕДЕНИЕ

Минеральное питание играет решающую роль в реакции иммунной системы животных. В результате минералы важны для здоровья и продуктивности скота. Они выполняют специфические функции во врожденных и приобретенных иммунных реакциях животного, адекватное добавление имеет решающее значение для развития защитного иммунитета, особенно у животных (Snowder et al., 2006).

В эксперименте использовали ультрадисперсные частицы кремния (УДЧ SiO_2) в комплексе с янтарной кислотой (ЯК). Выбор УДЧ SiO_2 связан с экстраординарными свойствами данных частиц, такими как хорошая стабильность, превосходная биосовместимость (Xu et al., 2014), а также большим потенциалом для широкого применения в контролируемой доставке лекарств (Li et al., 2012). Янтарная кислота участвует в ряде биохимических реакций энергетического, структурного и ферментного обеспечения организма. Стимулирует рост животных, повышает резистентность их организма (Лимаренко и др., 1999).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными», ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553).

Исследование проводили на базе центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» и Центра коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН <https://xn----btbzumgw.xn--plai/>. Микроэлементный состав рубцовой жидкости крупного рогатого скота с учетом использования УДЧ SiO_2 и ЯК изучали на модели «искусственного рубца» с применением установки-инкубатора «АНКОМ Daisy II». Исследовали ранее выявленные дозировки: для УДЧ SiO_2 – 7,51 мг/кг корма; ЯК – 30 мг/кг.

Элементный анализ осуществляли на одноквадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7900 ICP-MS (Agilent, США). Анализ Cr, Fe, Zn, Se и As проводили в гелиевом режиме с использованием столкновительной ячейки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сформирована база данных содержания условно эссенциальных, эссенциальных и токсичных элементов в биосубстратах крупного рогатого скота при введении в рацион оцениваемых веществ. При введении в базовый субстрат УДЧ SiO_2 и ЯК в рубцовом содержимом после инкубации установлено достоверное ($p \leq 0,05-0,001$) снижение концентрации алюминия, галлия, кадмий в пределах 92,0; 41,2; 17,0% соответственно. Необходимо знать, что бактериальная масса является "пищей" для простейших, и снижение концентрации элементов может быть вызвано всасыванием или стандартным

перевариванием (Макаева и др., 2019). Наблюдалась тенденция к увеличению доли кальция ($p \leq 0,001$), бария, что говорит о положительном смещении биохимических процессов в рубце. В частности, отмечалось повышение экстракции натрия, фосфора, селена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение органоминеральной добавки оказывает влияние на элементный состав рубцовой жидкости. Однако стимулирующий эффект органоминерального комплекса на метаболизм в рубце мало изучен. Экспериментальные данные показывают перспективность подхода и требуют дальнейших исследований.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2024-0002).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Li R.G., Wang X.P., Wang C.Y., Ma M.W., Li F.C. Growth performance, meat quality and fatty acid metabolism response of growing meat rabbits to dietary linoleic acid. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2012;25(8):1169–1177; <https://doi.org/sci-hub.bz/10.5713/ajas.2012.12085>.

Snowder G.D., Van Vleck L.D., Cundiff L.V., Bennett G.L. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Environmental, genetic, and economic factors. *J. Anim. Sci.* 2006; 84: 1999–2008.

Xu L., Hou Y., Bickhart D.M., Song J., Tassell C.P.V., Sonstegard T.S. & Liu G.E. A genome-wide survey reveals a deletion polymorphism associated with resistance to gastrointestinal nematodes in. *Angus cattle Original Paper.* 2014; 14: 333–339.

Лимаренко А.А., Трунов М.А. МНК Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. М. 1999; 122–124. [Limarenko A.A., Trunov M.A. MNK Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. M. 1999; 122–124. (In Russ.)].

Макаева А.М., Атландерова К.Н., Сизова Е.А., Мирошников С.А., Ваншин В.В. Элементный и микроэкологический состав рубца при использовании в кормлении крупного рогатого скота высокодисперсных частиц. *Животноводство и кормопроизводство.* 2019; 102(3): 19–32. [Makaeva A.M., Atlanderova K.N., Sizova E.A., Miroshnikov S.A., Vanshin V.V. Elemental and microecological composition of the scar when using highly dispersed particles in cattle feeding. *Animal husbandry and feed production.* 2019; 102(3): 19–32. (In Russ.)].

TRACE ELEMENT COMPOSITION OF THE SCAR FLUID WHEN THE ORGANOMINERAL COMPLEX IS TURNED ON

A.M. Kamirova, E.A. Sizova

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 January 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. Mineral nutrition plays a crucial role in the immune system response of animals. Minerals are important for the health and productivity of livestock. In the experiment ultradisperse silicon particles in complex with succinic acid were used. In this thesis, the results of studies of the trace element composition of the scar fluid are analyzed. The use of ultrafine silicon particles in the base substrate in combination with succinic acid in the scar content after incubation showed a significant ($p \leq 0.05–0.001$) decrease in toxic elements in the range of 17.0–92.0%.

KEYWORDS: animals, ultrafine silicon particles, succinic acid, elemental composition, scar fluid.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-20

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЦИНКА И ФИТОБИОТИКА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫБ

Ю.В. Килякова¹, Е.П. Мирошникова¹, А.Е. Аринжанов¹, М.С. Мингазова^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13,

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты биологического действия кормовой фитобиотической добавки «Пробиоцид-Фито» и ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка на рост, морфологические и биохимические показатели крови молоди карпа. Более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса были получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кормовые добавки, фитобиотик, ультрадисперсные частицы, цинк, морфологические и биохимические показатели крови, карп.

Для цитирования: Киялкова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С. Влияние ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика на биологические и гематологические показатели рыб. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):47–49. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-20.

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура в настоящее время – быстро развивающаяся отрасль сельского хозяйства. Для нейтрализации негативного влияния интенсификационных мероприятий и факторов среды, а также стимуляции роста и повышения иммунного статуса в кормах для рыб используют разнообразные добавки (пробиотики, пребиотики, фитобиотики, ультрадисперсные частицы металлов) (Мирошникова и др., 2019, Kondera et al., 2020).

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – оценка влияния кормового фитобиотического препарата «Пробиоцид-Фито» и ультрадисперсных частиц (УДЧ) цинка на рост и гематологические показатели молоди карпа при введении в рацион как отдельно, так и совместно.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях использовали сеголетки карпа средней навеской 15 г (± 1 г). Четыре опытные группы рыб ($n=30$) сформированы методом пар-аналогов. Контрольная группа получала основной рацион (ОР), I опытная группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма), II группа – ОР + УДЧ Zn (10 мг/кг корма), III группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма) + УДЧ Zn (10 мг/кг корма). Длительность учетного периода – 56 суток.

Фитобиотическая кормовая добавка «Пробиоцид-Фито» изготовлена на основе смеси эфирных масел (ООО «БИОТРОФ»). УДЧ Zn диаметром 90 нм получены методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона, удельная поверхность – 5,34 м²/г (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск). Морфологические и биохимические показатели крови оценивали в Испытательном центре ФНЦ БСТ РАН по стандартным методикам с помощью автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus (URIT Medial Electronic Co., Китай) и автоматического биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При включении в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn наилучший ростостимулирующий эффект наблюдали при совместном использовании фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn – масса рыб превышала контроль на 18,4% ($p \leq 0,05$).

Анализ морфологического состава крови молоди карпа показал, что в опытных группах, получавших фитобиотическую кормовую добавку отдельно и совместно с УДЧ, наблюдалось достоверное снижение количества лейкоцитов на 55,1% ($p \leq 0,001$) в I группе и на 16,4% ($p \leq 0,05$) в III группе. Использование в рационе УДЧ Zn привело к значительному увеличению количества эритроцитов (на 51% ($p \leq 0,05$)), тромбоцитов (на 50% ($p \leq 0,01$)) и лимфоцитов (на 36,7% ($p \leq 0,05$)) по сравнению с контролем.

Из биохимических показателей сыворотки крови молоди карпа во всех опытных группах наблюдалось достоверное увеличение уровня глюкозы по сравнению с контролем: I – на 45,2 % ($p \leq 0,01$), II – на 5,5% ($p \leq 0,05$), III – на 7,3% ($p \leq 0,05$). Исследуемые кормовые добавки активизировали в I и II опытных группах белковый обмен. На 100% ($p \leq 0,01$) и 113,6% ($p \leq 0,01$) соответственно был достоверно выше контроля уровень триглицеридов, а уровень аспаратаминотрансферазы (АСТ) – на 16,3% ($p \leq 0,01$) и 14,5% ($p \leq 0,05$) оказался ниже контроля в группах, получавших УДЧ Zn отдельно и совместно с фитобиотиком «Пробиоцид-Фито». Билирубин превышал контрольные значения в I и III опытных группах на 45,5% ($p \leq 0,05$) и 95,5% ($p \leq 0,01$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований установлено положительное влияние фитобиотической кормовой добавки «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении их в рацион как отдельно, так и совместно. При этом более высокие значения роста, обменных процессов, иммунного статуса получены при совместном введении в рацион рыб фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn в дозировках 2 г/кг и 10 мг/кг корма соответственно.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Мирошникова Е.П., Килиякова Ю.В., Аринжанов А.Е., Пономарев С.В., Мирошникова М.С. Гематологические параметры молоди карпа на фоне введения в рацион экстракта коры дуба (*Quercus cortex*). Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019; 4: 124–131. [Miroshnikova E.P., Kilyakova Ju.V., Arinzhanov A.E., Ponomarev S.V., Miroshnikova M.S. Gematologičeskie parametry molodi karpa na fone vvedeniâ v racion êkstrakta kory duba (*Quercus cortex*). Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serii: Rybnoe hozâjstvo. 2019; 4: 124–131. (In Russ.).]

Kondera E., Bojarski B., Kugowska K., Kot B., Witeska M. Effects of Oxytetracycline and Gentamicin Therapeutic Doses on Hematological, Biochemical and Hematopoietic Parameters in *Cyprinus carpio* Juveniles. *Animals* (Basel). 2020; 10(12): 2278.

EFFECT OF ULTRADISPERSE ZINC PARTICLES AND PHYTOBIOTIC ON BIOLOGICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF FISH

Yu.V. Kilyakova¹, E.P. Miroshnikova¹, A.E. Arinzhanov¹, M.S. Mingazova^{1,2}

¹ Orenburg State University,
Pr. Pobedy, 13, Orenburg, 430013, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
9 Yanvaryâ st. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The results of biological effect of phytobiotic feed additive "Probiocid-Phyto" and ultradisperse particles (UDP) of zinc on growth, morphological and biochemical blood parameters of young carp are presented. Higher values of growth, metabolic processes, and immune status were obtained when phytobiotic "Probiocid-Phyto" and UDP Zn were jointly introduced into the fish diet.

KEYWORDS: feed additives, phytobiotic, ultradispersed particles, zinc, morphological and biochemical indices of blood, carp.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-21

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А. Беляновская¹, Е. В. Крестьянникова^{1,2}, Е.А. Солдатова¹

¹ Тюменский государственный университет,
Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

² Томский политехнический университет,
Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул. проспект Ленина, 30

РЕЗЮМЕ. Проведен анализ состояния вод нецентрализованных источников водоснабжения г. Тюмени (Россия). Известно, что состав вод определяется спецификой регионального геохимического фона. В данной работе рассмотрена Fe-Mn аномалия в поверхностных и грунтовых водах Тюменской области. Материалы и методы включали собственные аналитические данные: содержание Fe, Mn в воде, отобранной в частных колодцах жителей г. Тюмени. Результаты исследования показали, что содержание Fe, Mn в водах реки Тура и подземных водах региона повышено до 4 и 2 ПДК соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Fe-Mn аномалия, тяжелые металлы в воде, нецентрализованные источники водоснабжения, Тюменская область.

Для цитирования: Беляновская А., Крестьянникова Е.В., Солдатова Е.А. Влияние локальной гидрогеохимической аномалии тюменской области на элементный состав воды нецентрализованных источников водоснабжения. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):49–52. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-21.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью геохимического состава природных вод Тюменской области является повышенное содержание Mn и Fe. Концентрации Fe и Mn в реке Туре (основной источник воды в городе Тюмень) и подземных водах достигают 5 ПДК. Повышенное содержание Fe, Mn обусловлено характерными для Западной Сибири природными факторами: процессами химического выветривания минера-

лов, разложением органических компонентов, болотным питанием главной реки города – Туры. Водопроводная вода системы централизованного водоснабжения в г. Тюмень соответствует требованиям СанПиН, проводится регулярная промывка сетей. Однако на территории города находится частный сектор, где используются частные скважины, а забор воды осуществляется из поверхностных горизонтов грунтовых вод. Железо и марганец из-за низкого содержания растворенного кислорода в грунтовых водах присутствуют в основном в растворенном двухвалентном виде, в котором они способны к миграции. Потенциальная токсичность данных элементов создает риски для здоровья населения, употребляющего воду для питьевых и хозяйственных нужд.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ химического состава 47 проб воды, отобранных из нецентрализованных источников водоснабжения городской агломерации Тюмень согласно ГОСТ 31861-2012 Вода. Исследование качества питьевой воды проводили методом количественного химического анализа (КХА) в Научно-исследовательском институте экологии и рационального использования природных ресурсов (г. Тюмень, Россия). Анализировали следующие показатели: железо общее (измерение массовой концентрации общего железа с сульфосалициловой кислотой), марганец (определение содержания марганца с использованием окисления до перманганат-ионов). Статистический анализ данных включал в себя среднее геометрическое значение, стандартное отклонение, максимальное и минимальное значение в выборках. Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01, ПДК Fe в воде – 0,3 ppm, Mn – 0,1 ppm.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты обработки аналитических данных показывают, что в пробах воды, отобранных в нецентрализованных источниках водоснабжения содержания обоих элементов, превышают ПДК (табл. 1). Распределение значений в выборках характеризуется как логарифмически нормальное, предполагается наличие единого источника воздействия.

Таблица 1. Результаты статистического анализа воды-объектов нецентрализованного водоснабжения

Показатель	Fe, ppm	Mn, ppm
Ср. геом. значение	1,3	0,2
Ст. отклонение	7,0	0,8
max...min	28...0,1	3,2...0,01

Пр и м е ч а н и е : max...min – максимальное значение в выборке, минимальное значение в выборке.

Полученные данные сравнимы с показателями в других регионах с выраженными геохимическими аномалиями. Так, концентрация Fe относительно ПДК в водах нецентрализованных источников водоснабжения г. Тюмени в 2 раза выше, чем в г. Нягань (Миняйло и др., 2019), в 4, чем в г. Томске (Kolubaeva et al., 2022). Согласно другим литературным данным, концентрации Fe и Mn в реке Туре и подземных водах достигают 5 ПДК (Жилияков и др., 2019; Корниенкова и др., 2023). Повышенное содержание Fe обусловлено естественными процессами (Никулин и др., 2018), Fe находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот в болотной воде. Концентрации Mn связаны с повышенным уровнем его содержания в почвенном покрове Тюменского района (Tairova et al., 2015). Источниками Fe, Mn могут быть железо-марганцевые минералы, соли фульво- и гуминовых кислот.

Фиксируется зависимость между содержанием Fe, Mn в поверхностных и подземных природных водах, и употребляемой населением водопроводной воде (Ермакова и др., 2014). Можно предположить роль водопользования в поступлении Fe, Mn в организм человека. Накопление Fe, Mn в воде, используемой для питьевых и хозяйственных нужд в концентрациях превышающих ПДК оказывает неблагоприятные эффекты для органов пищеварения, мочеполовой системы, кожных покровов и слизистых оболочек, эндокринной системы, являются потенциальными возбудителями заболеваний полости рта. Реко-

мендуется проводить профилактические мероприятия для населения с учетом эколого-геохимических особенностей региона для нивелирования степени воздействия высоких концентраций Fe, Mn.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Железомарганцевая аномалия Западной Сибири потенциально может оказывать влияние на здоровье населения. Объектами повышенного риска становятся такие пресноводные объекты региона, как нецентрализованные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. О потенциальных рисках свидетельствует факт многократного превышения ПДК.

Обзор и анализ данных подготовлены в рамках реализации проекта Российского научного фонда № 23-77-01077.

ЛИТЕРАТУРА

Миняйло Л.А., Корчина Т.Я., Корчин В.И. Корреляционные связи между содержанием химических элементов в волосах у жителей Нягани и Нефтеюганска и их концентрацией в питьевой воде. Медицинская наука и образование Урала. 2019; 3: 19–24.

Kolubaeva Y.V., Ivanova I.S., Shirokova L.S. Assessment of risk for the development of non-carcinogenic effects in using water from non-centralized water suppliers in the Tomsk region. Hygiene and sanitation. 2022; 101(9): 1111–1118.

Жилияков Е.В., Монахова С.А., Гузеева С.А. Анализ геоэкологической ситуации в водных объектах Тюменской области и города Тюмени. Успехи современного естествознания. 2019; 5: 47–52.

Корниенкова А.А., Акатьева Т.Г. Качество воды рек иртышского бассейна в пределах Тюменской области. Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья. 2023; 233–128.

Никулин Д.А., Ламанова Т.В. Сравнение степени загрязнения водоёмов Тюменской области. Инновационные научные исследования: теория, методология, практика. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2018; 265–268.

Tairova A.R., Mukhamedyarova L.G., Kozjar Y.V. Assessing the environmental status of the river tours in the conditions of anthropogenic impact. Vestnik NC BZhd. 2015; 4(26): 138–141.

Ермакова Н.А., Архипова А.Р., Крапотина П.В. и др. Гидрохимическое состояние тюменских источников хозяйственно-питьевого водоснабжения в весенне-летний период. Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. 2014; 12: 138–149.

INFLUENCE OF THE LOCAL HYDROGEOCHEMICAL ANOMALY OF THE TYUMEN REGION ON THE ELEMENTAL COMPOSITION OF WATER FROM NON-CENTRALISED WATER SUPPLY SOURCES

A. Belyanovskaya¹, E.V. Krestyannikova^{1,2}, E.A. Soldatova¹

¹ Tyumen State University,
Volodarsky str., 6, 625003, Tyumen, Russian Federation

² Tomsk Polytechnic University,
Prospekt Lenina str., 30, Tomsk, 634050, Russian Federation

ABSTRACT. This article analyses the state of non-centralized water supply sources in Tyumen, Russia, with a focus on the composition of water and the presence of Fe and Mn anomalies in surface and ground waters. The composition of water is determined by the regional geochemical background. This paper investigates the Fe and Mn anomalies present in the groundwater of the Tyumen region. The study analyzed the content of Fe and Mn in water sampled from private wells of residents in Tyumen. The results showed that the groundwater in the region has elevated levels of Fe and Mn, up to 4 and 2 times the Maximum Permissible Concentration (MPC), respectively.

KEYWORDS: Fe-Mn anomaly, heavy metals in water, non-centralized water supply sources, Tyumen Oblast.

REFERENCES

Minyailo L.A., Korchina T.Ya., Korchin V.I. Correlations between the content of chemical elements in the hair of residents of Nyagan and Nefteyugansk and their concentration in drinking water. Medical science and education of the Urals. 2019; 3: 19–24. (In Russ.).

Kolubaeva Y.V., Ivanova I.S., Shirokova L.S. Assessment of risk for the development of non-carcinogenic effects in using water from non-centralized water suppliers in the Tomsk region. Hygiene and sanitation. 2022; 101(9): 1111–1118.)

Zhilyakov E.V., Monakhova S.A., Guzeeva S.A. Analysis of the geoeological situation in the water bodies of the Tyumen region and the city of Tyumen. Successes of modern natural science. 2019; 5: 47–52. (In Russ.).

Kornienkova A.A., Akatieva T.G. Water quality of the rivers of the Irtysh basin within the Tyumen region. Achievements of youth science for the agro-industrial complex: Proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists. Tyumen: Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals. 2023; 233–128. (In Russ.).

Nikulin D.A., Lamanova T.V. Comparison of the degree of pollution of reservoirs in the Tyumen region. Innovative scientific research: theory, methodology, practice. Penza: ICNS "Science and Education". 2018; 265–268. (In Russ.).

Tairova A.R., Mukhamedyarova L.G., Kozjar Y.V. Assessing the environmental status of the river tours in the conditions of anthropogenic impact. Vestnik NC BZhd. 2015; 4(26): 138–141. (In Russ.).

Ermakova N.A., Arhipova A.R., Krapotina P.V., et al. The hydrochemical state of Tyumen sources of household and drinking water supply in the spring and summer period. Bulletin of Tyumen State University. Ecology and nature management. 2014; 12: 138–149. (In Russ.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-22

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПШЕНИЦЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Е.С. Лукьянова, П.В. Медведев, В.А. Федотов

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Пользуясь данными мониторинга содержания тяжелых металлов в зерне пшеницы различных районов Оренбургской области за 2008–2023 гг., оценивали влияние антропогенных факторов на природную среду. Наиболее близкие к ПДК значения: у свинца – для Оренбургского района (54% от ПДК), для Ташлинского района (72% от ПДК), у меди – для Гайского района (68% от ПДК), для Оренбургского района (62% от ПДК). Наибольшие темпы роста накопления пшеницей тяжелых металлов проявляются: по цинку – в Оренбургском и Гайском районах, по свинцу – в Ташлинском и Оренбургском районах, по никелю – в Оренбургском районе, по кадмию – в Ташлинском районе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тяжелые металлы, токсичные элементы, зерно, пшеница.

Для цитирования: Лукьянова Е.С., Медведев П.В., Федотов В.А. Влияние антропогенных факторов на загрязненность пшеницы тяжелыми металлами. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):52–53. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-22.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей экологической агрохимии на сегодняшний день и будущее является мониторинг концентрации токсичных элементов в растительном сырье с возможностью его регулирования, исследования влияния биогеохимических факторов окружающей среды в цепочке: почвы – растения – животные – население (Bose, 2008). Среди токсикантов в окружающей среде отдельно выделяют тяжелые металлы, их основной путь поступления в организм – продукты питания (Chandra et al., 2009). Главными источниками токсичных элементов являются предприятия различных отраслей хозяйства: теплоэлектростанции, металлургические предприятия и транспорт. Оренбургская область обладает огромной многоотраслевой промышленностью и топливно-энергетическим комплексом. По загрязнению окружающей среды Оренбургская область находится в первой двадцатке регионов страны (Huang et al., 2008).

В ее центральной зоне основные загрязнители – газодобывающие и перерабатывающие, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия, а также транспорт. В восточной зоне – металлургические предприятия (главным образом обработка цветных металлов, никелевой, медной, алюминиевой руды). В западной зоне главные загрязнители – нефте- и газодобывающие предприятия. Отдельного упоминания заслуживает Тоцкий полигон как зона сильного радиоактивного загрязнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью оценки накопления тяжелых металлов в пшенице пользовались данными мониторинга содержания химических элементов за 2008–2023 гг. (периодичность измерений 5 лет). Данные за многолетний период собраны оренбургской агрохимической службой, дополнены авторскими измерениями методиками атомно-абсорбционной спектроскопии. Исследовали три района Оренбургской области различных природно-географических зон: восточной зоны (Гайский район), центральной зоны (Оренбургский район), западной зоны (Ташлинский район). Из литературных источников известно об относительно высоком уровне насыщенности локальными источниками загрязнения Оренбургского и Гайского районов области. Наименее загрязненным тяжелыми металлами является Ташлинский район.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднее за 15 лет содержание тяжелых металлов в пшенице Оренбургской области различается в различных районах. Концентрация цинка в зерне районов составила: в Гайском – 23,68 мг/кг, Оренбургского – 22,62 мг/кг, Ташлинского – 17,78 мг/кг, при ПДК 50,0 мг/кг. Концентрация свинца в зерне районов составила: Гайского – 0,17 мг/кг, Оренбургского – 0,23 мг/кг, Ташлинского – 0,32 мг/кг, при ПДК 0,5 мг/кг. Концентрация никеля в зерне районов составила: Гайского – 0,84 мг/кг, Оренбургского – 0,68 мг/кг, Ташлинского – 0,32 мг/кг, при ПДК – 0,5 мг/кг. Концентрация меди в зерне районов составила: Гайского – 5,15 мг/кг, Оренбургского – 4,68 мг/кг, Ташлинского – 4,05 мг/кг, при ПДК – 10,0 мг/кг. Концентрация кадмия в зерне районов составила: Гайского – 0,018 мг/кг, Оренбургского – 0,014 мг/кг, Ташлинского – 0,029 мг/кг, при ПДК – 0,5 мг/кг.

Гайский район отличается наибольшими значениями концентрации в зерне меди, цинка, марганца и никеля, в то же время наименьшими – свинца, его содержание в два раза меньше, чем в Ташлинском районе. Концентрации свинца и кадмия имеют наибольшие значения в зерне из Ташлинского района. Содержание тяжелых металлов в исследованных районах не превышает ПДК, за исключением никеля, его концентрация в Гайском и Оренбургском районах выше ПДК на 75%. Зерно из этих районов может использоваться в пищевой промышленности только после его соответствующего «разбавления» с менее насыщенным этим элементом сырьем других регионов. Выявлено увеличение концентрации тяжелых металлов в зерновом сырье в течение последних 15 лет. Наиболее близкие к ПДК значения: у свинца – для Оренбургского района (54% от ПДК), для Ташлинского района (72% от ПДК); у меди – для Гайского района (68% от ПДК), для Оренбургского района (62% от ПДК). Наибольшие темпы роста накопления пшеницей тяжелых металлов проявляются: по цинку – в Оренбургском и Гайском районах, по свинцу – в Ташлинском и Оренбургском районах, по никелю – в Оренбургском районе, по кадмию – в Ташлинском районе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показывают зависимости антропогенного влияния на природную среду в сфере накопления тяжелых металлов выращиваемой пшеницей. Поступление токсичных элементов в зерновые культуры дифференцируется территориально, максимальным содержанием тяжелых металлов отличаются регионы: свинцом – Оренбургский и Ташлинский районы, медью – Оренбургский и Гайский районы, цинком – Оренбургский и Гайский районы, никелем – Оренбургский и Ташлинский районы, кадмием – Ташлинский район.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bose S., Bhattacharyya A.K. Heavy metals accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge. *Chemosphere*. 2008; 70: 1264–1272.
- Chandra R., Bharagava R.N., Yadav S., Mohan D. Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum* L.) and Indian mustard (*Brassica campestris* L.) irrigated with distillery and tannery effluents. *J Hazard Mater* 2009; 162: 1514–1521.
- Huang M., Zhou S., Sun B., Zhao Q. Heavy metals in wheat grain: assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, China. *Sci Total Environ* 2008; 405: 54–61.

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CONTAMINATION OF WHEAT WITH HEAVY METALS

E.S. Lukyanova, P.V. Medvedev, V.A. Fedotov

Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, 430013, Orenburg, Russian Federation

ABSTRACT. Using data from monitoring the content of heavy metals in wheat grains in various districts of the Orenburg region for 2008–2023, the impact of anthropogenic factors on the natural environment was assessed. The values closest to the MPC are: for lead – for the Orenburg region (54% of the MPC), for the Tashlinsky district (72% of the MPC), for copper – for the Gaysky district (68% of the MPC), for the Orenburg region (62% of the MPC). The highest rates of increase in the accumulation of heavy metals by wheat are manifested: for zinc – in the Orenburg and Gaysky districts, for lead – in the Tashlinsky and Orenburg districts, for nickel – in the Orenburg district, for cadmium – in the Tashlinsky district.

KEYWORDS: heavy metals, toxic elements, grain, wheat.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-23

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Е.С. Лукьянова, В.А. ФедотовФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13

РЕЗЮМЕ. В представленной работе анализировали зерно яровой пшеницы и почвы Оренбургской области 28 районов атомно-абсорбционным методом на токсичные элементы. Рассчитывали коэффициент биологического поглощения пшеницей тяжелых металлов, который составляет в Гайском районе: для цинка 35 ± 5 , меди 59 ± 5 , свинца $0,11 \pm 0,05$, никеля $0,8 \pm 0,1$, марганца $2,2 \pm 0,5$, кадмия $0,19 \pm 0,05$; в Оренбургском районе: для цинка 36 ± 5 , меди 28 ± 5 , свинца $0,27 \pm 0,05$, никеля $0,75 \pm 0,1$, марганца $1,1 \pm 0,5$, кадмия $0,20 \pm 0,05$; в Ташлинском районе: для цинка 41 ± 5 , меди 27 ± 5 , свинца $0,35 \pm 0,05$, никеля $0,5 \pm 0,1$, марганца $1,1 \pm 0,5$, кадмия $0,26 \pm 0,05$. Почвы Ташлинского района характеризуется наиболее низким содержанием тяжелых металлов, за исключением марганца и кадмия. Коэффициент корреляции содержания элементов в зерне и почве: для Гайского района составляет 0,78, для Оренбургского – 0,76, для Ташлинского – 0,81 (при уровне значимости $p < 0,05$).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: почва, тяжелые металлы, зерновые, зерно, пшеница.

Для цитирования: Лукьянова Е.С., Федотов В.А. Особенности накопления тяжелых металлов в почве и зерновых культурах. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):54–55. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-23.

ВВЕДЕНИЕ

Многие сельскохозяйственные удобрения содержат различные формы тяжелых металлов, которые могут накапливаться в растительном и животном сырье и оказывать влияние на здоровье населения (Chandra et al., 2009). Источниками тяжелых металлов также могут служить геологические процессы (выветривание пород), но основной источник – антропогенного происхождения (побочные продукты добычи и переработки нефти, газа, руд черных и цветных металлов, транспортные средства, сельское хозяйство) (Vermudez et al., 2011). Из литературного обзора известно, что в почве г. Оренбурга концентрация никеля превышает ПДК в 72,7% случаев, ванадия – в 10,0% проб, концентрации формальдегида ниже ПДК. Утвержденные нормы ПДК хрома, кобальта и бериллия отсутствуют, средние концентрации поллютантов в почве превышают ПДК по никелю, на высоком уровне концентрации ванадия. По величине содержания в почве города Оренбурга аллергены распределяются следующим образом: до 1 мг/кг – формальдегид; от 1 до 20 мг/кг – кобальт, бериллий; от 21 до 100 мг/кг – ванадий; более 100 мг/кг – никель, хром. Коэффициент вариации валового содержания в почве превышает 30% по всем поллютантам. Большой разброс значений содержания загрязнителей говорит о взаимодействии большого количества источников загрязнений с различной комбинацией веществ (Abbas et al., 2017).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализировали зерно яровой пшеницы и почвы Оренбургской области 28 районов атомно-абсорбционным методом на тяжелые металлы. Изучали наиболее распространенные сорта пшеницы: Харьковская 3, Оренбургская 21, Саратовская 42, Юго-Восточная 3, Безенчукская янтарь и Учитель. Одной из характеристик, отражающей уровень потребления тяжелых металлов зерновыми культурами является коэффициент биологического поглощения (КБП), рассчитываемый как отношение концентрации элемента в продукции к концентрации его в почве.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка накопления тяжелых металлов (ТМ) в пахотном слое почвы показала, что почва Ташлинского района характеризуется наиболее низким содержанием всех ТМ. Коэффициент корреляции содержания элементов в зерне и почве: для Гайского района составляет 0,78, для Оренбургского – 0,76, для Ташлинского – 0,81 (при уровне значимости $p < 0,05$). КБП составляет в Гайском районе: для цинка 35 ± 5 , меди 59 ± 5 , свинца $0,11 \pm 0,05$, никеля $0,8 \pm 0,1$, марганца $2,2 \pm 0,5$, кадмия $0,19 \pm 0,05$; в Оренбургском районе: для цинка 36 ± 5 , меди 28 ± 5 , свинца $0,27 \pm 0,05$, никеля $0,75 \pm$

0,1, марганца $1,1 \pm 0,5$, кадмия $0,20 \pm 0,05$; в Ташлинском районе: для цинка 41 ± 5 , меди 27 ± 5 , свинца $0,35 \pm 0,05$, никеля $0,5 \pm 0,1$, марганца $1,1 \pm 0,5$, кадмия $0,26 \pm 0,05$.

Значения КБП у таких элементов как медь, цинк и марганец больше единицы, что говорит о способности пшеницы концентрировать в себе эти ТМ, увеличивая тем самым их концентрацию в зерне в десятки раз по отношению к почве. В Гайском районе наибольшим содержанием в почве отличаются такие элементы как медь, марганец и никель, вследствие чего КБП для них в этом районе наивысшие. Для Ташлинского района характерны наибольшие значения КБП для цинка, свинца и кадмия.

Выделены сорта, обладающие максимальной и минимальной накопительной способностью различных ТМ. Сорта Харьковская 3, Оренбургская 21 и Саратовская 42 проявили существенную накопительную способность к подавляющему большинству исследованным загрязнителям (Zn, Pb, Mn, Cu, Cd). Юго-Восточная 3, Безенчукская янтарь и Учитель – пшеница с низким содержанием ТМ, наименее восприимчива к загрязнителям.

Выявлена зависимость ассимиляционной способности пшеницы для большинства ТМ от показателя ее твердозерности, характерная как для твердых (коэффициенты корреляции для цинка 0,85; свинца 0,76; никеля 0,82; марганца 0,38; меди 0,81; кадмия 0,72), так и для мягких (коэффициенты корреляции для цинка 0,83; свинца 0,78; никеля 0,65; марганца 0,23; меди 0,75; кадмия 0,54) сортов пшеницы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено наибольшее накопление тяжелых металлов в зерне пшеницы Оренбургской области: меди, цинка, марганца и никеля – в восточной зоне; свинца и кадмия – в западной зоне. Установлено перманентное возрастание содержания тяжелых металлов за последние 20 лет во всех анализируемых районах Оренбургской области. Установлена зависимость содержания элементов в зерне и почве ($r = 0,76-0,81$, при уровне значимости $p < 0,05$). В восточной зоне наивысшие значения ассимиляционной способности у таких элементов как медь, марганец и никель, для западной зоны – у цинка, свинца и кадмия. Установлено, что сорта Харьковская 3 и Оренбургская 21 проявляют наибольшую ассимиляционную способность к большинству тяжелых металлов; сорта Безенчукская янтарь и Учитель в наименьшей степени способны к накоплению тяжелых металлов (разница достигает 82%).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Chandra R., Bharagava R.N., Yadav S., Mohan D. Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum* L.) and Indian mustard (*Brassica campestris* L.) irrigated with distillery and tannery effluents. J Hazard Mater. 2009; 162: 1514–1521.

Bermudez G.M.A., Jasan R., Plá R., Pignata M.L. PTEs and trace element concentrations in wheat grains: assessment of potential non-carcinogenic health hazard through their consumption. J Hazard Mater. 2011; 193: 264–271.

Abbas, Q., Yousaf, B., Liu, G., et al. Evaluating the health risks of potentially toxic elements through wheat consumption in multi-industrial metropolis of Faisalabad, Pakistan. Environ Sci Pollut Res. 2017; 24: 26646–26657.

FEATURES OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOIL AND GRAIN CROPS

E.S. Lukyanova, V.A. Fedotov

Orenburg State University,
Pobedy Ave 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The grain of spring wheat and the soils of the Orenburg region of 28 districts were analyzed by atomic absorption method for toxic elements. The coefficient of biological absorption of heavy metals by wheat was calculated. The coefficient of biological absorption in the Gaysky district is for: zinc 35 ± 5 , copper 59 ± 5 , lead 0.11 ± 0.05 , nickel 0.8 ± 0.1 , manganese 2.2 ± 0.5 , cadmium 0.19 ± 0.05 ; in the Orenburg region for: zinc 36 ± 5 , copper 28 ± 5 , lead 0.27 ± 0.05 , nickel 0.75 ± 0.1 , manganese 1.1 ± 0.5 , cadmium 0.20 ± 0.05 ; in the Tashli district for: zinc 41 ± 5 , copper 27 ± 5 , lead 0.35 ± 0.05 , nickel 0.5 ± 0.1 , manganese 1.1 ± 0.5 , cadmium 0.26 ± 0.05 . The soils of the Tashli district are characterized by the lowest content of heavy metals, with the exception of manganese and cadmium. The correlation coefficient of the content of elements in grain and soil: for the Gaysky district is 0.78, for the Orenburg region – 0.76, for the Tashlinsky – 0.81 (with a significance level of $p < 0.05$).

KEYWORDS: soil, heavy metals, cereals, grain, wheat.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-24

ОБОГАЩЕНИЕ ДРОЖЖЕВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

Е.С. Лукьянова, В.А. ФедотовФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

РЕЗЮМЕ. Проведенные исследования показали возможность культивации хлебопекарных дрожжей в питательной среде с добавлением солей значимых для человека биоэлементов. Жизнеспособность дрожжей-сахаромицетов оценивали по показателю «подъемной силы» (контроль 75 ± 3 мин при 35 ± 2 °C). Замещение в образцах ($n = 50$) пищевой соли (2,0% NaCl) на соединения цинка, меди с соблюдением дозировок привело к уменьшению «подъемной силы» не более чем на 3,0%, для сульфата марганца не более чем на 9,0% ($p < 0,05$), что допустимо с точки зрения нормативно-технической документации по контролю качества дрожжевых полуфабрикатов. Увеличение концентрации меди, цинка и марганца вызывает ухудшение роста и жизнедеятельности дрожжевых клеток: при 2-кратном увеличении – цинка на 8,5%, меди на 12,0%, марганца на 13,0%; при 3-кратном увеличении – цинка на 16,0%, меди на 19,5%, марганца на 27,0%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: обогащение, хлеб, биоэлементы, дрожжи.

Для цитирования: Лукьянова Е.С., Федотов В.А. Обогащение дрожжевых полуфабрикатов микроэлементами. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):56–57. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-24.

ВВЕДЕНИЕ

Жизнедеятельность дрожжей в условиях их промышленного культивирования тесно связана с тщательным подбором состава питательных сред. Устойчивое развитие этих микроорганизмов может быть обеспечено всеми необходимыми для метаболизма макро- и микроэлементами (Kozub et al., 2009). Благодаря успехам генетической инженерии, в распоряжении технологов пищевых производств в настоящее время имеются высокоактивные расы дрожжевых культур, менее требовательные к соблюдению идеальных технических условий выращивания (рН среды, температура и пр.). Следствием этого является частое пренебрежение технологами при составлении рецептов питательных сред микроэлементными добавками. В тоже время насыщение дрожжевых полуфабрикатов микроэлементами может побочно служить другой важной цели – обогащению биоэлементами готовой продукции – хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (Chandra et al., 2009). Анализ литературных данных показал важность проблемы дефицита цинка, меди и многих других микроэлементов на территории Российской Федерации (Bermudez et al., 2011).

Ц е л ь р а б о т ы – изучить жизнеспособность дрожжевых культур хлебопекарного производства в солевых растворах биоэлементов различной концентрации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дрожжи прессованные, используемые в хлебопечении, микробиологически являются культурой грибов класса сахаромицетов. Для экспериментов использовали дрожжи с влажностью 72%, «подъемной силой» около 60 минут. Для оценки характеристики «подъемной силы» дрожжевых культур пользовались ускоренным вариантом методики определения. Методика основывается на погружении тестового образца (7 г муки, 0,25 г хлорида натрия, 0,31 г дрожжей, 15 г воды) в емкость с водой при температуре 35 ± 2 °C. Через определенный промежуток времени в термостате из-за выработки дрожжевыми клетками в ходе своего метаболизма углекислого газа образец приобретает дополнительную плавучесть. Плотность теста стремительно уменьшается, в момент ее снижения до уровня плотности окружающей воды тестовый образец всплывает, что считается временным эквивалентом выраженного в минутах показателя «подъемной силы» дрожжей. Изучаемые элементы вводили в виде растворов сульфатов меди, цинка, марганца. Для оценки воздействия солей биоэлементов на жизнеспособность дрожжей хлорид натрия в тестовых образцах замещали солями меди, цинка, марганца с той же концентрацией или в два раза выше ($n = 50$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучали особенности развития дрожжевых культур на питательных средах с солями микроэлементов – медью, цинком, марганцем. Применение соединений меди и цинка в дозировке эквимольяр-

ной 2,0% хлорида натрия NaCl в тесте не приводило к значимому снижению показателя «подъемной силы», что соответствовало требованиям нормативно-технической документации, предъявляемым к качеству тестовых заготовок хлебопекарного производства (снижает не более чем на 3,0%). Применение соли марганца в дозировке эквивалентной 2,0% хлорида натрия NaCl понижало показатель «подъемной силы» на 9,0% ($p < 0,05$). Дальнейшее повышение дозировки солей вызывало угнетение роста дрожжевой культуры. Существенное торможение жизнедеятельности дрожжей вызывает 2-кратное увеличение эквивалентной концентрации меди, подъемная сила снижается на 12,0%, цинка – на 8,5%, марганца – на 13,0% ($p < 0,05$), при 3-кратном увеличении – меди на 19,5%, цинка на 16,0%, марганца на 27,0% ($p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали возможность использования биоэлементов для обогащения продуктов хлебопекарного и кондитерского производства при соблюдении дозировок солей этих элементов, существенно не нарушающих процесс культивации дрожжей-сахаромицетов в хлебопекарных и мучных кондитерских полуфабрикатах.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Kozub N.A., Sozinov I.A., Sobko T.A., Sozinov A.A. Variation at storage protein loci in winter common wheat cultivars of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Cyt. Genetics*. 2009; 43: 69–77.

Chandra R., Bharagava R.N., Yadav S., Mohan D. () Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum* L.) and Indian mustard (*Brassica campestris* L.) irrigated with distillery and tannery effluents. *J Hazard Mater*. 2009; 162: 1514–1521.

Bermudez G.M.A., Jasan R., Plá R., Pignata M.L. PTEs and trace element concentrations in wheat grains: assessment of potential non-carcinogenic health hazard through their consumption. *J Hazard Mater*. 2011; 193:264–271.

ENRICHMENT OF YEAST SEMI-FINISHED PRODUCTS WITH TRACE ELEMENTS

E.S. Lukyanova, V.A. Fedotov

Orenburg State University,
Pobedy Ave 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The conducted studies have shown the possibility of cultivating baking yeast in a nutrient medium with the addition of salts of bioelements significant for humans. The viability of *Saccharomyces* yeasts was assessed by their lifting force (control 75 ± 3 min at 35 ± 2 °C). The replacement of table salt (2.0 % NaCl) in samples ($n=50$) with zinc sulfates Zn, copper Cu in compliance with dosages led to a decrease in lifting force by no more than 3.0 %, for manganese sulfate Mn by no more than 9.0 % ($p < 0.05$), which is acceptable from the point of view of regulatory documentation quality control of yeast semi-finished products. An increase in the concentration of copper, zinc and manganese causes a deterioration in the growth and vital activity of yeast cells, with a 2-fold increase in zinc by 8.5 %, copper by 12.0 %, and manganese by 13.0 %. With a 3-fold increase in zinc by 16.0 %, copper by 19.5 %, manganese by 27.0 %.

KEYWORDS: fortification, bread, bioelements, yeast.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-25

ИЗУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТА Fe-C В КОРМЛЕНИИ РЫБ

К.А. Маленкина^{1,2}, А.Е. Аринжанов¹, Е.П. Мирошникова¹, Ю.В. Киякова¹

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29

РЕЗЮМЕ. В рамках интенсификации методов кормления в аквакультуре применяются различные кормовые добавки. Введение ультрадисперсных частиц (УДЧ) металлов-микроэлементов в рацион рыбы показывает положительную динамику прироста массы и активацию ферментативных процессов. В настоящей работе представлены результаты исследования нанокompозита Fe-C на рост и развитие молоди карпа. Применение наноструктурированных углеродных композитов демонстрирует позитивную тенденцию к приросту массы карпа. Скармливание опытным образцам карпа нанокompозита Fe-C в количестве 0,8 мг/кг корма показало увеличение

массы на 13,3% в сравнении с контролем. Увеличение концентрации нанокompозита до 2 мг/кг характеризовалось снижением темпов прироста по сравнению с I опытной группой. Таким образом, можно сделать вывод о перспективности использования металл-углеродных нанокompозитов в кормлении рыб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нанокompозит, железо, углеродная матрица, кормление рыб.

Для цитирования: Маленкина К.А., Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Изучение нанокompозита Fe-C в кормлении рыб. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):57–59. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-25.

ВВЕДЕНИЕ

Большое внимание в настоящее время уделяют изучению свойств наноразмерных частиц микроэлементов. Находясь в размерном диапазоне до 100 нм, УДЧ способны беспрепятственно проникать в клеточные структуры, проявляя каталитические и адсорбционные свойства (Павелко и др., 2013). Однако особый интерес представляют материалы на основе наноструктурированных металл-углеродных композитов (НМУК), представляющих собой кластеры металлов-микроэлементов, стабилизированных на мезопористых углеродных структурах и обладающие высокой биологической активностью (Васильев, 2021). В этой связи целью настоящей работы является изучение нанокompозита Fe-C на рост и развитие молоди карпа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нанокompозит Fe-C ($d=40-60$ нм) представляет собой углеродную матрицу с частицами железа. Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ в течение 56 суток. Сформированы три группы рыб (*Cyprinus carpio*): контрольная группа получала основной рацион, а опытные дополнительно нанокompозит Fe-C: I группа в количестве 0,8 мг/кг корма, II группа – 2 мг/кг. Результаты обработаны с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel 2010» и «Statistica 10.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение нанокompозита Fe-C в кормлении карпа показало положительную динамику роста и развитие рыбы (рисунок). В I опытной группе наблюдали стабильно возрастающую динамику массы тела карпа – на 13,3% ($p<0,05$) выше контроля. Во II группе на протяжении всего эксперимента темпы прироста массы были не так высоки. Данный эффект может быть проявлением окислительного стресса при повышении дозировки нанокompозита, а именно активация избыточного окисления липидов и белков в клеточных структурах, с последующим снижением темпов роста (Гильдилов, 2020).

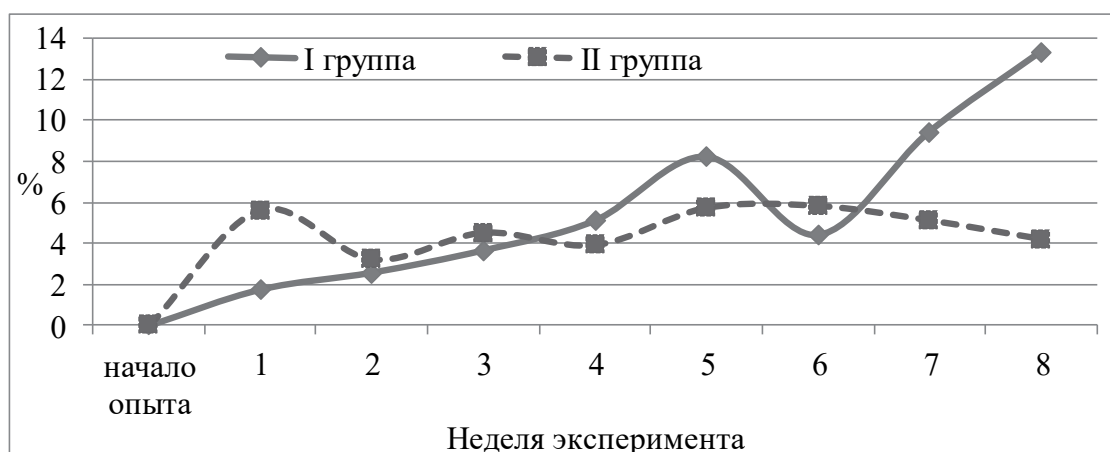


Рисунок. Динамика массы подопытной рыбы относительно контроля

Анализ качества воды в системе выращивания рыбы, показал в опытных группах низкие концентрации железа – в 1,5–2 раза ($p<0,05$) ниже контроля. В системе фильтрации воды достоверных различий по железу между группами не зафиксировано.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из полученных результатов можно заключить перспективность использования металл-углеродных нанокompозитов в кормлении рыб.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-76-10054).

ЛИТЕРАТУРА

Васильев А.А. Формирование наночастиц твердого раствора Fe–Co с регулируемой дисперсностью на углеродном носителе. Дисс. канд. тех наук. М., 2021. 134 с.

Гильдииков Д.И. Окислительный стресс у животных: взгляд патофизиолога. Российский ветеринарный журнал. 2020; 4: 10–16.

Павелко Н.В., Сименюк Г.Ю., Манина Т.С., Пугачев В.М., Додонов В.Г., Захаров Ю.А. Получение наноструктурированных металл-углеродных композитов на основе углеродных матриц. Вестник КемГУ. 2013; 3(55): 100–103.

STUDY OF Fe-C NANOCOMPOSITE IN FISH FEEDING

K.A. Malenkina², A.E. Arinzhanov¹, E.P. Miroshnikova¹, Yu.V. Kilyakova¹

¹Orenburg State University, Russian Federation,
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

²Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
9 January 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. Various feed additives are used in aquaculture as part of intensification of feeding methods. The introduction of ultradisperse particles (UDP) of metal-microelements into fish diet shows positive dynamics of weight gain and activation of enzymatic processes. The present work presents the results of the study of Fe-C nanocomposite on the growth and development of juvenile carp. The application of nanostructured carbon composites show a positive trend in carp weight gain. Feeding Fe-C nanocomposite 0.8 mg/kg of feed to experimental carp samples showed an increase in weight by 13.3% compared to the control. Increasing the concentration of nanocomposite up to 2 mg/kg was characterized by a decrease in growth rate compared to the I experimental group. Thus, the prospect of using metal-carbon nanocomposites in fish feeding.

KEYWORDS: nanocomposite, iron, carbon matrix, fish nutrition.

REFERENCES

Vasiliev A.A. Formation of nanoparticles of Fe–Co solid solution with controlled dispersion on a carbon carrier. Dissertation of the Candidate of Technical Sciences. M., 2021. 134 s. (In Russ.).

Gildikov D.I. Oxidative stress in animals: a pathophysiological view. Russian Veterinary Journal. 2020; 4:10–16. (In Russ.).

Pavelko N. V., Semenyuk G. Yu., Manina T. S., Pugachev V. M., Dodonov V. G., Zakharov Yu. A. Preparation of nanostructured metal-carbon composites based on carbon matrices. Bulletin of KemGU. 2013; 3(55): 100–103. (In Russ.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-26

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ КАНЦЕРОГЕНОВ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. Малышев, В.А. Федотов

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

РЕЗЮМЕ. Изучали концентрацию токсичных элементов в пшенице и почвах Оренбургской области 28 административных районов. Содержание канцерогенов в почве Оренбургской области в Восточной зоне составляет, мг/кг: свинца – $32,20 \pm 1,5$; кадмия – $0,01 \pm ,0001$; никеля – $405,8 \pm 45,0$; хрома – $556 \pm 50,0$; кобальта – $45,56 \pm 5,0$; в Центральной зоне составляет: свинца – $47,50 \pm 1,5$; кадмия – $0,08 \pm ,001$; никеля – $145,4 \pm 50,0$; хрома – $352 \pm 25,0$; кобальта – $22,78 \pm 5,0$; в Западной зоне составляет: свинца – $58,65 \pm 1,5$; кадмия – $0,01 \pm 0,0001$; никеля – $170,2 \pm 50,0$; хрома – $482 \pm 50,0$; кобальта – $21,39 \pm 5,0$. Содержание канцерогенов в основных продуктах питания по регионам Оренбургской области распределилось следующим образом: самыми распро-

страненными канцерогенами в продуктах питания для Восточного региона являются никель и хром, для Западного – хром, свинец и кадмий, а для Центрального – все изучаемые в ходе исследований элементы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерновые, тяжелые металлы, канцерогены, зерно, пшеница.

Для цитирования: Малышев С.Н., Федотов В.А. Распространенность канцерогенов в среде обитания Оренбургской области. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):59–61. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-26.

ВВЕДЕНИЕ

Качественный и количественный анализ канцерогенов в объектах окружающей среды, проведенный в различных промышленных центрах, доказывает роль таких веществ, как никель, хром, кадмий, мышьяк, формальдегид, бенз(а)пирен, асбест в развитии онкопатологии. Однако изучение распространенности многих химических канцерогенов в атмосферном воздухе и других объектах окружающей среды по ряду причин не осуществляется. Так, в России не проводится определение в атмосферном воздухе и питьевой воде асбеста, который признан опасным канцерогенным веществом для человека (Maningat et al., 2009). Исследуемые вещества условно можно разделить на две группы. К элементам первой группы относятся те, концентрации которых значительно варьируют год от года (марганец, свинец, цинк и медь) (Huang et al., 2008). Сильный разброс концентраций год от года свидетельствует о значительном поступлении в почву загрязняющих элементов и также об их высокой миграционной способности. К элементам второй группы относятся те, концентрации которых показывают динамически равновесное состояние (кобальт, никель, кадмий, хром). Данные элементы не входят в состав характерных загрязнителей, а поэтому, предположительно, не входят в значительных концентрациях в состав выбросов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы пшеницы собирали в различных местах по всей территории Оренбургской области. С каждого из 28 административных районов брали по 20 отдельных проб, пробы смешивали для получения репрезентативной пробы для каждого участка. Таким образом, со всей территории области получили 560 репрезентативных образцов. Отруби и муку 60 %-ной экстракции получили путем измельчения образцов пшеницы мельницей Quadrumat Senior. Образцы пшеничных отрубей и муки готовили следующим образом: 0,5 г образца растворяли в 10 мл концентрированной азотной кислоты и нагревали с обратным холодильником. После растворения добавляли 10 мл концентрированной хлорной кислоты и нагревали до прекращения образования азотистых паров. Раствор помещали в мерную колбу емкостью 50 мл и доводили до нужного объема деионизированной водой (Bose et al., 2008). Образцы анализировали в зависимости от типа элементов и их концентрации атомно-абсорбционным спектроскопическим методом. Описательный статистический анализ для вычисления среднего значения и стандартной ошибки среднего проведен с использованием StatSoft Statistica 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Содержание валовых форм по всем регионам Оренбургской области значительно выше в Восточной зоне практически по всем идентифицированным канцерогенам. Содержание канцерогенов в почве Оренбургской области (в мг/кг) в Восточной зоне составляет: свинца – $32,20 \pm 1,5$; кадмия – $0,01 \pm ,0001$; никеля – $405,8 \pm 45,0$; хрома – $556 \pm 50,0$; кобальта – $45,56 \pm 5,0$; в Центральной зоне составляет: свинца – $47,50 \pm 1,5$; кадмия – $0,08 \pm ,001$; никеля – $145,4 \pm 50,0$; хрома – $352 \pm 25,0$; кобальта – $22,78 \pm 5,0$; в Западной зоне составляет: свинца – $58,65 \pm 1,5$; кадмия – $0,01 \pm ,0001$; никеля – $170,2 \pm 50,0$; хрома – $482 \pm 50,0$; кобальта – $21,39 \pm 5,0$.

Результаты онкоэкологического мониторинга Оренбургской области в сфере загрязнения токсичными элементами позволяют дифференцировать зоны области по накоплению канцерогенов в пахотных почвах. Поэтому при проведении онкоэкологического мониторинга важно рассмотреть поведение металлов-канцерогенов в основных продуктах питания населения, что позволит определить комплексную суммарную нагрузку канцерогенами у населения в каждом конкретном регионе.

Суммарный показатель канцерогенной нагрузки (никель, хром, свинец, кадмий) наиболее высокий в Западном и Центральном регионах и формируется в основном за счет свинца в зерновых культурах и мясопродуктах, а также суммарных значений хрома и кадмия. Для Восточного региона приоритетным является никель. Из продуктов питания первое ранговое место по накоплению всех изу-

ченных канцерогенов занимают зерновые культуры. Вторые ранговые места – никель и кадмий – овощные культуры; свинец – мясопродукты; хром – молочные продукты и мясопродукты. Третье место – марганец и кадмий – мясопродукты; хром и свинец – овощные культуры. За исключением хрома, молочные продукты занимают последнее ранговое место.

Характерно, что процент проб с превышением ПДК канцерогенов в овощных культурах в Восточном регионе составил 13,2% для свинца, в Западном – 30,6 % для свинца и кадмия, в Центральном – 9,1 % для свинца и 7,6 % для кадмия. В мясопродуктах в Западном регионе в 19,8% проб свинец превышал ПДК, в 9,3% – кадмий; в Центральном регионе превышение ПДК свинца в 13% проб, кадмия – в 6,4% проб. В молочных продуктах в Западном регионе свинец превышал ПДК в 5,1% случаев, в Центральном – в 11,8%, кадмий – в 2% в Западном и в 3,7% в Центральном регионах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования свидетельствуют о формировании антропогенной геохимической провинции с повышенными концентрациями тяжелых металлов. Самыми распространенными канцерогенами в продуктах питания для Восточного региона являются никель и хром, для Западного – хром, свинец и кадмий, а для Центрального – все изучаемые в ходе исследований элементы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Maningat C.C., Seib P.A., Bassi S.D., Woo K.S., Lasater G.D. Wheat starch: production, properties, modification, and uses. *Starch Chem. Technol.* 2009; 441–510.

Huang M., Zhou S., Sun B., Zhao Q. Heavy metals in wheat grain: assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, China. *Sci Total Environ* 2008; 405: 54–61.

Bose S., Bhattacharyya A.K. Heavy metals accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge. *Chemosphere* 2008; 70: 1264–1272.

THE PREVALENCE OF CARCINOGENS IN THE HABITAT OF THE ORENBURG REGION

S.N. Malyshev, V.A. Fedotov

Orenburg State University,
13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The concentration of toxic elements in wheat and soils of the Orenburg region of 28 administrative districts was studied. The content of carcinogens in the soil of the Orenburg region (in mg/kg) in the Eastern zone is: lead – 32.20 ± 1.5 ; cadmium – $0.01 \pm ,0001$; nickel – 405.8 ± 45.0 ; chromium – 556 ± 50.0 ; cobalt – 45.56 ± 5.0 ; in the Central zone it is: lead – 47.50 ± 1.5 ; cadmium – $0.08 \pm ,001$; nickel – 145.4 ± 50.0 ; chromium – 352 ± 25.0 ; cobalt – 22.78 ± 5.0 ; in the Western zone it is: lead – 58.65 ± 1.5 ; cadmium – 0.01 ± 0.0001 ; nickel – 170.2 ± 50.0 ; chromium – 482 ± 50.0 ; cobalt – 21.39 ± 5.0 . The content of carcinogens in basic food products in the regions of the Orenburg region was distributed as follows. The most common carcinogens in food products for the Eastern region are nickel and chromium, for the Western region – chromium, lead and cadmium, and for the Central region – all the elements studied in the course of research.

KEYWORDS: cereals, heavy metals, carcinogens, grain, wheat.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-27

ЖЕЛЕЗО И ЛАКТОФЕРРИН В ГРУДНОМ МОЛОКЕ ЖЕНЩИН г. ОРЕНБУРГА

И.В. Мачнева, Е.Н. Лебедева, И.В. Карнаухова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. Советская 6

РЕЗЮМЕ. Приведены данные по содержанию железа и лактоферрина в грудном молоке женщин г. Оренбурга, полученные в результате пилотного исследования, впервые выполненного в данном регионе. Так, содержание железа составило $0,930 \pm 0,056$ мг/л. Средняя концентрация лактоферрина составила $1,39 \pm 0,18$ г/л, что в целом коррелирует с данными, приведенными в отечественной и зарубежной литературе (0,99 до 3,39 г/л). Учи-

тывая актуальность проведенных исследований, для получения региональных референсных значений микроэлементного железа и лактоферрина необходимо проведение более широкого обследования женщин Оренбуржья на разных этапах лактации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: железо, лактоферрин, грудное молоко.

Для цитирования: Мачнева И.В., Лебедева Е.Н., Карнаухова И.В. Железо и лактоферрин в грудном молоке женщин г. Оренбурга. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):61–64. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-27.

ВВЕДЕНИЕ

Железо является важнейшим микроэлементом (МЭ), необходимым для нормального роста и развития ребенка. Оно входит в состав различных белков и белков-ферментов, играющих ключевую роль в метаболизме. При участии данного МЭ протекают такие биохимические процессы как тканевое дыхание (цитохромы, железосерные белки), транспорт кислорода и углекислого газа (гемоглобин), обезвреживание активных форм кислорода (СОД). Не менее важна роль железа в формировании клеточного и местного иммунитета (Балашова и др., 2019). В транспорте железа принимает участие белок лактоферрин (ЛФ). В количественном отношении – это второй белок грудного молока, уступающий только казеинам и составляющий до 20% от общего белка сыворотки молока. Лактоферрин представляет собой полифункциональный гликопротеин, который наряду с основной функцией (связывание, транспорт и депонирование железа) также проявляет антибактериальную, противовирусную, антипаразитарную, антиоксидантную и каталитическую активность и обладает мембранопротекторными функциями. Лактоферрин может находиться как в апосостоянии, не связанном с железом, так и в холосостоянии, насыщенном железом. В грудном молоке обнаруживаются обе формы ЛФ, что немало важно, поскольку аполактоферрин может легко хелатировать железо, предотвращая рост бактерий, а хололактоферрин участвует в коррекции дефицита железа. Кроме этого, экзогенный лактоферрин устойчив к действию протеолитических ферментов, поэтому часть его может всасываться в кишечнике в неизменном виде и поступать в кровеносное русло, обеспечивая дополнительное депо железа.

В мировой научной литературе лактоферрину посвящено огромное количество работ, однако в России системное изучение этого белка специалистами различных направлений только начато.

Ц е л ь р а б о т ы – оценка содержания микроэлементного железа и лактоферрина в грудном молоке женщин г. Оренбурга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования выступало грудное молоко, полученное от женщин, постоянно проживающих на территории г. Оренбурга. Собранная в стерильные контейнеры утренняя порция молока замораживалась и хранилась при температуре -20°C . Всего в исследовании приняли участие 80 женщин, которые дали информированное добровольное согласие и прошли анкетирование.

Средний возраст обследуемых женщин составил $27,1\pm 0,65$ года, а средний возраст детей – $4,3\pm 0,27$ месяца. Абсолютное большинство детей (96%) находились исключительно на грудном вскармливании.

Для определения микроэлементного железа пробоподготовку грудного молока выполняли методом сухого озоления. Количественное определение железа в грудном молоке проводили методом атомно-абсорбционного анализа на спектрометре «Квант-2А».

Определение ЛФ проводили ИФА-методом (Cloud-Clone Corp, США) с использованием иммуноферментного фотометра-680 (Bio-Rad Laboratories, Inc., США). Для проведения исследования предварительно из образцов молока получили молочную сыворотку (Арзуманян и др., 2022).

Экспериментальные результаты обрабатывали методами математической статистики. Для оценки корреляции использовали коэффициент Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Содержание микроэлементного железа в грудном молоке составило $0,930\pm 0,056$ мг/л при референсных значениях 0,040–1,920 мг/л. При этом наблюдалась сильная вариабельность значений: от 0,34 мг/л до 1,85 мг/л.

Для оценки обеспеченности детей микроэлементным железом необходимо учитывать суточное потребление молока, которое составляет в данный период в среднем 850 мл, а также потребность младенцев в данном МЭ. Поэтому было рассчитано среднесуточное потребление железа младенцами, которое составило 0,289–1,573 мг/сут, при рекомендуемой норме для данного возраста 2–4 мг/сут. Несмотря на невысокое содержание железа в женском молоке, необоснованно говорить о дефиците данного МЭ у детей. Это объясняется тем, что ребенок рождается с печеночными запасами железа, которые в среднем составляют 70–75 мг/кг. Они будут полностью израсходованы к 4–6 месяцам, когда вес ребенка удвоится. До этого момента у детей, находящихся на грудном вскармливании, как правило, не развивается дефицита железа, что объясняется уникальными свойствами грудного молока: при относительно невысоком содержании в нем железа, его абсорбция достигает 50–60% (Балашова и др., 2019). Высокая биодоступность железа из грудного молока обусловлена среди прочего наличием в нем ЛФ.

В Оренбургской области комплексного исследования грудного молока ранее не проводилось, поэтому было проведено определение содержания ЛФ в исследуемых образцах грудного молока женщин г. Оренбурга. Получены следующие данные: средняя концентрация ЛФ составила $1,39 \pm 0,18$ г/л, что в целом коррелирует с данными, приведенными в отечественной и зарубежной литературе (0,99 до 3,39 г/л). При этом отмечается положительная корреляция ЛФ с возрастом ребенка в зрелом молоке ($r=0,35$). Для определенных авторами региональных значений ЛФ характерны более низкие концентрации по сравнению с данными некоторых зарубежных исследователей (Czosnykowska-Łukacka et al., 2019, Yang et al., 2019).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в Оренбуржье была проведена оценка содержания микроэлементного железа и лактоферрина в грудном молоке. Для получения региональных референсных значений микроэлементного железа и ЛФ необходимо проведение более широкого обследования женщин Оренбуржья на разных этапах лактации.

Работа поддержана Университетским грантом Соглашение № РХД/2018/113/2/Гр/У/8 от 22.02.2018.

ЛИТЕРАТУРА

Балашова Е.А., Мазур Л.И., Казюкова Т.В. Распространенность железодефицитных состояний у детей первого года жизни в Самарской области. Педиатрия. 2019; 98 (4): 240–248.

Арзуманян В.Г. и др. Вклад лактоферрина, сывороточного альбумина и секреторного иммуноглобулина класса А в антимикробную активность сыворотки грудного молока. Инфекция и иммунитет. 2022; 12(3): 519–526.

Czosnykowska-Łukacka M., et al. Lactoferrin in Human Milk of Prolonged Lactation. Nutrients. 2019; 11(10): 2350. DOI: 10.3390/nu11102350.

Yang Z., et al. Concentration of Lactoferrin in Human Milk and Its Variation during Lactation in Different Chinese Populations. Nutrients. 2018; 10(9): 1235. DOI: 10.3390/nu10091235.

IRON AND LACTOFERRIN IN THE BREAST MILK OF ORENBURG WOMEN

I.V. Machneva, E.N. Lebedeva, I.V. Karnaukhova

Orenburg State Medical University,
St. Sovetskaya 6, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The article presents data on the content of iron and lactoferrin in the breast milk of Orenburg women, obtained as a result of a pilot study in this region. Thus, the iron content was 0.930 ± 0.056 mg/l. The average concentration of LF was 1.39 ± 0.18 g/l, which corresponds to literature data (0.99 to 3.39 g/l). Considering the relevance of the research, it is necessary to conduct a broader study of breast milk from Orenburg women at different stages of lactation to obtain regional reference values for iron and lactoferrin.

KEYWORDS: Iron, lactoferrin, breast milk.

REFERENCES

- Balashova E.A., Mazur L.I., Kazyukova T.V. Prevalence of iron deficiency conditions in children of the first year of life in the Samara region. *Pediatrics*. 2019; 98(4): 240–248. (In Russ.).
- Arzumanyan V.G. et al. The contribution of lactoferrin, serum albumin and secretory immunoglobulin class A to the antimicrobial activity of breast milk serum. *Infection and immunity*. 2022; 12(3): 519–526. (In Russ.).
- Czosnykowska-Lukacka M. et al. Lactoferrin in Human Milk of Prolonged Lactation. *Nutrients*. 2019; 11(10): 2350. DOI: 10.3390/nu11102350.
- Yang Z. et al. Concentration of Lactoferrin in Human Milk and Its Variation during Lactation in Different Chinese Populations. *Nutrients*. 2018; 10(9): 1235. DOI: 10.3390/nu10091235.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-28

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА КВОРУМ СЕНСИНГА В КОРМЛЕНИИ КАРПА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ

М.С. Мингазова^{1,2}, Е.П. Мирошникова¹, А.Е. Аринжанов¹, Ю.В. Килякова¹

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. За последние годы возрос интерес к исследованию влияния различных биологически активных веществ в кормлении рыб. Представлен опыт использования ингибитора кворум сенсинга в рационе карпа и его действия на содержание токсичных элементов в мышечной ткани. В качестве ингибитора кворума использован ванилин («Sigma-Aldrich», Сент-Луис, США). Полученные данные свидетельствуют о положительном действии препарата на снижении ряда токсичных элементов в мышечной ткани рыб. Также отмечалось увеличение живой массы опытных животных в конце исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ингибитор кворум сенсинга, ванилин, кормление, аквакультура, карп, токсичные элементы.

Для цитирования: Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Влияние ингибитора кворум сенсинга в кормлении карпа на содержание токсичных элементов в тканях. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):64–65. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-28.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуально применение различных биологически активных веществ в рационе рыб. Ингибиторы кворум сенсинга – новое направление в изучении добавок в кормлении. Их действие основано на подавлении кворума бактерий в организме животных, за счёт которого достигаются положительные результаты при выращивании.

Цель работы – изучить эффективность использования ингибитора кворум сенсинга в кормлении карпа на содержание токсичных элементов в мышечной ткани рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ. В рамках исследования использован ингибитор кворум сенсинга – ванилин 99% («Sigma-Aldrich», Сент-Луис, США). Для оценки степени влияния препарата методом пар-аналогов были сформированы контрольная (К) и опытная (О) группы, состоящие из годовиков карпа. Опытной группе на протяжении эксперимента дополнительно включили в рацион ванилин в дозировке 250 мг/кг корма. Продолжительность исследования составила 56 суток. Концентрацию токсичных элементов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой при использовании квадрупольного масс-спектрометра Nexion 300D.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные данные демонстрируют положительное влияние ингибитора кворум сенсинга в питании рыб, о чём свидетельствует повышение живой массы на 7,3% ($p \leq 0,05$) в конце исследования. В результате анализа распределения токсичных элементов (таблица) выявлено выраженное достоверно значимое изменение концентрации ряда токсичных элементов в мышечной ткани карпа.

Таблица. **Содержание токсичных элементов в мышечной ткани карпа, мкг/г**

Группа	Элемент					
	Hg	Al	Pb	Be	Cd	Sn
К	0,074±0,0073	4,19±0,42	0,0095±0,001	0,0009±0,0001	0,0027±0,0003	0,0056±0,0006
О	0,024±0,0024***	1,5±0,15***	0,0041±0,0004***	0,0005±0,0001*	0,0056±0,0006**	0,002±0,0002**

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$, при сравнении с контрольной группой.

Установлено снижение концентрации для Hg – на 67,6% ($p \leq 0,001$), Al – на 64,2% ($p \leq 0,001$), Pb – на 56,8% ($p \leq 0,001$), Be – на 44,4% ($p \leq 0,05$) и Sn – на 64,3% ($p \leq 0,01$), при повышении уровня Cd – на 107,4% ($p \leq 0,01$). Практическое значение в снижении концентрации элементов в мышечной ткани связывают с сокращением смертности среди выращиваемых рыб (Li et al., 2023). При повышении содержания отдельных элементов возможно увеличение физиологического стресса (Shahjahan et al., 2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ингибитора кворум сенсинга ванилина в дозировке 250 мг/кг корма в кормлении карпа привело к снижению ряда токсичных элементов в мышечной ткани карпа, однако уровень кадмия превышал контрольные значения.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Li H., Li H., Zhang H., et al. Trace elements in red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in China: Spatiotemporal variation and human health implications. *Science of The Total Environment*. 2023; 857(P.3): 159749.
- Shahjahan M., Taslima K., Rahman M.S., et al. Effects of heavy metals on fish physiology – a review. *Chemosphere*. 2022; 300: 134519.

THE EFFECT OF QUORUM SENSING INHIBITOR IN CARP FEEDING ON THE CONTENT OF TOXIC ELEMENTS IN TISSUES

M.S. Mingazova^{1,2}, E.P. Miroshnikova¹, A.E. Arinzhanov¹, Yu.V. Kilyakova¹

¹ Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, Orenburg, 430013, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
St. 9 Yanvarya 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. In recent years, there has been an increased interest in studying the effect of various biologically active substances in fish feeding. The article describes the experience of using quorum sensing inhibitor in the diet of carp and its effect on the content of toxic elements in muscle tissue. Vanillin (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) was used as a quorum inhibitor. The data obtained indicate a positive effect of the drug on reducing a number of toxic elements in the muscle tissue of fish. There was also an increase in the live weight of experimental animals at the end of the study.

KEYWORDS: quorum sensing inhibitor, vanillin, feeding, aquaculture, carp, toxic elements.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-29

ДЕЙСТВИЕ ПРОБИОТИКОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЦАХ КАРПА

М.С. Мингазова^{1,2}, Е.П. Мирошникова¹, А.Е. Аринжанов¹, Ю.В. Килякова¹

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13,

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. Пробиотики являются одними из используемых добавок в кормлении рыб, так как они обладают широким спектром действия на организм. Кроме того, пробиотики зарекомендовали себя как вещества, не вызывающие антибиотикорезистентность. Изучено действие пробиотических препаратов Атыш, Субтилис и Атыш+Субтилис на содержание эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в мышечной ткани сеголетков карпа. Выявлено, что добавки способствовали снижению концентрации элементов, а также росту подопытных рыб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аквакультура, карп, пробиотики, Субтилис, Атыш.

Для цитирования: Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Действие пробиотиков на содержание химических элементов в мышцах карпа. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):66–67. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-29.

ВВЕДЕНИЕ

Пробиотические препараты – широко используемые добавки в кормлении рыб, которые оказывают положительное влияние на рост, выживаемость, повышение эффективности кормления и другие показатели. Штаммы бактерий, входящие в состав пробиотиков, повышают активность ферментов и иммунитет рыб. Кроме того, препараты зарекомендовали себя как альтернатива антибиотикам, не приводящая к негативным последствиям.

Ц е л ь р а б о т ы – оценить содержание эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в тканях карпа при использовании в кормлении пробиотиков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методом пар-аналогов были сформированы четыре группы сеголетков карпа по 30 шт. в каждой: контрольная (К) и три опытных (О). Для оценки влияния пробиотических препаратов на организм рыб использованы пробиотические препараты: в группе О₁ – пробиотик Атыш (0,08 г/кг корма), в группе О₂ – пробиотик Субтилис (0,04 мл/кг корма), в группе О₃ – комплекс Атыш+Субтилис в вышеуказанных дозировках.

Содержание эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в мышечной ткани сеголетков определяли методом атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии в лаборатории ООО «Микронутриенты» (г. Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам эксперимента установлен ростостимулирующий эффект: в группе О₁ масса рыб была выше показателей контрольной группы на 7,5%, в группе О₂ – на 32,3% ($p \leq 0,01$), в группе О₃ – на 22,8% ($p \leq 0,05$). Установлено снижение уровня эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в опытных группах (таблица).

Для группы О₁ – Cr на 31,50% ($p \leq 0,05$), I на 41,05% ($p \leq 0,05$), Zn на 45,15% ($p \leq 0,05$), Cu на 56,52% ($p \leq 0,01$), Fe на 58,21% ($p \leq 0,01$), Ni на 72,43% ($p \leq 0,01$), Li на 80,00% ($p \leq 0,05$) и Co на 83,33% ($p \leq 0,01$).

В группе О₂ – Cu на 30,98% ($p \leq 0,05$), Cr на 31,30% ($p \leq 0,05$), Mn на 34,21% ($p \leq 0,05$), Se на 36,36% ($p \leq 0,05$), I на 40,00% ($p \leq 0,05$), Zn на 51,70% ($p \leq 0,05$), Fe на 59,34% ($p \leq 0,01$), Ni на 81,08% ($p \leq 0,01$), Co на 86,67% ($p \leq 0,01$) и Li на 92,30% ($p \leq 0,05$).

Для группы О₃ – Fe на 32,93% ($p \leq 0,05$), Ni на 43,24% ($p \leq 0,05$), Cu на 45,11% ($p \leq 0,05$), Zn на 52,70% ($p \leq 0,01$), Li на 69,00% ($p \leq 0,05$) и Co на 70,00% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контрольной группой.

Данный эффект обусловлен выведением ряда элементов из организма рыб под воздействием пробиотических штаммов в связи с улучшением ферментной активности (Adelina et al., 2021; Sarkar et al., 2022). При этом снижение концентрации не отразилось на поведении и росте рыб.

Таблица. **Содержание эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в мышечной ткани карпа, мкг/г**

Элемент	Группа			
	К	O ₁	O ₂	O ₃
Co	0,03±0,002	0,005±0,0005**	0,004±0,0004**	0,009±0,0009*
Li	0,01±0,0009	0,002±0,0002*	0,00077±0,00005*	0,0031±0,0003*
V	0,05±0,0052	0,04±0,0026	0,04±0,0026	0,07±0,005
Mn	0,76±0,045	0,8±0,05	0,5±0,026*	1,18±0,034*
Ni	0,37±0,023	0,102±0,007**	0,07±0,0047**	0,21±0,0141*
Se	0,22±0,0141	0,19±0,0141	0,14±0,012*	0,19±0,0141
Zn	33,89±1,602	18,59±0,896*	16,37±0,768*	16,03±0,73**
Cu	1,84±0,087	0,8±0,045**	1,27±0,059*	1,01±0,05*
Cr	1,46±0,066	1±0,082*	1,003±0,47*	1,69±0,087
B	1,21±0,06	1,15±0,047	1±0,05	1,36±0,06
I	0,95±0,07	0,56±0,03*	0,57±0,03*	0,78±0,04
Si	51,68±2,45	40,67±1,89	48,87±2,31	57,23±2,71
Fe	37,26±1,78	15,57±0,74**	15,15±0,71**	24,99±1,18*

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$, при сравнении с контрольной группой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение пробиотических препаратов в кормление сеголетков карпа способствовало увеличению роста подопытных рыб и оказывало снижающее действие на уровень эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в мышечной ткани в связи с активным действием пробиотических штаммов на ферментную активность у рыб.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Adelina A., Feliatra F., Siregar Y.I., Putra I., Suharman I. Use of chicken feather meal fermented with *Bacillus subtilis* in diets to increase the digestive enzymes activity and nutrient digestibility of silver pompano *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801). F1000Research. 2021; 10: 25.

Sarkar M., Rohani F., Hossain M.A., Shahjahan M. Evaluation of Heavy Metal Contamination in Some Selected Commercial Fish Feeds Used in Bangladesh. Biological Trace Element Research. 2022; 200: 844–854.

THE EFFECT OF PROBIOTICS ON THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN CARP MUSCLES

M.S. Mingazova^{1,2}, E.P. Miroshnikova¹, A.E. Arinzhanov¹, Yu.V. Kilyakova¹

¹ Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, Orenburg, 430013, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
St. 9 Yanvarya 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. Probiotics are one of the additives used in fish feeding, as they have a wide range of effects on the body. In addition, they have proven themselves as substances that do not cause antibiotic resistance. The article describes the effect of probiotic drugs Atysh, Subtilis and Atysh+Subtilis on the content of essential and conditionally essential elements in the muscle tissue of carp fingerlings. It was revealed that the additives contributed to a decrease in the concentration of elements and contributed to the growth of experimental fish.

KEYWORDS: aquaculture, carp, probiotics, Subtilis, Atysh.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-30

УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ ЧАСТИЦЫ В КОРМЛЕНИИ КАРПА

Е.П. Мирошникова¹, М.С. Мингазова^{1,2}, Ю.В. Килякова¹, А.Е. Аринжанов¹

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460013, г. Оренбург, пр. Победы, 13,

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты влияния ультрадисперсных частиц (УДЧ) SiO₂ на организм карпа (*Cyprinus carpio*), при включении в рацион 200 мг/кг корма в течение 56 суток. Установлено, что поступление в организм рыб УДЧ сопровождается 100% выживаемостью рыб. Добавка оказывает положительное действие на биохимические показатели крови, приводя к снижению содержания АСТ и АЛТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аквакультура, карп, ультрадисперсные частицы, биохимические параметры крови.

Для цитирования: Мирошникова Е.П., Мингазова М.С., Килякова Ю.В., Аринжанов А.Е. Ультрадисперсные частицы в кормлении карпа. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):68–69. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-30.

ВВЕДЕНИЕ

В аквакультуре важным средством лечения заболеваний является использование антибиотиков, действие которых направлено на уничтожение или ингибирование роста патогенов. В настоящее время их применение ограничено. Новой альтернативой применения антибиотиков выступают биологически активные препараты, среди которых выделяют использование частиц металлов в кормлении гидробионтов для повышения роста и развития. Такое решение обуславливают тем, что ультрадисперсные частицы (УДЧ) не обладают токсичным эффектом и могут активно применяться при выращивании различных видов рыб в индустриальном и прудовом рыбоводстве.

Ц е л ь р а б о т ы – оценить состояние организма карпа (*Cyprinus carpio*) при использовании в рационе УДЧ SiO₂ в дозировке 200 мг/кг корма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – годовики карпа (*Cyprinus carpio*) ($n = 25$). В работе использовали УДЧ SiO₂ ($d=388\pm 117$), полученные методом плазмохимического синтеза, в дозировке 200 мг/кг. За 30 мин до напыления добавок проводили диспергирование УДЧ в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т, $f = 35$ кГц, $N = 300$ Вт, $A = 10$ мкА («НПП Академприбор», г. Москва, Россия). Ультрадисперсные частицы наносили на корм путём напыления. Рыб кормили 4 раза в сутки, при суточной норме кормления 5% от массы тела.

Отбор крови осуществляли в последний день эксперимента. Биохимические показатели крови определяли по стандартизированным методикам в Испытательном центре ЦКП БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведённого эксперимента установлено, что включение в рацион УДЧ SiO₂ способствовало 100% выживаемости карпов. Для оценки эффективности использования УДЧ SiO₂ в рационе рыб была проведена оценка биохимических показателей крови рыб (рисунок). Установлено, что УДЧ оказывали снижающее действие на такие показатели, как глюкоза, аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспаратаминотрансфераза (АСТ) – на 41,1% ($p\leq 0,01$), 56,5% ($p\leq 0,01$) и 29,2% ($p\leq 0,01$) соответственно. При этом содержание общего белка не имело достоверной разницы с контролем.

Уровень глюкозы у подопытных животных находился в пределах физиологической нормы, снижение может указывать на незначительный стресс. Стоит указать, что снижение содержания АСТ и АЛТ в крови рыб способствует улучшению использования углеводов, повышает защитные функции печени и увеличивает активность ферментов гликолиза и белкового обмена (González et al., 2016; Kesbic et al., 2022).

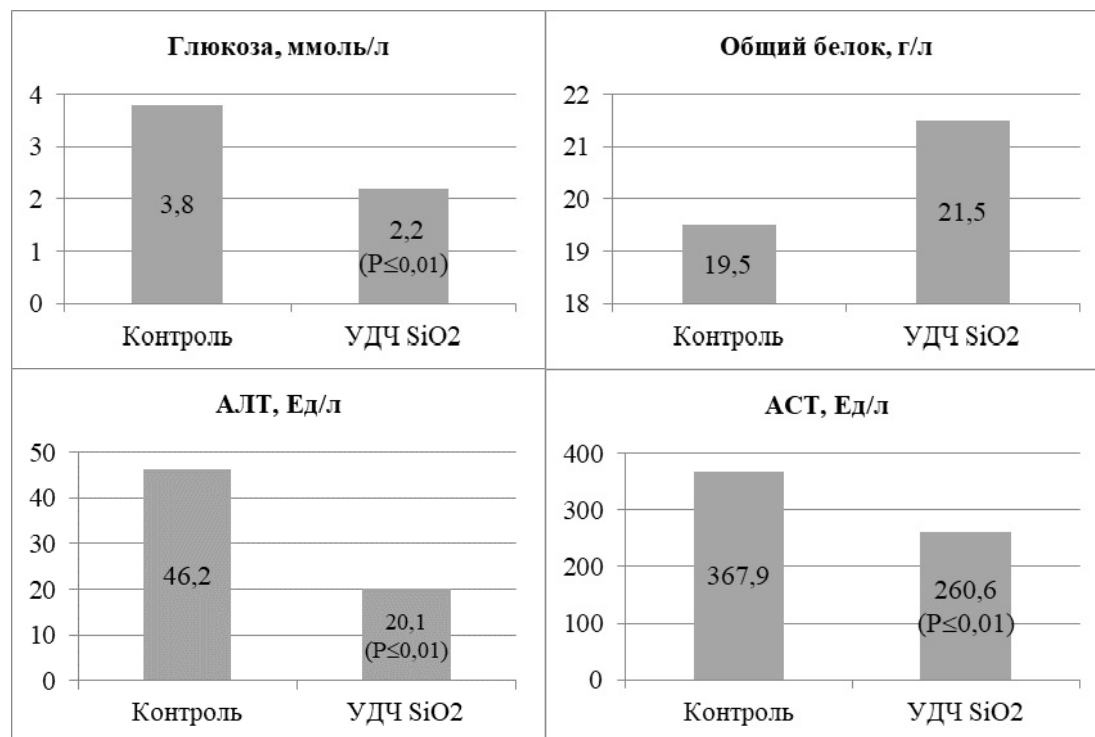


Рисунок. Биохимические показатели крови карпа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение в рацион карпа УДЧ SiO₂ оказало положительное действие на биохимические показатели крови, способствуя улучшению активности ферментов и белкового обмена и стимулируя защитные функции печени.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-76-10054.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

González J.D., Silva-Marrero J.I., Metón I., Caballero-Solares A., Viegas I., Fernández F., Miñarro M., Fàbregas A., Ticó J.R., Jones J.G., Baanante I.V. Chitosan-mediated shRNA knockdown of cytosolic alanine aminotransferase improves hepatic carbohydrate metabolism. *Marine Biotechnology*. 2016; 18(1): 85–97.

Kesbic O.S., Acar U., Hassaan M.S., Yilmaz S., Guerrera M.C., Fazio F. Effects of tomato paste by-product extract on growth performance and blood parameters in common carp (*Cyprinus carpio*). *Animals (Basel)*. 2022; 12(23): 3387.

ULTRAFINE PARTICLES IN CARP FEEDING

E.P. Miroshnikova¹, M.S. Mingazova^{1,2}, Yu.V. Kilyakova¹, A.E. Arinzhanov¹

¹ Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, Orenburg, 430013, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
St. 9 Yanvarya 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The results of the effect of ultrafine particles SiO₂ on the body of carp (*Cyprinus carpio*) when included in the diet of 200 mg/kg of feed for 56 days are presented. It has been established that the intake of ultrafine particles into the body of fish is accompanied by a 100% survival rate of fish. The supplement has a positive effect on the biochemical parameters of the blood, leading to a decrease in the level of AST and ALT.

KEYWORDS: aquaculture, carp, ultrafine particles, biochemical parameters of blood.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-31

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ КВОРУМ СЕНСИНГА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

Е.П. Мирошникова¹, А.Е. Аринжанов¹, Ю.В. Килякова¹, М.С. Аринжанова²¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты по оценке влияния растительного экстракта *Quercus cortex* в кормлении карпа. Установлено, что введение в рацион рыб *Quercus cortex* в количестве 1 и 2 мл/кг живой массы сопряжено с повышением интенсивности роста. В опытных группах зафиксировано достоверное повышение концентрации микроэлементов в мышечной ткани: Fe, B, Co, Mn, Si. Анализ токсичных элементов показал достоверное повышение уровня Sr и Al лишь при минимальной дозе введения экстракта. Достоверных отличий по содержанию Cd, Pb, Hg, Sn зафиксировано не было.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кворум сенсинг, кормление рыб, микроэлементы.

Для цитирования: Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Аринжанова М.С. Влияние ингибиторов кворум сенсинга на продуктивность и микроэлементный состав мышечной ткани рыбы. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):70–72. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-31.

ВВЕДЕНИЕ

Вещества-ингибиторы кворум сенсинга бактерий на сегодняшний день являются наиболее перспективной альтернативой антибиотикотерапии. Исследования показывают, что растения и их экстракты содержат в своем составе биологически активные соединения, способные влиять на «кворум сенсинг» бактерий, к их числу относится и экстракт *Quercus cortex* (Фисинин и др., 2018).

Цель работы – изучить влияния ингибиторов кворум сенсинга (*Quercus cortex*) в рационе рыб на продуктивность и обмен микроэлементов в мышечной ткани.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сформированы четыре группы рыб (*Cyprinus carpio*): контрольная и три опытные. Рацион опытных групп дополнительно включал экстракт *Quercus cortex* в количестве 1 мл/кг живой массы (I опытная), 2 мл/кг (II) и 3 мл/кг (III). Содержание микроэлементов в тканях исследовали в лаборатории АНО «Центра биотической медицины» (г. Москва). Продолжительность эксперимента 35 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Введение *Quercus cortex* в рацион положительно отразилось на продуктивности рыб; так, со второй недели эксперимента в опытных группах отмечено повышение массы рыбы на 10–12,3% по сравнению с контролем. Подобная динамика роста сохранилась в последующие недели, при этом к концу эксперимента наилучшие показатели были зафиксированы при концентрациях экстракта 1 и 2 мл/кг, разница относительно контроля составила 7,9% ($p \leq 0,05$) и 10,7% ($p \leq 0,05$) соответственно. Сравнительный анализ содержания микроэлементов в мышечной ткани рыб (рисунок) показал в опытных группах достоверное повышение уровня Fe в 2,8–4,4 раза ($p \leq 0,001$), B – в 2,3–5 раза ($p \leq 0,01$) и Co в 2 раза ($p \leq 0,01$) по сравнению с контролем. Установлено повышение Mn в I и II группах – на 154 и 54,7% соответственно, а также в I и III группах отмечено повышение уровня Si на 37–42% ($p \leq 0,05$). Кроме того, отмечено снижение Li и I: в I группе – на 11 и 77% ($p \leq 0,001$), во II – на 33% ($p \leq 0,05$) и 62,5% ($p \leq 0,001$), в III – на 44% ($p \leq 0,01$) и 66,4% ($p \leq 0,001$) соответственно.

Анализ токсичных элементов показал достоверное повышение уровня Sr ($p \leq 0,001$) и Al ($p \leq 0,05$) лишь в I группе, а в остальных группах установлено снижение Sr на 28,5–29,3% ($p \leq 0,05$) относительно контроля. Достоверных различий по Cd, Hg, Sn и Pb зафиксировано не было.

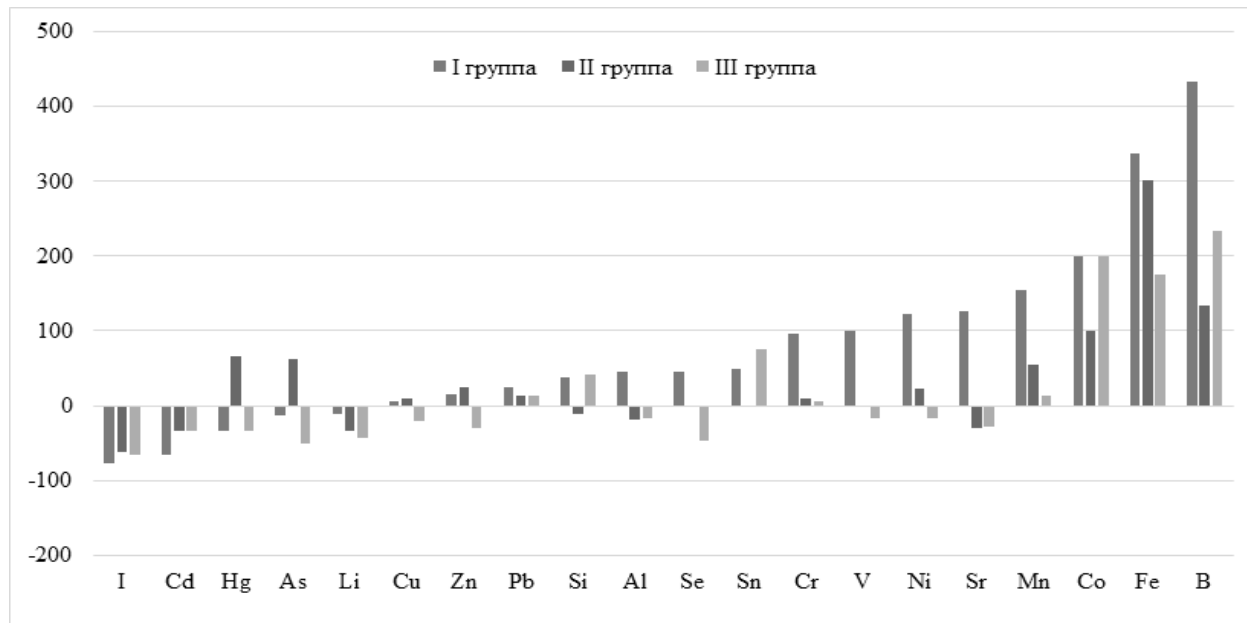


Рисунок. Разница по концентрации микроэлементов в мышечной ткани рыб опытных групп относительно контрольных значений, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлена перспективность использования *Quercus cortex* в кормлении рыб, в частности при дозировках 1 и 2 мл/кг живой массы. Зафиксированные изменения концентрации ряда элементов в мышечной ткани обусловлены особенностями состава растительного экстракта *Quercus cortex*, способного хелатировать ионы переходных металлов, дозами введения и синергетическими взаимодействиями элементов (Дускаев и др., 2023).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-76-10054).

ЛИТЕРАТУРА

- Дускаев Г.К., Кван О.В., Шейда Е.В., Рахматуллин Ш.Г., Левахин Г.И. Влияние веществ, выделенных из водного экстракта коры дуба, на концентрацию химических элементов в организме цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; 1(8): 72–79.
- Фисинин В.И., Ушаков А.С., Дускаев Г.К., Казачкова Н.М., Нуржанов Б.С., Рахматуллин Ш.Г., Левахин Г.И. Изменение иммунологических и продуктивных показателей у цыплят-бройлеров под влиянием биологически активных веществ из экстракта коры дуба. *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(2): 385–392.

EFFECT OF QUORUM SENSING INHIBITORS ON PRODUCTIVITY AND TRACE ELEMENT COMPOSITION OF FISHMUSCLE TISSUE

E.P. Miroshnikova¹, A.E. Arinzhanov¹, Y.V. Kilyakova¹, M.S. Arinzhanova²

¹Orenburg State University, Pobedy Ave 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

²Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvarya St. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The results of the evaluation of the effect of *Quercus cortex* plant extract in carp feeding are presented. It was found that the introduction of *Quercus cortex* in the diet of fish in the amount of 1 and 2 ml/kg of live weight is associated with an increase in growth intensity. In the experimental groups a reliable increase in the concentration of trace elements in muscle tissue was recorded: Fe, B, Co, Mn, Si. Analysis of toxic elements showed a significant increase in the level of Sr and Al only at the minimum dose of the extract administration. No significant differences in the content of Cd, Pb, Hg, Sn were recorded.

KEYWORDS: quorum sensing, fish feeding, micronutrients.

REFERENCES

Duskaev G.K., Kvan O.V., Sheida E.V., Rakhmatullin Sh.G., Levakhin G.I. The effect of substances isolated from an aqueous extract of oak bark on the concentration of chemical elements in the body of broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; 1(8): 72–79. (In Russ.)

Fisinin V.I., Ushakov A.S., Duskaev G.K., Kazachkova N.M., Nurzhanov B.S., Rakhmatullin Sh.G., Levakhin G.I. Mixtures of biologically active substances of oak bark extracts change immunological and productive indicators of broilers. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologia [Agricultural Biology]*. 2018; 53(2): 385–392. (In Russ.)

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-32

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИКА И АНТИБИОТИКА НА МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КАРПА

Е.П. Мирошникова¹, А.Е. Аринжанов¹, Ю.В. Килякова¹, М.С. Аринжанова²

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29

РЕЗЮМЕ. В работе представлены результаты исследований по изучению действия в кормлении рыб пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* в составе препарата «Соя-бифидум» и антибиотика ципрофлоксацин гидрохлорида на микроэлементный профиль мышечной ткани карпа. Введение в рацион рыб пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* сопряжено с повышением концентрации Fe в 3,7 раза, Sn в 4 раза, Mn на 140%, В на 130% и Со на 100% и снижением I на 68,8%, Se на 46% и Li на 44% относительно контрольных значений. Включение в рацион рыб антибиотика ципрофлоксацин гидрохлорида негативно отразилось на микроэлементном профиле мышечной ткани – установлено снижение концентрации макроэлементов, эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов, а также повышение ряда концентрации токсичных элементов по сравнению с контролем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пробиотики, антибиотики, кормление рыб, микроэлементы.

Для цитирования: Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Аринжанова М.С. Сравнительная оценка влияния пробиотика и антибиотика на микроэлементный профиль мышечной ткани карпа. *Микроэлементы в медицине*. 2024;25(2):72–73. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-32.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие аквакультуры в России обуславливает перспективность поиска биологически безопасных и активных кормовых добавок, позволяющих стабилизировать обменные процессы рыб в неблагоприятных условиях водной среды, повышать темпы роста рыбы и эффективность производства продукции аквакультуры.

Ц е л ь р а б о т ы – изучить влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* и антибиотика ципрофлоксацин гидрохлорида на микроэлементный профиль мышечной ткани карпа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлись годовики карпа массой 38 г. Методом пар-аналогов сформированы три группы рыб ($n=20$): контрольная и две опытные. Контрольная группа находилась на основном рационе (ОР), I опытная – дополнительно включала пробиотический препарат «Соя-бифидум» (*Bifidobacterium longum*, 1×10^9 КОЕ) в дозе 0,7 мл/кг корма (ООО «НПФ «Экобиос», г. Оренбург), II опытная – дополнительно включала антибиотик ципрофлоксацин гидрохлорид (дозировка 100 мг/кг корма). Продолжительность эксперимента – 56 суток. Содержание в тканях рыб химических элементов исследовали в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ микроэлементного профиля мышечной ткани рыб показал в I опытной группе существенное увеличение концентрации Fe в 3,7 раза ($p \leq 0,05$), Mn на 140% ($p \leq 0,001$), В на 130% ($p \leq 0,01$) и Со на 100% ($p \leq 0,05$). Стоит отметить также повышение токсического Sn в 4 раза ($p \leq 0,05$). Кроме того, уста-

новлено достоверное снижение I, Se и Li, на 68,8% ($p \leq 0,001$), 46% ($p \leq 0,05$) и 44% ($p \leq 0,01$) соответственно. Для остальных микроэлементов (Cr, Cu, Zn, As, V, Cd, Pb, Sr) также зафиксировано снижение концентраций, но разница была не достоверной. Избирательное воздействие на накопление химических элементов в мышечной ткани согласуется с ранее проведенными исследованиями (Kvan et al., 2018).

Включение в рацион рыб антибиотика ципрофлоксацин гидрохлорида негативно отразилось на микроэлементном профиле мышечной ткани. Так, во II группе установлено снижение концентрации макроэлементов, эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов, а также повышение концентрации токсичных элементов, в частности Sn в 1,5 раза ($p \leq 0,05$) и Al в 4 раза ($p \leq 0,001$) по сравнению с контролем. Подобный эффект связан с действием антибиотика на состав кишечной микрофлоры, что может способствовать снижению усвоения минеральных веществ в кишечнике и в организме в целом (Шульгина и др., 2015).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование антибиотика ципрофлоксацин гидрохлорида в кормлении рыб негативно сказывается на микроэлементном профиле рыб, что в конечном счете при длительном использовании может привести к различным заболеваниям, а также снизить продуктивность и качество продукции, в отличие от пробиотиков, отличающихся селективным воздействием на концентрацию химических элементов в организме рыб.

ЛИТЕРАТУРА

Шульгина Л.В., Якуш Е.В., Шульгин Ю.П. и др. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор. Известия ТИНРО. 2015; 181(2): 216–230. [Shulgina L.V., Yakush E.V., Shulgin Yu.P., et al. Antibiotics in aquaculture and their ecological significance. A review. Izvestiya TINRO. 2015; 181(2): 216–230. (In Russ.)].

Kvan O.V., Gavrish I.A., Lebedev S.V., et al. Effect of probiotics on the basis of *Bacillus subtilis* and *Bifidobacterium longum* on the biochemical parameters of the animal organism. Environ Sci Pollut Res Int. 2018; 25(3): 2175–2183.

COMPARATIVE EVALUATION OF PROBIOTIC AND ANTIBIOTIC EFFECTS ON MICROELEMENT PROFILE OF CARP MUSCLE TISSUE

E.P. Miroshnikova¹, A.E. Arinzhanov¹, Y.V. Kilyakova¹, M.S. Arinzhanova²

¹Orenburg State University,
Pobedy Ave 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

²Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
9 Yanvaryia St. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The paper presents the results of studies on the effect of the probiotic strain of *Bifidobacterium longum* in fish feeding as part of the preparation Soy-bifidum and the antibiotic ciprofloxacin hydrochloride on the trace element profile of carp muscle tissue. The introduction of the probiotic strain *Bifidobacterium longum* into the fish diet is associated with an increase in the concentration of Fe by 3.7 times, Sn by 4 times, Mn by 140%, B by 130% and Co by 100% and a decrease in I by 68.8%, Se by 46% and Li by 44% relative to the control values. The inclusion of the antibiotic ciprofloxacin hydrochloride in the fish diet had a negative effect on the trace element profile of muscle tissue – a decrease in the concentration of macronutrients, essential and conditionally essential trace elements, as well as an increase in the concentration of toxic elements compared with the control was found.

KEYWORDS: probiotics, antibiotics, fish feeding, micronutrients.

REFERENCES

Shulgina L.V., Yakush E.V., Shulgin Yu.P., Shenderyuk V.V., Chukalova N.N., Baholdina L.P. Antibiotics in aquaculture and their ecological significance. A review. Izvestiya TINRO. 2015; 181(2): 216–230. (In Russ.)

Kvan O.V., Gavrish I.A., Lebedev S.V., Korotkova A.M., Miroshnikova E.P., Serdaeva V.A., Bykov A.V., Davydova N.O. Effect of probiotics on the basis of *Bacillus subtilis* and *Bifidobacterium longum* on the biochemical parameters of the animal organism. Environ Sci Pollut Res Int. 2018; 25(3): 2175–2183.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-33

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЭНЗИМОВ В КОМПЛЕКСЕ С УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ МЕДЬЮ

К.С. Нечитайло^{1,2}, Е.А. Сизова^{1,2}, К.В. Рязанцева¹¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 января, 29² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13

РЕЗЮМЕ. В данном исследовании установлено, что использование кормовых добавок на основе энзимов с ультрадисперсной формой меди, может значительно улучшить биодоступность и конверсию микроэлементов у цыплят-бройлеров. Увеличение скорости накопления определенных элементов, таких как медь, литий и марганец, а также снижение уровня других элементов в организме птиц свидетельствует о гомеостатических изменениях в элементном статусе, которые могут повлиять на их общее здоровье и продуктивность. Таким образом, использование кормовых добавок на основе энзимов с ультрадисперсной формой меди может быть эффективным способом оптимизации питания цыплят-бройлеров, улучшения их здоровья и продуктивности, а также снижения расходов на кормление.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: элементный статус, продуктивность, цыплята-бройлеры, медь, ферменты, амилаза, ксиланаза, протеаза.

Для цитирования: Нечитайло К.С., Сизова Е.А., Рязанцева К.В. Изменение элементного статуса организма цыплят-бройлеров при введении кормовой добавки на основе энзимов в комплексе с ультрадисперсной медью. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):74–76. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-33.

ВВЕДЕНИЕ

В птицеводстве промышленных масштабов, корм играет ключевую роль, определяя до 70% конечной стоимости продукции (Tabashsum et al., 2023). Оптимальный баланс питательных веществ является основой устойчивого производства животного белка, обеспечивая эффективное использование питательных веществ при их минимальном расходе. В условиях современной экономики птицеводы вынуждены разрабатывать рецептуру кормов с учетом дешевых ингредиентов, что снижает выход продукции в связи с наличием в структуре компонентов рациона антипитательных факторов, таких как фитиновая кислота и другие, затрудняющими усвоение питательных веществ (Chen et al., 2022).

Экзогенные энзимы могут помочь нивелировать негативное влияние антипитательных факторов, улучшая усвояемость питательных веществ и повышая продуктивность птиц (Нечитайло, Сизова, 2022). Однако улучшение усвояемости питательных веществ повышает риск избыточного накопления микроэлементов, включая токсичные. Недостаток или избыток химических элементов может вызывать серьезные метаболические изменения.

Эксперимент направлен на изучение влияния содержания энзимов в корме в комплексе с ультрадисперсной медью на элементный статус организма, учитывая сложные взаимосвязи между питательностью корма и обменом химических элементов. Цель исследования – изучение особенностей воздействия энзимосодержащего рациона при обогащении ультрадисперсной медью на элементный статус организма цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проведен на цыплятах-бройлерах кросса Арбор-Айкрес на базе ЦКП БСТ РАН (<https://xn----btbzumgw.xn--p1ai/>). Согласно методу формирования аналогичных групп, были созданы контрольная группа и две опытные группы по 10 особей в каждой. При проведении исследования были предприняты шаги для минимизации страданий животных и сокращения количества используемых экспериментальных образцов. Контрольная группа получала стандартный рацион в соответствии с рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского института птицеводства (2019). I группа дополнительно получала кормовую добавку 0,05% Акстра ХАР 102 ТРТ от компании "Данзим" (Россия), содержащей энзимы: эндо-1,4-бета-ксилазазу, альфа-амилазу и протеазу. II группа получала ту же добавку, плюс ультрадисперсную медь от компании "Платина" в дозе 1,7 мг на 1 кг

корма. Эксперимент продолжался 42 дня, включая подготовительный и учётный периоды. Определение элементного состава проводили на одноквадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7900 ICP-MS. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программного пакета "Statistica 12".

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что предлагаемые стратегии по вводу кормовой добавки на основе энзимов и ультрадисперсной меди в рацион цыплят-бройлеров оказывают влияние на состав элементов в биосубстратах и их перераспределение в организме. Так, анализируя элементный состав внутренних органов, установлено, что введение только кормовой добавки приводит к увеличению железа на 26,79% ($p \leq 0,05$), хрома на 43,95% ($p \leq 0,05$), кобальта на 33,73% ($p \leq 0,05$), кальция на 14,68% ($p \leq 0,05$) со снижением марганца на 17,03% ($p \leq 0,05$) и ванадия на 15,69% ($p \leq 0,05$). Дополнительное введение ультрадисперсной меди к кормовой добавке способствовало увеличению хрома на 26,88% ($p \leq 0,05$), меди на 32,59% ($p \leq 0,05$), железа на 46,01% ($p \leq 0,05$), марганца на 31,08% ($p \leq 0,05$), цинка 14,58% ($p \leq 0,05$) и снижению кобальта на 31,21% ($p \leq 0,05$) в сравнении с группой контроля.

В мышечной ткани в I группе выявлено увеличение концентрации железа на 25,41%, магния на 18,56%, фосфора на 28,69% ($p \leq 0,05$), хрома на 42,42 ($p \leq 0,05$) и снижение кобальта на 12,28 ($p \leq 0,05$) и марганца на 17,93 ($p \leq 0,05$). Во II группе наблюдалось увеличение железа на 56,49, марганца на 31,49%, цинка на 14,93% ($p \leq 0,05$), меди на 33,1% ($p \leq 0,05$), при этом снижение отмечено в отношении кобальта (31,01%) ($p \leq 0,01$) и кальция (3,56%) ($p \leq 0,05$).

В ходе анализа пера, было установлено, что у цыплят-бройлеров I группы более высокие значения кальция (45,79%) ($p \leq 0,05$), натрия (33,35%), марганца (43,99%), меди (46,69%) ($p \leq 0,01$) и хрома (56,15%) ($p \leq 0,01$). Во II группе состав пера отличался более высокими показателями кобальта (19,23%), натрия (37,59%), бора (47,05%) ($p \leq 0,05$).

В эксперименте были изучены показатели конверсии и скорости накопления химических элементов с целью изучения метаболических сдвигов в организме. Так, скорость накопления в I группе была высокая в отношении железа, меди и никеля, разница с контролем составила 20,7% ($p \leq 0,05$), 49,73% ($p \leq 0,05$) и 44,1% ($p \leq 0,05$) соответственно. Снижение данного показателя затронуло марганец (-28,97%, $p \leq 0,05$), селен (-15,7%, $p \leq 0,05$), кадмий (-5,11%, $p \leq 0,05$). II группа характеризовалась увеличением скорости накопления меди (+21,62%, $p \leq 0,05$), лития (+66,86%, $p \leq 0,05$), марганца (+19,97%, $p \leq 0,05$) и снижением кобальта (-61,58%, $p \leq 0,05$), никеля (-13,35%, $p \leq 0,05$) и селена (-19,5%, $p \leq 0,05$) в сравнении с контролем.

С целью изучения системы биоаккумуляции элементов были проанализированы показатели конверсии химических элементов, так выявлено, что на фоне применения кормовой добавки (I группа) возрастает эффективность использования ряда эссенциальных микроэлементов, таких как медь (+39,7%, $p \leq 0,05$), хром (+44,1%, $p \leq 0,05$), железо (+20,7%, $p \leq 0,05$) в сравнении с контролем. При этом противоположный эффект в данной группе отмечен в отношении селена (-15,7%, $p \leq 0,05$) и марганца (-28,97%, $p \leq 0,05$). Дополнительное введение меди (II группа) сопровождалось увеличением конверсии марганца (+19,97%, $p \leq 0,05$), меди (+21,62%, $p \leq 0,05$), ванадия (+6,59%, $p \leq 0,01$), железа (+46,14%, $p \leq 0,05$), обратный эффект наблюдался в отношении кобальта (-31,58%, $p \leq 0,05$), никеля (-13,35%, $p \leq 0,05$), селена (-19,5%, $p \leq 0,05$). Кроме этого, в опытных группах отмечена тенденция к увеличению ряда макроэлементов, таких как кальций, магний и фосфор. Таким образом, введение кормовой добавки на основе энзимов в кормление цыплят-бройлеров приводит к гомеостатическим изменениям в элементном статусе, что сказывается на конверсии и скорости накопления элементов, влияя на их перераспределение в тканях и органах птиц. Компоненты корма содержат микроэлементы, и антипитательные факторы, которые в своём действии, особенно некрахмальные полисахариды, могут снижать их биодоступность. Энзимы помогают преодолеть действие этих факторов, улучшая переваримость и абсорбцию элементов, что способствует повышению общей биодоступности микроэлементов. В результате, участвуя в общем метаболическом процессе, данные элементы способны повлиять на продуктивность птиц, а также снизить расходы на кормление. Ультрадисперсная форма меди обладает высокой биодоступностью из-за небольшого размера и увеличенной площади поверхности. Благодаря этому, ультрадисперсные частицы легко проходят через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта, захватываются эпителием ворсинок и всасываются в кровь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование кормовой добавки на основе энзимов в кормлении цыплят-бройлеров может быть эффективным способом улучшения питательного статуса животных и повышения производительности за счет оптимизации биодоступности микроэлементов, таких как медь, хром, железо, а также преодоления антипитательных факторов в кормах. Дополнительное введение ультрадисперсной меди сопровождается улучшением конверсии меди, марганца, железа и ванадия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 20-16-00078-П.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Нечитайло К.С., Сизова Е.А. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием мультиэнзимной кормовой добавки. Актуальная биотехнология. 2021; 1: 79–81. [Nechitailo K.S., Sizova E.A. Rearing broiler chickens using a multienzyme feed additive. Current biotechnology. 2021; 1: 79–81. (In Russ.)].

Chen J., Gui H., Guo Y., Li J. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Shallow Groundwater of Coal-Poultry Farming Districts. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19(19): 12000. DOI: 10.3390/ijerph191912000.

Tabashsum Z., Scriba A., Biswas D. Alternative approaches to therapeutics and subtherapeutics for sustainable poultry production. Poult Sci. 2023; 102(7): 102750. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102750. Epub 2023 Apr 26.

CHANGES IN THE ELEMENTAL STATUS OF THE ORGANISM WHEN ADMINISTERED A FEED ADDITIVE BASED ON ENZYMES IN COMPLEX WITH ULTRADISPERSE COPPER

K.S. Nechitaylo^{1,2}, E.A. Sizova^{1,2}, K.V. Ryazantseva¹

¹ Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 January str. 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

² Orenburg State University, Pobedy Ave, 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. In this study it was found that the use of enzyme-based feed additives with an ultradispersed form of copper, can significantly improve the bioavailability and conversion of trace elements in broiler chickens. Increased rates of accumulation of certain elements such as copper, lithium, and manganese, and decreased levels of other elements in birds indicate homeostatic changes in elemental status that may affect their overall health and productivity. Thus, the use of enzyme-based feed additives with an ultradispersed form of copper may be an effective way to optimize the nutrition of broiler chickens, improve their health and productivity, and reduce feed costs.

KEYWORDS: elemental status, productivity, broiler chickens, copper, enzymes, amylase, xylanase, protease.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-34

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕЧЕНИ ЗЕМНОВОДНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МЕСТООБИТАНИЯ

В.С. Полякова^{1,2}, Е.А. Сизова^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы 13

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, ул. 9 января 29

РЕЗЮМЕ. Тяжелые металлы могут накапливаться в тканях рыб и других водных организмов, что увеличивает риск биоаккумуляции и биомагнификации в органах и тканях наземных и водных видов, создавая высокую степень опасности и токсичности. Проанализированы результаты содержания тяжелых металлов в толще воды, донных отложениях и накопление этих металлов в печени земноводных. Исследуемые образцы были отобраны в трех точках: вблизи населенных пунктов Аксу, Пугачево и Аралтал, а также в месте впадения р. Караоба. Во всех трех точках обнаружены превышения ПДК кадмия в толще воды, однако наибольшая концентрация была в точке возле поселка Аксу – 0,0033 мг/кг. Установлено, что наибольшие концентрации кадмия встречаются у особей *Pelophylax ridibundus* с этого участка. Исследование аккумуляции металлов показало, что несмотря на высокую концентрацию цинка в воде и донных отложениях, наибольшую способность к накоплению в организме проявляет медь.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тяжелые металлы, донные отложения, река Урал, биоаккумуляция, печень, *Pelophylax ridibundus*.

Для цитирования: Полякова В.С., Сизова Е.А. Концентрация тяжелых металлов в печени земноводных в зависимости от их местообитания. Микрорэлементы в медицине. 2024;25(2):76–79. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-34.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение водоемов тяжелыми металлами представляет собой одну из основных экологических проблем. Высокая токсичность этих химических элементов негативно влияет на растительный и животный мир, здоровье человека, а также на окружающую среду в целом. Тяжелые металлы, такие как медь, свинец, кадмий, ртуть и другие, могут накапливаться в тканях рыб и других водных организмов, что в конечном итоге приводит к попаданию их в пищевую цепь, что увеличивает риск биоаккумуляции и биомagnификации в органах и тканях наземных и водных видов, создавая высокую степень опасности и токсичности (Leyte-Vidal et al., 2019). Водные бассейны принимают на себя антропогенные выбросы, что приводит к отложению тяжелых металлов в речном грунте, делая эти реки основными путями перемещения химических элементов. Для реки Урал (Жайык) и её бассейна на территории Российской Федерации характерно систематическое загрязнение медью: концентрация меди превышает допустимую норму в два и более раза во всех исследованных участках. Кроме того, на территории различных регионов отмечены превышения ПДК: марганца в Челябинской области, сульфатов, ХПК и БПК₅ в Оренбургской области, азота нитритного и фенолов в Западно-Казахстанской области, а также магния в Атырауской области. В донных отложениях отмечены высокие концентрации тяжелых металлов и нефтепродуктов (Полякова, Сизова, 2023).

Ц е л ь р а б о т ы – исследование наличия взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Шынгырлау и их накоплением в тканях печени особой озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*; син. *Rana ridibunda* (Pallas, 1771)).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения уровня биоаккумуляции тяжелых металлов в организмах были выбраны особи озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*), которые являются пластичными, чувствительными к загрязнению среды и толерантными даже к высокому уровню антропогенной нагрузки (Zhelev et al., 2020). Отбор проб проводился летом 2023 г. в пойме р. Шынгырлау на территории Бурлинского района, Западно-Казахстанской области (рис. 1): вблизи населенных пунктов Аксу (№ 1), Пугачево и Аралгал (№ 2), в месте впадения р. Караоба (№ 3).



Рис. 1. Точки, выбранные для отбора проб

Отлов особей *P. ridibundus* и отбор проб проводили в соответствии со стандартными методиками. Исследовали содержание тяжелых металлов, таких как медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb) и кадмий (Cd). Пробы анализировали на базе Испытательного центра ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН методом атомной абсорбции. Статистическую обработку выполняли при помощи корреляционного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ содержания тяжелых металлов в воде показал, что самые высокие значения концентрации Cu наблюдаются в точке № 2 (0,046 мг/кг), Zn – в точке № 3 (0,020 мг/кг), а Cd – в точке № 1 (0,0033 мг/кг). Превышение ПДК Cd отмечено в точке № 1 – в 3,3 раза, в точке № 2 – в 1,8 раза, в точке № 3 – в 2 раза.

Наибольшие значения содержания Cu (5,95 мг/кг) и Zn (17,59 мг/кг) в донных отложениях зафиксированы в точке № 1, а содержание Cd в точке № 3 – 0,303 мг/кг. Ряд накопления металлов, как в толще воды, так и в донных отложениях, выглядит следующим образом: в точке № 1 – Zn>Cd>Cu>Pb; в точках № 2 и № 3 – Zn>Cu>Cd>Pb. Pb находился в очень низких концентрациях, что затруднило его изучение в водоеме.

Изучение печени *P. ridibundus* выявило наивысшую концентрацию меди – 45,28 мг/кг и цинка – 27,29 мг/кг у особей, обитающих в точке № 2, в то время как свинец (0,05 мг/кг) и кадмий (0,08 мг/кг) достигли пиковой концентрации в точке № 1. Аккумулирующая способность исследуемых металлов во всех точках изменялась в следующем порядке: Cu>Zn>Cd>Pb. Проведенный анализ показал существование тесной связи ($r=0,751$) между содержанием меди в донных осадках и уровнем меди в печени *P. ridibundus*. Отмечается положительная корреляция между содержанием цинка и кадмия ($r=0,336$ и $r=0,897$ соответственно) и концентрацией тяжелых металлов в воде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что точка в месте впадения р. Караоба, является наиболее чистым участком по сравнению с другими, в то время как участки возле поселка Аксу и близ поселков Пугачево и Аралтал демонстрируют схожие результаты загрязнения среды. Во всех трех точках обнаружены превышения ПДК кадмия в толще воды, однако наибольшая концентрация была в точке возле поселка Аксу – 0,0033 мг/кг. Одновременно с этим выявлены наибольшие концентрации кадмия у особей *P. ridibundus* с этого участка. Также стоит отметить, что при анализе донных отложений наибольшие концентрации меди и цинка наблюдались возле поселка Аксу, но наибольших значений в печени земноводных они достигали в районе поселков Пугачево и Аралтал. Исследование аккумуляции металлов показало, что несмотря на высокую концентрацию цинка в воде и донных отложениях, наибольшую способность к накоплению в организме проявляет медь.

Таким образом, тяжелые металлы могут биоаккумулироваться в организмах и биомагнироваться по всей пищевой цепи. Поэтому необходимы меры по контролю и уменьшению загрязнения водоемов тяжелыми металлами, чтобы обеспечить сохранение здоровья окружающей среды и общества в целом.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Leyte-Vidal J.J.P., González-Fernández L.A., Gutiérrez-Artiles O., et al. Caracterización de tres bioindicadores de contaminación por metales pesados. Revista Cubana de Química. 2019; 31(2): 293–308.

Полякова В.С., Сизова Е.А. Мониторинг состояния водных ресурсов реки Жайык (Урал) в период с 2018 по 2022 год. Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Оренбург: Оренбургский государственный университет. 2023; 70–73. [Polyakova V.S., Sizova E.A. Monitoring sostoyaniya vodnyh resursov reki Zhajyk (Ural) v period s 2018 po 2022 god. Teoriya i praktika innovacionnyh issledovaniy v oblasti estestvennyh nauk sbornik materialov II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Orenburg: Orenburgskij gosudarstvennyj universitet. 2023; 70–73. (In Russ.)].

Zhelev Z.M., Arnaudova D.N., Popgeorgiev G.S., Tsonev S.V. In situ assessment of health status and heavy metal bioaccumulation of adult *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) individuals inhabiting polluted area in southern Bulgaria. Ecological Indicators. 2020; 115: 106413.

THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN THE LIVER OF AMPHIBIANS, DEPENDING ON THEIR HABITAT

V.S. Polyakova^{1,2}, E.A. Sizova^{1,2}

¹ Orenburg State University,

Pobedy ave., 13, Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Yanvaryia 9 str. 29, Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. Heavy metals such as copper, lead, cadmium, mercury and others can accumulate in the tissues of fish and other aquatic organisms, increasing the risk of bioaccumulation and biomagnification in the organs and tissues of terrestrial and aquatic species, creating a high degree of hazard and toxicity. This work analyzes the results of the content of heavy metals in the water column, bottom sediments and the accumulation of these metals in the liver of amphibians. The studied samples were taken at three points: near the settlements of Aksu, Pugachevo and Araltal and at the confluence of the Karaoba River. At all three points, excesses of the maximum permissible concentration of cadmium in the water column were found, but the highest concentration was at a point near the village of Aksu - 0.0033 mg/kg. At the same time, it was found that the highest concentrations of cadmium were found in *Pelophylax ridibundus* individuals from this site. A study of metal accumulation showed that despite the high concentration of zinc in water and bottom sediments, copper exhibits the greatest ability to accumulate in the body.

KEYWORDS: heavy metals, sediments, Ural river, bioaccumulation, liver, *Pelophylax ridibundus*.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-35

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ ТИЛЯПИИ ПРИ КОРМЛЕНИИ КОМБИКОРМОМ С КОНЦЕНТРАТОМ МИКРОБНОГО БЕЛКА В СОСТАВЕ

С.В. Пономарев¹, Ю.В. Федоровых¹, О.А. Левина¹,
П.А. Нюньков², Н.Л. Куликова², А.Б. Ахмеджанова¹

¹ ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Российская Федерация, 414056, Астрахань, ул. Татищева, 16

² ООО «Гипробиосинтез»,
Российская Федерация, 123112, Москва, ул. Тестовская, д. 10, эт. 18, пом. I, комн. 1.

РЕЗЮМЕ. Дальнейший рост производства рыбной муки, являющейся белковой основой рыбных комбикормов, сдерживается ограниченными объёмами водных биоресурсов мирового океана. Современная наука позволяет производить протеин из широкого ассортимента сырья. Одним из перспективных направлений в настоящее время является производство белка из природного газа и его гомологов, а также из сжигаемого на нефтяных месторождениях попутного нефтяного газа, шахтного метана и биогаза. При этом присутствие меди и железа необходимо для функционирования ферментов, отвечающих за окисление метана. Медь обладает способностью накапливаться в тканях, особенно в печени, которая служит основным депо для нее и является индикатором обеспеченности данным элементом. Работа по влиянию возможного остаточного количества меди при кормлении кормом с заменой рыбной муки на 94% концентрата микробного белка, выращенного на метане, проводилась в условиях аквакомплекса ФГБОУ ВО «АГТУ» на сеголетках нильской тилляпии. В качестве контрольного корма использовали комбикорм производства ООО «БИФФ». При этом анализировали рыбоводно-биологические, физиологические показатели, содержание микроэлементов в органах и тканях рыб. Показатель абсолютного прироста в опытной группе был выше контрольной на 6,41 г, относительного прироста – на 0,05%. Выживаемость рыб в двух группах наблюдений оставалась на уровне 100%, при общих оптимальных параметрах выращивания. На положительный эффект кормления кормом с КМБ также указывает ряд физиологических показателей. Так, содержание гемоглобина в контрольной группе рыб на каждом этапе было ниже опытной – на 10,1–14,2 г/л. СОЭ опытной группы в процессе выращивания снизилась до оптимальных значений, не превышающих 2,5 мм/ч. Поскольку печень является основным депо для меди, высокое содержание меди было характерно для обеих экспериментальных групп, но несмотря на это, данные о приросте и физиологическом состоянии рыб не демонстрировали негативного эффекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микробный белок, кормление, тилляпия, медь, прирост, комбикорм.

Для цитирования: Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Левина О.А., Нюньков П.А., Куликова Н.Л., Ахмеджанова А.Б. Динамика содержания меди в тканях и органах тилляпии при кормлении комбикормом с концентратом микробного белка в составе. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):79–82. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-35.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения концентрата микробного белка (КМБ) используется минеральная среда, содержащая соли калия, магния, меди, железа, марганца, цинка и природный газ. При этом присутствие меди и железа необходимо для функционирования ферментов, отвечающих за окисление метана. В результате этого в готовом сухом продукте может содержаться высокое остаточное количество меди – 200–300 мг/кг. Животные и растительные кормовые компоненты содержат небольшое количество меди – 2–24 мг/кг. Медь обладает способностью накапливаться в тканях, особенно в печени, которая служит основным депо для нее и является индикатором обеспеченности данным элементом (Момени, 2021; Абросимова и др., 2022).

Ц е л ь р а б о т ы – проследить влияние возможного остаточного количества меди в опытном комбикорме при кормлении тилляпии, с заменой рыбной муки на 94% КМБ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Испытания производственных комбикормов для тест-объекта тилляпии проводили в условиях аквариального комплекса ФГБОУ ВО АГТУ. Объектом исследования послужили сеголетки нильской тилляпии (*Oreochromis niloticus*). Опытный комбикорм изготовлен в лабораторных условиях методом прессования, сушки и отсева по фракциям. Комбикорм с КМБ имел более высокое (почти в два раза) содержание белка – 64,3% и меньшее – жира (8,9%) в отличие от контрольного. При оценке микроэлементного состава комбикормов видно, что у опытного корма выше содержание меди и калия – 299 мг и 7290 мг/кг, в то время как в контрольном – 11,3 и 4480 мг/кг соответственно. Кормление осуществляли по суточным нормам и кормовым таблицам согласно массе рыбы и температуре воды 25–26 °С (Агапова и др., 2023; Zenkovich et al., 2023). Содержание следующих микроэлементов: Cu, Zn, Mn, K, Co, Mg, Fe, Cr (мг/кг) в печени, мышечной и костной тканях, тканях головы определялись в лаборатории ООО «ГИПРОБИОСИНТЕЗ».

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе рыбоводно-биологических показателей выращивания было установлено, что рост опытной группы, потреблявший корм с 94%-ной заменой рыбной муки на КМБ, прогнозируется более высоким, что выражается в величине достоверности аппроксимации более близкой к 1 (0,979) чем у контрольной группы (0,933). На положительный эффект кормления опытным кормом также указывает ряд физиологических показателей. Так, содержание гемоглобина в контрольной группе рыб на каждом этапе было ниже опытной – на 10,1–14,2 г/л. СОЭ опытной группы в процессе выращивания снизилась до оптимальных значений, не превышающих 2,5 мм/ч. Содержание общего белка в сыворотке крови в опытной группе было выше 29,2 г/л в процессе эксперимента, в то время как в контроле не превышал 26,2 г/л. Такая же динамика прослеживалась и для альбумина, как основного белка плазмы крови. Анализ содержания некоторых макро- и микроэлементов в тканях и органах экспериментальных групп рыб показал, что динамика изменения содержания металлов в большинстве случаев была одинаковой. Однако наблюдались некоторые различия, связанные с разным содержанием элементов в комбикормах. Результаты анализа меди в тканях и органах исследуемых рыб представлены на рисунке.

Как видно из диаграмм, уровень меди в печени на начальном этапе выращивания выше в опытной группе на 1274 мг/кг, чем в контроле. Однако при дальнейшем исследовании содержание меди находилось в пределах 631–780 мг/кг. В конце эксперимента уровень меди в опытной группе составил 1275 мг/кг, что на 272 мг/кг выше контроля (21,41%). Содержание меди в мышечной ткани в обеих группах снизилось – в опыте с 2,62 до 1,62 мг/кг, в контроле – с 2,53 до 1,84 мг/кг, что, согласно данным Остроумовой (2012), соответствует допустимому уровню меди в пищевых продуктах (10 мг/кг).

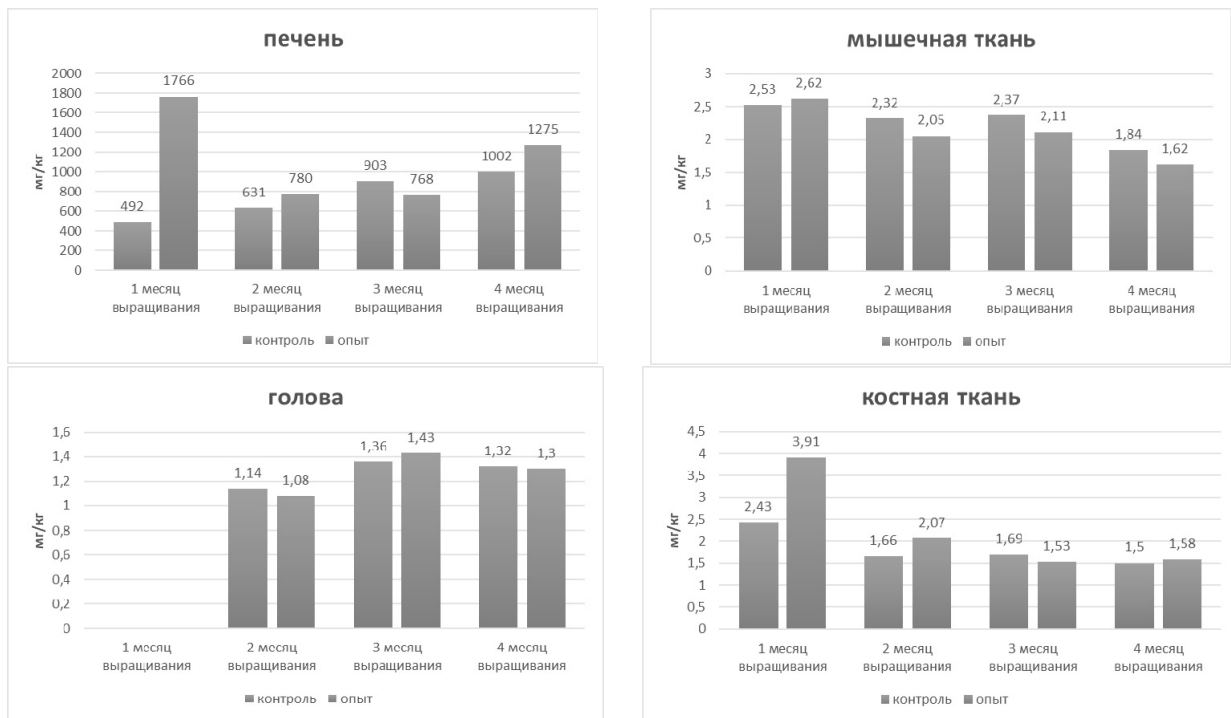


Рисунок. Динамика изменения содержания меди в тканях и органах тиляпии

В тканях головы у обеих групп произошло незначительное увеличение содержания меди – в опыте на 0,22 мг/кг, в контроле на 0,18 мг/кг. В костной ткани рыб количество меди за период выращивания снизилось с 3,91 мг/кг у опытных экземпляров до 1,58 мг/кг (59,59%), в то время как в контроле – с 2,43 мг/кг до 1,5 мг/кг (38,27%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы видим, что имеется общая тенденция по увеличению или уменьшению содержания меди у опытной и контрольной групп. Содержание меди в мышцах рыб соответствует допустимым значениям для пищевых продуктов – ниже 10 мг/кг. Поскольку печень является основным депо для меди, высокое содержание было характерно для обеих экспериментальных групп, но несмотря на это, данные о приросте и физиологическом состоянии рыб не демонстрировали негативного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

Момени, М. Гаприн – одна из точек соприкосновения интересов Ирана и РФ / М. Момени. Деловой журнал Neftgaz. RU. 2021; 1(109): 46–51.

Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Кравченко Ю.В., Новокщенова А.И. Эффективность применения белкового сырья микробного синтеза на показатели роста и развития стерляди. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023; 2(70): 402–407. DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-47.

Zenkovich P.A., Korentovich M.A., Litvinenko A.I. et al. Influence of Feeding Artificial Starter Fodder Enriched with Gaprin on the Content of Trace Elements in Early Juvenile Siberian Sturgeon. Journal of Agriculture and Environment. 2023; 11(39). DOI: 10.23649/JAE.2023.39.21.

Абросимова Н.А., Абросимова Е.Б., Абросимова К.С., Морозова М.А. Кормовое сырье и биологически активные добавки для рыбных объектов аквакультуры: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 152 с.

DYNAMICS OF COPPER CONTENT IN TILAPIA TISSUES AND ORGANS WHEN FED WITH COMPOUND FEED WITH MICROBIAL PROTEIN CONCENTRATE IN THE COMPOSITION

*S.V. Ponomarev¹, Yu.V. Fedorovykh¹, O.A. Levina¹,
P.A. Niunkov², N.L. Kulikova², A.B. Akhmedzhanova¹*

¹Astrakhan State Technical University,
Tatishchev str., 16, 414056, Astrakhan, Russian Federation

²LLC Giprobiosynthesis,
Testovskaya str., 10, room 18/I, 123112, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT. Further growth in the production of fishmeal, which is the protein basis of fish feed, is constrained by limited volumes of aquatic biological resources of the world ocean. Modern science makes it possible to produce protein from a wide range of raw materials. One of the promising areas at present is the production of protein from natural gas and its homologues, as well as from associated petroleum gas, coal mine methane and biogas burned in oil fields. At the same time, the presence of copper and iron is necessary for the functioning of enzymes responsible for the oxidation of methane. Copper has the ability to accumulate in tissues, especially in the liver, which serves as the main depot for it and is an indicator of the availability of this element. The work on the effect of a possible residual amount of copper during feeding, with the replacement of fish meal with 94% of a microbial protein concentrate grown on methane, was carried out in the conditions of the ASTU aquatic complex on fingerlings of the Nile tilapia. Compound feed produced by LLC BIFF was used as a control feed. At the same time, the analysis of fish-breeding biological, physiological parameters, the content of trace elements in the organs and tissues of fish was carried out. The absolute increase in the experimental group was 6.41 g higher than the control group, and the relative increase was 0.05%. The survival rate of fish in the two observation groups remained at the level of 100%, with the overall optimal cultivation parameters. A number of physiological indicators also indicate the positive effect of feeding with KMB. Thus, the hemoglobin content in the control group of fish at each stage was lower than the experimental one - by 10.1-14.2 g/l. During the growing process, the ESR of the experimental group decreased to optimal values not exceeding 2.5 mm/h. Since the liver is the main depot for copper, a high Cu content was typical for both experimental groups, but despite this, data on the growth and physiological state of fish did not show a negative effect.

KEYWORDS: microbial protein, feeding, tilapia, copper, growth, compound feed.

REFERENCES

- Momeni, M. Gaprin - one of the points of contact between the interests of Iran and the Russian Federation. *Business Magazine Neftegaz.RU*. 2021; 1(109): 46–51. (In Ruiss.).
- Agapova V.N., Randelin D.A., Kravchenko Yu.V., Novokshchenova A.I. The effectiveness of the use of protein raw materials of microbial synthesis on the growth and development of starlet. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education*. 2023; 2(70): 402–407. DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-47. (In Ruiss.).
- Zenkovich P.A., Korentovich M.A., Litvinenko A.I. et al. Influence of Feeding Artificial Starter Fodder Enriched with Gaprin on the Content of Trace Elements in Early Juvenile Siberian Sturgeon. *Journal of Agriculture and Environment*. 2023; 11(39): DOI: 10.23649/JAE.2023.39.21.
- Abrosimova N.A., Abrosimova E.B., Abrosimova K.S., Morozova M.A. Feed raw materials and biologically active additives for fish aquaculture facilities: an educational and methodological guide. Sankt-Peterburg: Lan', 2022. 152 s. (In Ruiss.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-36

ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ЦИНКА, МЕДИ И СЕЛЕНА В ПРОФИЛАКТИКЕ И РИСКЕ РАЗВИТИЯ СИНДРОМА РАЗДРАЖЕННОГО КИШЕЧНИКА

*М.И. Пугачев, Ж. Мелисса, Н.Э. Качаго Паильячо*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.

РЕЗЮМЕ. Проведено ретроспективное исследование «случай-контроль». На первом этапе исследования выполнен поиск элементов, наиболее часто ассоциированных с профилактикой и риском развития синдрома раздраженного кишечника (СРК) по данным научной литературы, а именно цинка, меди и селена. На втором этапе в волосах измерялось количество каждого элемента, ассоциированного по данным научной литературы с СРК. Особенностью элементного состава волос в группе пациентов с СРК и в контрольной группе оказалось повышение уровня цинка ($p < 0,003$) и снижение уровня меди ($p < 0,014$). На основании результатов исследования выдвинута гипотеза о возможной ассоциации между повышением содержания цинка, снижением содержания меди в волосах и развитием СРК. Достоверной статистической связи между высоким содержанием селена и СРК выявить не удалось. Ассоциация низкого содержания меди и селена в волосах с риском развития СРК не согласуется с данными научной литературы, которые в основном базируются на исследованиях сыворотки крови. Эти данные могут быть полезны для дальнейших научных изысканий в области патогенеза и лечения данного заболевания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цинк, медь, селен, синдром раздраженного кишечника, анализ волос, масс-спектрометрия.

Для цитирования: Пугачев М.И., Мелисса Ж., Качаго Паильячо Н.Э. Возможная роль цинка, меди и селена в профилактике и риске развития синдрома раздраженного кишечника. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):83–85. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-36.

ВВЕДЕНИЕ

Синдром раздраженного кишечника (СРК) на сегодняшний день является одной из самых распространенных патологий в группе гастроэнтерологических заболеваний. Симптомы заболевания характеризуются болями в животе, сопровождающимися запором, диареей или чередованием того и другого. Особенность этой патологии заключается в том, что ее точная причина неизвестна, а медицина не может с уверенностью объяснить патогенез данного заболевания. Синдром раздраженного кишечника чрезвычайно сложно дифференцировать от других патологий желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), кроме того, его лечение требует длительного времени. В мировой практике имеется ряд исследований, проведенных с целью доказать, что существует связь между дефицитом или избытком микро- и макроэлементов и возникновением синдрома раздраженного кишечника (Hujuel, 2020; Yan et al., 2020; Hujuel, Hujuel, 2022a; Yan, Bingkun, 2022; Xueli et al., 2023). Предполагается, что дефицит или избыток определенных микро- и макроэлементов может либо быть причиной повышения риска возникновения СРК, либо способствовать утяжелению течения болезни (Хохлова и др., 2011; Bek et al., 2022; Hujuel, Hujuel, 2022b; Rezazadegan et al., 2022; Yan, Bingkun, 2022). Однако сложность дифференциальной диагностики и мультифакторный патогенез СРК делает эту задачу трудновыполнимой.

Важно отметить, что большинство исследований элементного статуса при СРК производилось с использованием анализов сыворотки крови, а данных о содержании химических элементов в волосах очень мало.

Ц е л ь и с л е д о в а н и я – поиск взаимосвязей уровней цинка (Zn), селена (Se), меди (Cu) в волосах с риском развития синдрома раздраженного кишечника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследован элементный состав волос пациентов АНО "Центр Биотической Медицины" (ЦБМ). На первом этапе исследования проведен поиск элементов, наиболее часто ассоциированных с профи-

лактикой и риском развития синдрома раздраженного кишечника по данным научной литературы. На втором этапе в волосах измеряли количество каждого элемента, отобранного на первом этапе.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Особенностью элементного состава волос пациентов с СРК и пациентов контрольной группы оказалось повышение уровня цинка ($p < 0,003$) и снижение уровня меди ($p < 0,014$). Достоверной статистической связи между высоким содержанием селена и СРК выявить не удалось. Однако ассоциация низких содержаний меди и селена с риском развития СРК не согласуется с данными научной литературы, которые в основном базируются на исследованиях сыворотки крови.

В результате ретроспективного исследования «случай-контроль» сделаны предварительные выводы, что у пациентов с СРК возможна ассоциация уровней цинка, меди и селена в волосах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования подтверждают гипотезу о возможной ассоциации между повышенным уровнем цинка, низким уровнем меди в организме и развитием СРК. Кроме того, выявленная ассоциация низкого содержания меди в волосах с риском развития СРК не согласуется с данными научной литературы, где акцент делается на негативное влияние повышенной концентрации этого элемента в сыворотке крови. Ввиду малого количества исследований микроэлементов в волосах достоверной статистической связи между низким содержанием селена в волосах и СРК выявить не удалось, что также не согласуется с данными научной литературы, основанных в основном на анализах сыворотки крови. Полученные данные могут быть полезны для дальнейших исследований в области патогенеза и лечения данного заболевания.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Bek S., Teo Y.N., Tan X.-H., et al. Association between irritable bowel syndrome and micronutrients: A systematic review. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2022; 37: 1485–1497.

Hujoel I.A. Nutritional status in irritable bowel syndrome: A North American population-based study. *JGH Open* 2020; 4: 656–662.

Hujoel I.A., Hujoel M.L.A. The Role of Copper and Zinc in Irritable Bowel Syndrome: A Mendelian Randomization Study. *American Journal of Epidemiology*. 2022a; 191: 85–92.

Hujoel I.A., Hujoel M.L.A. The Role of Copper and Zinc in Irritable Bowel Syndrome: A Mendelian Randomization Study. *American Journal of Epidemiology*. 2022b; 191: 85–92.

Rezazadegan M., Shahdadian F., Soheilipour M., et al. Zinc nutritional status, mood states and quality of life in diarrhea-predominant irritable bowel syndrome: a case-control study. *Scientific Reports*. 2022; 12: 11002.

Xueli Jin, Yongjia Hu, Ting Lin, et al. Selenium-enriched *Bifidobacterium longum* DD98 relieves irritable bowel syndrome induced by chronic unpredictable mild stress in mice. *Food & Function*. 2023;14: 5355–5374.

Yan Wan, Bingkun Zhang. The Impact of Zinc and Zinc Homeostasis on the Intestinal Mucosal Barrier and Intestinal Diseases. *Biomolecules*. 2022; 12: 900.

Yan Zhang, Yinzheng Xu, Lin Zheng. Disease Ionomics: Understanding the Role of Ions in Complex Disease. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020; 21: 8646.

Хохлова Е.А., Тарасова Л.В., Степашина Т.Е. Участие селена и цинка в патогенезе воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта (анализ литературных данных). *Вестник Чувашского университета*. 2011; 487–493. [Hohlova E.A., Tarasova L.V., Stepashina T.E. Uchastie selena i cinka v patogeneze vospalitel'nyh zabolevanij zheludochno-kishechnogo trakta (analiz literaturnyh dannyh). *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2011; 487–493.]

ABOUT THE POSSIBLE ROLE OF ZINC, COPPER AND SELENIUM IN THE PREVENTION AND RISK OF IRRITABLE BOWEL SYNDROME

M.I. Pugachev, M. Jean, N.E Cachago Paigliacio

Peoples Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba,
Miklukho-Maklaya st. 6, Moscow, 117198, Russian Federation

ABSTRACT. Our work conducted a retrospective case-control study. First, a search was made for the elements most commonly associated with the prevention and risk of developing IBS in the scientific literature, namely zinc, copper and selenium. In the second stage of the study, the amount of each element associated according to the scientific lit-

erature with IBS was measured. A feature of the elemental composition of hair in the group of patients of the Center for Biotic Medicine (CBM) with IBS and in the control, group was an increase in the level of zinc ($p < 0.003$) and a decrease in the level of copper ($p < 0.014$). Based on the results of the study, we hypothesized a possible association between an increase in the amount of zinc, a decrease in the amount of copper in the hair and the development of IBS. A reliable statistical relationship between high selenium content and IBS could not be identified. However, the association of low copper and selenium levels with the risk of developing IBS is inconsistent with the scientific literature, which is mainly based on serum studies. These data may be useful for further scientific research in the field of pathogenesis and treatment of this disease.

KEYWORDS: zinc, copper, selenium, irritable bowel syndrome, hair analysis, mass spectrometry.

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-37

РОЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ПИТАЮЩИХСЯ

Л.Н. Рождественская^{1,2}, С.П. Романенко¹, М.А. Пустовая¹

¹ ФБУН Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Российская Федерация, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7.

² ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация, 630073, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

РЕЗЮМЕ. В настоящее время пищевые продукты и комплексные рационы рассматриваются как средство управления здоровьем общества и средство улучшения качества жизни. С целью улучшения рационов и внедрения указанных возможностей разрабатываются системы мониторинга и оценки (МиО). Особый акцент делается на их применении в организованных коллективах, в частности в контексте школьного питания. Цель работы – комплексная гигиеническая оценка организации питания школьников в образовательной организации с применением программы МиО. Изучены мониторинговые данные и результаты контрольно-надзорных мероприятий, проведенных в общеобразовательных организациях ($n=6,852$). Для исследования были задействованы методы научного анализа, разработка системы МиО и анализ описательной статистики. Систематическое изучение и мониторинг взаимосвязанных показателей питания в различных группах населения помогут улучшить качество жизни, учитывая экономические, экологические и другие аспекты устойчивого развития.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мониторинг питания, рационы, школьники, образовательные организации.

Для цитирования: Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Пустова М.А. Роль системы мониторинга и оценки национальной программы питания школьников в совершенствовании элементного статуса питающихся. Микрoэлементы в медицине. 2024;25(2):85–87. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-37.

ВВЕДЕНИЕ

Различные аспекты происходящей эволюции потребления продуктов питания представлены в работах, моделирующих конкретные проблемы продовольственной и пищевой безопасности изучающих влияние современных трендов в нутрициологии (Mehri, 2020) и биоэлементологии (Романчук, 2021) на здоровье человека в целом и его когнитивные способности в частности (Skalny, 2014). Надежным инструментом управления программами и комплексами мероприятий по рационализации питания населения являются системы мониторинга и оценки (МиО). Если школьное питание рассматривать в рамках парадигмы создания у молодежи новых поведенческих стереотипов здорового образа жизни, формирования устойчивых систем питания, поддерживающих биоразнообразие, то создание системы МиО становится не просто необходимым элементом осуществления преобразований, а его отправной точкой (Рождественская, 2020; Рождественская и др., 2023).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использовали тройной подход, включающий в себя три этапа: первый – обзор литературы, второй – создание системы МиО и осуществление сбора и агрегации данных, тематические исследования и опросы, и последний – осуществление анализа и формирование мероприятий по

совершенствованию как элементов системы МиО, так и реализуемого программного комплекса мероприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В разработанной на базе ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора системе МиО первичной целью ставилась возможность осуществления контроля и оценки связи состояния организации питания и иных гигиенических факторов осуществления образовательного процесса и состояния здоровья учащихся.

Сбор данных выполняли на основе показателей, вносимых 6,852 зарегистрированными организациями, включающих в себя данные по характеристикам детей (длина и масса тела, пол, возраст, наличие заболеваний, сила кистей рук и пр.), организации работы пищеблоков, используемого на предприятии меню, а также по расчётным данным, характеризующим детализированный химический состав предлагаемых в школьном питании рационов, базирующихся на собственной базе нутриентов (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681730 Российская Федерация. Мониторинг питания и здоровья: № 2022681279).

Программное средство, используемое в разработанной системе МиО, представляет единую межведомственную информационную систему и предусматривает трехуровневую систему пользователей – участников мониторинга и оценки, объединяющей образовательные организации, операторов питания, органы управления образованием и Роспотребнадзор. На основе агрегации и анализа получаемых статистических данных выявляются субъекты и объекты, в которых наблюдается отдельные отклонения от принципов здорового питания, что позволяет устанавливать и корректировать мероприятия по устранению возникающих проблем с составлением рационов питания в образовательных организациях, в том числе на уровне отдельных школ, интернатов, детских садов. Также функционал программы предусматривает возможность использования программы МиО, для оценки конкретных формирующихся микронутриентных дефицитов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективными направлениями адаптации разработанной системы МиО является ее использование для создания и валидации отечественной модели нутриентного профилирования (НП) – инструмента классификации и ранжирования пищевой продукции. Модель выполняет роль аналитического инструмента, используемого для входного отбора и контроля пищевого ресурса в системах организованного питания детей и подростков.

Особенно значительные перспективы открываются при формировании такой модели НП для организованных форм питания, при выявлении на основе методов исследований элементного статуса человека явно выраженных системных дефицитов. В этом случае речь может идти об адресном ранжировании под проблему имеющегося продовольственного ресурса и даже создание персонализированной продукции и пищевых рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА

Mehri A. Trace Elements in Human Nutrition (II) - An Update. *Int J Prev Med.* 2020; 11(1): 2. DOI: 10.4103/ijpvm.IJPVM_48_19.

Романчук Н.П. Биоэлементология и нутрициология мозга. *Бюллетень науки и практики.* 2021; 7(9): 189–227.

Skalny A. Bioelements and Bioelementology in Pharmacology and Nutrition: Fundamental and Practical Aspects. 2014; 225–241. 10.5772/57023.

Рождественская Л.Н. Система мониторинга и оценки школьного питания. *Товаровед продовольственных товаров.* 2020; 12: 42–46. 10.33920/igt-01-2012-07.

Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Чугунова О.В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья. *Индустрия питания.* 2023; 8(2): 63–72. 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7.

THE ROLE OF THE SYSTEM FOR MONITORING AND EVALUATING THE NATIONAL NUTRITION PROGRAM FOR SCHOOL CHILDREN IN IMPROVING THE ELEMENTAL STATUS OF NUTRIENTS

L.N. Rozhdestvenskaya^{1,2}, S.P. Romanenko¹, M.A. Pustovaya¹

¹Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, st. Parkhomenko, 7, Novosibirsk, 630108, Russian Federation

²Novosibirsk State Technical University, K. Marx Ave., 20, 630073, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT. Currently, food products and complex diets are considered not only as a source of essential nutrients for the body, providing its energy needs, but also as a means of managing the health of society and a means of improving the quality of life. Monitoring and evaluation (M&E) systems are being developed to improve diets and implement these capabilities. Particular emphasis is placed on their use in organized groups, particularly in the context of school nutrition. The goal of the work was a comprehensive hygienic assessment of the organization of meals for schoolchildren in an educational organization using a nutrition monitoring and evaluation (M&E) program. The research materials included monitoring data and the results of control and supervisory activities carried out in educational institutions ($n=6,852$). The study involved scientific analysis methods, M&E system development and descriptive statistics analysis. Systematic study and monitoring of interrelated nutritional indicators in different population groups will help improve the quality of life, taking into account economic, environmental and other aspects of sustainable development.

KEYWORDS: nutrition monitoring, diets, schoolchildren, educational organizations.

REFERENCES

- Mehri A. Trace Elements in Human Nutrition (II) - An Update. *Int J Prev Med.* 2020; 11(1): 2. DOI: 10.4103/ijpvm.IJPVM_48_19.
- Romanchuk N.P. Bioelementology and nutritionology of the brain. *Bulletin of Science and Practice.* 2021; 7(9): 189–227. (In Russ.).
- Skalny A. Bioelements and Bioelementology in Pharmacology and Nutrition: Fundamental and Practical Aspects. 2014; 225–241.
- Rozhdestvenskaya L.N. System of monitoring and evaluation of school meals. *A commodity specialist of food products.* 2020; 12: 42–46. 10.33920/igt-01-2012-07. EDN BMVFTR. (In Russ.).
- Rozhdestvenskaya L.N., Romanenko S.P., Chugunova O.V. Prospects of nutrient profiling for disease prevention and health promotion. *The food industry.* 2023; 8(2): 63–72. 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7. (In Russ.).

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-38

ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА К ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНОВ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

С.П. Романенко¹, Л.Н. Рождественская^{1,2,3}, А.П. Лачугин^{1,3}

¹ФБУН Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Российская Федерация, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

²ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова, Российская Федерация, 656038, Барнаул, просп. Ленина, 46

³ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация, 630073, Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20

РЕЗЮМЕ. Проанализированы способы обогащения рационов питания населения Арктической зоны с учетом специфики воздействия неблагоприятных условий окружающей среды на организм человека, а также возможного использования местных природных ресурсов-эндемиков Арктических и субарктических территорий. С помощью программного средства осуществлены расчётные операции по оценке химического состава базового рациона, а также рационов с включением в рецептуры блюд ламинарии и витаминно-минерального комплекса. Результаты расчетов показали, что при использовании в рецептурах блюд и сушеной ламинарии, и витаминно-минерального комплекса наблюдается полное покрытие потребности организма в витаминах (за исключением витаминов группы А), а также некоторых минеральных веществ (Se, F, K) по сравнению с применением базового рациона питания, где отмечается нехватка всех витаминов и большинства минеральных веществ, за исключением Ca, Mg и P.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рационы питания, Арктическая зона, ламинария, витаминно-минеральный комплекс.

Для цитирования: Романенко С.П., Рождественская Л.Н., Лачугин А.П. Обоснование комбинированного подхода к оптимизации рационов населения Арктической зоны. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):87–89. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-38.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение совокупного воздействия высоких показателей метеорологической суровости и неблагоприятных климатических условий Арктики привели учёных к согласованному мнению, что в качестве одного из критериев интегральной оценки адаптационных резервов организма в экстремальных природно-климатических условиях следует рассматривать биохимические маркеры витаминного статуса человека (Лебедева и др., 2014; Коденцова и др. 2013), обусловленные, в первую очередь, качеством питания. С целью профилактики алиментарно-зависимых заболеваний в северной популяции и для обеспечения безопасности питания различных контингентов населения, была обоснована необходимость комплексной коррекции рационов на основании их оптимизации и персонализации и использования комбинированных подходов в модификации Арктических рационов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обогащение рационов проходило путем добавления сушеной ламинарии и витаминно-минерального комплекса (ВМК) (С, β -каротин, витамин Е, витамины группы В₁, В₂, В₆, В₁₂, а также минеральные вещества железо, цинк) в рецептуры изделий с заменой части основного ингредиента на рассматриваемый продукт. Включение блюд, содержащих ламинарию и ВМК, в состав итогового рациона предполагало наличие трех обогащенных каждым компонентом блюд в неделю. Предполагаемые рационы составлены на 2 недели. Расчётные операции выполняли в автоматизированном кроссплатформенном программном средстве «Мониторинг питания и здоровья» (№ рег. 2022681730 от 16.11.2022), где предусмотрен автоматический расчет содержания пищевой и биологической ценности рационов питания на основе внесённых данных по используемым продуктам питания с учетом потерь в процессе тепловой обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе двух групп указанных разработок: молочной и рыбной продукции, обогащенной ламинарией и водорослями для повышения поступления йодосодержащих компонентов в организм (Ученые..., 2024) и блюд и полуфабрикатов для систем организованного общественного питания населения, проживающего в Арктической зоне (супы, запеканки, гарниры, мясные, рыбные и овощные блюда и полуфабрикаты, хлеб и хлебобулочные изделия) (Новикова и др., 2023) продемонстрирована возможность значительной оптимизации стандартного меню за счёт его обогащения продукцией, содержащей как природные водные ресурсы (ламинарию), так и ВМК «Арктик-Трофи». За базовый рацион принят вариант меню, разработанный для четвертой группы интенсивности труда (с учётом потенциального целевого использования для организации питания работников нефте-газодобывающего комплекса), опирающийся на регламентируемые физиологические нормативы макронутриентов (Гигиена..., 2021) При разработке меню согласно энергетической ценности наблюдалась нехватка всех витаминов и большинства минеральных веществ, за исключением Са, Mg и P. Поскольку стояла задача обеспечения возможности полного покрытия физиологических норм по набору контролируемых микроэлементов, рассмотрен вариант комплексного обогащения двухнедельного рациона, как за счёт блюд с включением в состав водорослей, так и блюд, обогащенных ВМК (меню включает по три обогащенных каждым компонентом блюда в неделю). При использовании в рецептурах блюд и сушеной ламинарии, и ВМК наблюдается полное покрытие потребности организма в витаминах (за исключением витаминов группы А), а также некоторых минеральных веществ (Se, F, K).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача исследования, заключающаяся в создании рациона меню, полностью покрывающего нормируемые значения физиологической потребности в макро- и микронутриентах для целевого контингента питающихся, полученного за счёт комплексного использования как природно-растительного

компонента, так и обогащающего ВМК была достигнута. Дальнейшая работа по обоснованию активного включения в рационы населения Арктической зоны специализированной и обогащенной продукции обязательно должна опираться на обоснованиях всеобщего воздействия биоэлементного статуса на здоровье населения, а также и на отдельные контексты, специфичные для конкретных ситуаций или конкретных целевых групп, включая возрастные характеристики питающихся, их этническое происхождение, пищевые традиции, привычки и метаболические особенности.

ЛИТЕРАТУРА

Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021). МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1.

Лебедева У.М., Степанов К.М., Самсонова М.И., Дохунаева, А.М., Захарова Л.С., Дьячковская М.П. Научно-методическое и инновационное обеспечение оптимизации питания населения Республики Саха (Якутия). Вопросы питания. 2014; 83(S3): 25.

Коденцова В.М., Вржессинская О.А., Мазо В.К. Витамины и окислительный стресс. Вопросы питания. 2013; 82(3): 11–18.

Новикова И.И., Романенко С.П., Семенихина М.В. и др. Оценка включения витаминно-минерального комплекса в рацион организационного питания работающих в условиях Арктической зоны. Российская Арктика. 2023; 5(3): 40–47.

Ученые Арктического НОЦ создали линейку полифункциональных продуктов питания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://secarctic.ru/news/341/?ysclid=ltt0ov3ko2330247584#cookies=yes> (дата обращения: 10.04.2024).

SUBSTANTIATION OF A COMBINED APPROACH TO OPTIMIZING THE DIETS OF THE POPULATION OF THE ARCTIC ZONE

S.P. Romanenko¹, L.N. Rozdestvenskyaya^{1,2,3}, A.P. Lachugin^{1,3}

¹Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Parkhomenko St. 7, Novosibirsk, 630108, Russian Federation

²Polzunov Altai State Technical University, Lenin Prospekt 46, 656038, Barnaul, Russian Federation

³Novosibirsk State Technical University, Prospekt K. Marksa 20, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

ABSTRACT. The article analyzes ways to enrich the diets of the population of the Arctic zone, taking into account the specifics of the impact of adverse environmental conditions on the human body, as well as the possible use of local natural resources-endemic to the Arctic and subarctic territories. Calculation operations were performed in the software to evaluate the chemical composition of the basic diet, as well as rations with the inclusion of kelp and vitamin and mineral complex in the recipes of dishes. According to the results of calculations, it was determined that when using both dried kelp and vitamin and mineral complex in the recipes of dishes, there is a complete coverage of the body's need for vitamins (with the exception of vitamins of group A), as well as some minerals (Se, F, K) compared with the use of a basic diet, where there is a shortage all vitamins and most minerals, except Ca, Mg and P.

KEYWORDS: food rations, Arctic zone, kelp, vitamin and mineral complex.

REFERENCES

Food hygiene. Rational nutrition. Norms of physiological energy and nutritional requirements for various groups of the Russian Federation population. Methodological recommendations" (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 07/22/2021). МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1. (In Russ.).

Lebedeva U.M., Stepanov K.M., Samsonova M.I., Dokhunaeva, A.M., Zakharova L.S., Dyachkovskaya M.P. Scientific, methodological and innovative support for optimizing nutrition of the population of the Republic of Sakha (Yakutia). Nutrition issues. 2014; 83(S3): 25. (In Russ.).

Kodentsova V.M., Vrzheinskaya O.A., Mazo V.K. Vitamins and oxidative stress. Nutrition issues. 2013; 82(3): 11–18.

Novikova I.I., Romanenko S.P., Semikhina M.V. et al. Assessment of the inclusion of a vitamin and mineral complex in the diet of organizational nutrition of workers in the Arctic zone. The Russian Arctic. 2023; 5(3): 40–47. (In Russ.).

Scientists of the Arctic Research Center have created a line of multifunctional food products [Electronic resource]. <https://secarctic.ru/news/341/?ysclid=ltt0ov3ko2330247584#cookies=yes> (accessed 04/10/2024). (In Russ.).

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА3

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ – SHORT COMMUNICATION

Е.С. Алешина, Е.А. Дроздова
ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЫ РАСТЕНИЙ
В КАЧЕСТВЕ БИОРЕМЕДИАТОРОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ.....5

E.S. Aleshina, E.A. Drozdova
RESEARCH THE ROLE OF MICROORGANISMS IN THE ROOT ZONE OF PLANTS
AS BIOREMEDIATORS AND PLANT GROWTH STIMULANTS.....6

Е.С. Алешина, Е.А. Дроздова
ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ЭКСТРАКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ7

E.S. Aleshina, E.A. Drozdova
ASSESSMENT OF BIOLOGICALLY SIGNIFICANT ELEMENTS
IN EXTRACTS OF PLANT RAW MATERIALS9

*М.С. Аринжанова, Е.П. Мирошникова, А.Н. Сизенцов,
А.Е. Аринжанов, Ю.В. Киякова*
ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА
И СТРУКТУРНОГО МИКРОБИОМА КИШЕЧНИКА РЫБ
НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН
РАЗЛИЧНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК9

*M.S. Arinzhanova, E.P. Miroshnikova, A.N. Sizentsov,
A.E. Arinzhanov, Y.V. Kilyakova,*
ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP OF THE ELEMENTAL STATUS
AND STRUCTURAL MICROBIOME OF THE FISH GUT AGAINST THE INTRODUCTION
OF VARIOUS BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES TO THE DIETS10

А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киякова, М.С. Аринжанова
ПРООКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ТИТАНА
ПРИ ВЫСОКИХ ДОЗИРОВКАХ (НА МОДЕЛИ *DANIO RERIO*)11

A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Y.V. Kilyakova, M.S. Arinzhanova
PROOXIDANT EFFECT OF ULTRAFINE TITANIUM PARTICLES
AT HIGH DOSES (ON THE MODEL OF *DANIO RERIO*)12

Е.Ю. Афанасьева, С.А. Пилтакян, С.Е. Николаев, А.Р. Грабеклис
УРОВНИ ТОКСИЧНЫХ МИКРО- И УЛЬТРАМИКРОЭЛЕМЕНТОВ
В ВОЛОСАХ У СТУДЕНТОВ РУДН ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ
ИЗ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И БЛИЖНЕГО ВОСТОКА
В ПЕРИОД АДАПТАЦИИ К УЧЕБЕ13

E.Yu. Afanasyeva, S.A. Piltakyan, S.E. Nikolaev, A.R. Grabeklis
LEVELS OF TOXIC MICRO- AND ULTRAMICROELEMENTS IN HAIR
OF RUDN UNIVERSITY FIRST-YEAR STUDENTS
FROM CENTRAL ASIA AND THE MIDDLE EAST
DURING THE PERIOD OF ADAPTATION TO STUDY15

О.В. Баранова, Е.В. Шейда, О.В. Кван, Э.Ф. Гатаулина ВЛИЯНИЕ АСПАРАГИНАТА ХРОМА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ	15
О. V. Baranova, E. V. Sheida, O. V. Kvan, E. F. Gataullina THE EFFECT OF CHROMIUM ASPARAGINATE ON THE CONCENTRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE BRAIN OF LABORATORY ANIMALS	18
А.В. Берестова, О.В. Баранова МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЛБЯНОЙ МУКИ.....	18
A. V. Berestova, O. V. Baranova TRACE ELEMENT COMPOSITION OF SPELT FLOUR.....	20
Е.В. Бибарцева, Е.С. Барышева УСТАНОВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ.....	20
E. V. Bibartseva, E. S. Barysheva DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BONE TISSUE IN DEPENDING ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT.....	22
А.В. Быков, Л.А. Быкова ВЛИЯНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ЦЕОЛИТА ПРИ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН В ОРГАНИЗМЕ ЦЫПЛЯТ БРОЙЛЕРОВ.....	23
A. V. Bykov, L. A. Bykova THE EFFECT OF HETEROGENEOUS ZEOLITE PARTICLES DURING CAVITATION TREATMENT ON MINERAL METABOLISM IN THE BODY OF BROILER CHICKENS	24
Н.В. Винокурова, Е.Н. Лебедева ФИТОСКРИНИНГ ЛИСТЬЕВ СТЕВИИ В ОЦЕНКЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ	25
N. V. Vinokurova, E. N. Lebedeva PHYTOSCREENING OF STEVIA LEAVES AND EVALUATION OF PRACTICAL APPLICATION	26
М.О. Гайков, Т.Я. Корчина СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В ₆ И С В КРОВИ У МЕДРАБОТНИКОВ СЕВЕРА.....	27
M. O. Gaikov, T. Ya. Korchina CONTENT OF VITAMINS B ₆ AND C IN THE BLOOD OF HEALTHCARE WORKERS OF THE NORTH.....	28
О.К. Давыдова БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БИОСИНТЕЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КОБАЛЬТА В ОТНОШЕНИИ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ	29
O. K. Davydova BIOLOGICAL ACTIVITY OF BIOSYNTHESIZED NANOPARTICLES OF COBALT OXIDE IN RELATION TO PATHOGENIC AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS	31

<i>Н.Г. Догарева, М.В. Клычкова, Ю.С. Кичко</i> ТЕХНОЛОГИЯ КЕФИРА, ОБОГАЩЕННОГО КАЛЬЦИЕМ	31
<i>N.G. Dogareva, M.V. Klychkova, Y.S. Kichko</i> CALCIUM ENRICHED KEFIR TECHNOLOGY	32
<i>Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина</i> ВЛИЯНИЕ АНТИБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ, ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ВИТАМИНОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЯКУЛЯТА	33
<i>E.A. Drozdova, E.S. Aleshina</i> THE EFFECT OF ANTIBIOTIC DRUGS, ESSENTIAL ELEMENTS AND VITAMINS ON THE QUALITY OF EJACULATE	34
<i>О.А. Залавина, П.А. Елясин, С.В. Залавина</i> СТРУКТУРА ОКОЛУШНЫХ СЛЮННЫХ ЖЕЛЁЗ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)	35
<i>O.A. Zalavina, P.A. Elyasin, S.V. Zalavina</i> THE STRUCTURE OF THE PAROTID SALIVARY GLANDS IN CONDITIONS OF CHRONIC LEAD INTOXICATION (EXPERIMENTAL STUDY)	37
<i>С.В. Залавина, Е.Ю. Апраксина</i> СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОКОЛОУШНЫХ СЛЮННЫХ ЖЕЛЁЗ И МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН В СИСТЕМЕ МАТЬ – ПЛОД – ПОТОМСТВО ПРИ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИИ	38
<i>S.V. Zalavina, E.Yu. Apraksina</i> STRUCTURAL FEATURES OF THE PAROTID SALIVARY GLANDS AND MINERAL METABOLISM IN THE MOTHER-FETUS-OFFSPRING SYSTEM DURING VIBRATION	40
<i>Н.В. Шарапова, Л.В. Золина, Л.В. Амелина, С.В. Икрянникова</i> ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ДОЗ СУЛЬФАТА ЖЕЛЕЗА (II) И БЕНЗОЛА НА ПРОЦЕССЫ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ	41
<i>N.V. Sharapova, L.V. Zolina, L.V. Amelina, S.V. Ikryannikova</i> THE EFFECT OF LOW DOSES OF IRON (II) SULFATE AND BENZENE ON THE PROCESSES OF FREE RADICAL OXIDATION IN THE EXPERIMENT	43
<i>О.В. Иньшин, Е.П. Мирошникова</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ НА АДСОРБЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ РЫБ	43
<i>O.V. Inshin, E.P. Miroshnikova</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF ACTIVATED CARBON ON THE HEAVY METALS IN FISH	45
<i>А.М. Камирова, Е.А. Сизова</i> ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РУБЦОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	46
<i>A.M. Kamirova, E.A. Sizova</i> TRACE ELEMENT COMPOSITION OF THE SCAR FLUID WHEN THE ORGANOMINERAL COMPLEX IS TURNED ON	47

Ю.В. Киякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, М.С. Мингазова ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЦИНКА И ФИТОБИОТИКА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫБ	47
<i>Yu.V. Kilyakova, E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, M.S. Mingazova</i> EFFECT OF ULTRADISPERSE ZINC PARTICLES AND PHYTOBIOTIC ON BIOLOGICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF FISH	49
А. Беляновская, Е.В. Крестьянникова, Е.А. Солдатова ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	49
<i>A. Belyanovskaya, E.V. Krestyannikova, E.A. Soldatova</i> INFLUENCE OF THE LOCAL HYDROGEOCHEMICAL ANOMALY OF THE TYUMEN REGION ON THE ELEMENTAL COMPOSITION OF WATER FROM NON-CENTRALISED WATER SUPPLY SOURCES	51
Е.С. Лукьянова, П.В. Медведев, В.А. Федотов ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПШЕНИЦЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	52
<i>E.S. Lukyanova, P.V. Medvedev, V.A. Fedotov</i> THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CONTAMINATION OF WHEAT WITH HEAVY METALS	53
Е.С. Лукьянова, В.А. Федотов ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ	54
<i>E.S. Lukyanova, V.A. Fedotov</i> FEATURES OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOIL AND GRAIN CROPS	55
Е.С. Лукьянова, В.А. Федотов ОБОГАЩЕНИЕ ДРОЖЖЕВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ	56
<i>E.S. Lukyanova, V.A. Fedotov</i> ENRICHMENT OF YEAST SEMI-FINISHED PRODUCTS WITH TRACE ELEMENTS	57
К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киякова ИЗУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТА Fe–C В КОРМЛЕНИИ РЫБ	57
<i>K.A. Malenkina, A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Yu.V. Kilyakova</i> STUDY OF Fe-C NANOCOMPOSITE IN FISH FEEDING	59
С.Н. Малышев, В.А. Федотов РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ КАНЦЕРОГЕНОВ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	59
<i>S.N. Malyshev, V.A. Fedotov</i> THE PREVALENCE OF CARCINOGENS IN THE HABITAT OF THE ORENBURG REGION	61
И.В. Мачнева, Е.Н. Лебедева, И.В. Карнаухова ЖЕЛЕЗО И ЛАКТОФЕРРИН В ГРУДНОМ МОЛОКЕ ЖЕНЩИН Г. ОРЕНБУРГА	61
<i>I.V. Machneva, E.N. Lebedeva, I.V. Karnaukhova</i> IRON AND LACTOFERRIN IN THE BREAST MILK OF ORENBURG WOMEN	63

<i>М.С. Мингазова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова</i> ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА КВОРУМ СЕНСИНГА В КОРМЛЕНИИ КАРПА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ.....	64
<i>M.S. Mingazova, E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, Yu.V. Kilyakova</i> THE EFFECT OF QUORUM SENSING INHIBITOR IN CARP FEEDING ON THE CONTENT OF TOXIC ELEMENTS IN TISSUES	65
<i>М.С. Мингазова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова</i> ДЕЙСТВИЕ ПРОБИОТИКОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЦАХ КАРПА	66
<i>M.S. Mingazova, E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, Yu.V. Kilyakova</i> THE EFFECT OF PROBIOTICS ON THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN CARP MUSCLES	67
<i>Е.П. Мирошникова, М.С. Мингазова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов</i> УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ ЧАСТИЦЫ В КОРМЛЕНИИ КАРПА	68
<i>E.P. Miroshnikova, M.S. Mingazova, Yu.V. Kilyakova, A.E. Arinzhanov</i> ULTRAFINE PARTICLES IN CARP FEEDING	69
<i>Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, М.С. Аринжанова</i> ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ КВОРУМ СЕНСИНГА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ	70
<i>E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, Y.V. Kilyakova, M.S. Arinzhanova</i> EFFECT OF QUORUM SENSING INHIBITORS ON PRODUCTIVITY AND TRACE ELEMENT COMPOSITION OF FISHMUSCLE TISSUE	71
<i>Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, М.С. Аринжанова</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИКА И АНТИБИОТИКА НА МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КАРПА	72
<i>E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, Y.V. Kilyakova, M.S. Arinzhanova</i> COMPARATIVE EVALUATION OF PROBIOTIC AND ANTIBIOTIC EFFECTS ON MICROELEMENT PROFILE OF CARP MUSCLE TISSUE	73
<i>К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова, К.В. Рязанцева</i> ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЭНЗИМОВ В КОМПЛЕКСЕ С УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ МЕДЬЮ	74
<i>K.S. Nechitaylo, E.A. Sizova, K.V. Ryazantseva</i> CHANGES IN THE ELEMENTAL STATUS OF THE ORGANISM WHEN ADMINISTERED A FEED ADDITIVE BASED ON ENZYMES IN COMPLEX WITH ULTRADISPERSE COPPER.....	76
<i>В.С. Полякова, Е.А. Сизова</i> КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕЧЕНИ ЗЕМНОВОДНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МЕСТООБИТАНИЯ	76
<i>V.S. Polyakova, E.A. Sizova</i> THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN THE LIVER OF AMPHIBIANS, DEPENDING ON THEIR HABITAT	79

С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, О.А. Левина, П.А. Нюньков, Н.Л. Куликова, А.Б. Ахмеджанова ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ ТИЛЯПИИ ПРИ КОРМЛЕНИИ КОМБИКОРМОМ С КОНЦЕНТРАТОМ МИКРОБНОГО БЕЛКА В СОСТАВЕ	79
<i>S.V. Ponomarev, Yu.V. Fedorovykh, O.A. Levina, P.A. Niunkov, N.L. Kulikova, A.B. Akhmedzhanova</i> DYNAMICS OF COPPER CONTENT IN TILAPIA TISSUES AND ORGANS WHEN FED WITH COMPOUND FEED WITH MICROBIAL PROTEIN CONCENTRATE IN THE COMPOSITION	82
М.И. Пугачев, Ж. Мелисса, Н.Э. Качаго Паильячо ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ЦИНКА, МЕДИ И СЕЛЕНА В ПРОФИЛАКТИКЕ И РИСКЕ РАЗВИТИЯ СИНДРОМА РАЗДРАЖЕННОГО КИШЕЧНИКА	83
<i>M.I. Pugachev, M. Jean, N.E Cachago Paigliacio</i> ABOUT THE POSSIBLE ROLE OF ZINC, COPPER AND SELENIUM IN THE PREVENTION AND RISK OF IRRITABLE BOWEL SYNDROME.....	84
Л.Н. Рождественская, С.П. Романенко, М.А. Пустовая РОЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ПИТАЮЩИХСЯ.....	85
<i>L.N. Rozhdestvenskaya, S.P. Romanenko, M.A. Pustovaya</i> THE ROLE OF THE SYSTEM FOR MONITORING AND EVALUATING THE NATIONAL NUTRITION PROGRAM FOR SCHOOL CHILDREN IN IMPROVING THE ELEMENTAL STATUS OF NUTRIENTS.....	87
С.П. Романенко, Л.Н. Рождественская, А.П. Лачугин ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА К ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНОВ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ	87
<i>S.P. Romanenko, L.N. Rozdestvenskyaya, A.P. Lachugin</i> SUBSTANTIATION OF A COMBINED APPROACH TO OPTIMIZING THE DIETS OF THE POPULATION OF THE ARCTIC ZONE	89

ДЛЯ ЗАМЕТОК
