

На правах рукописи

Браун Одонцэцэг

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИТАНИЯ
КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА
У РАБОТНИКОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
МОНГОЛИИ**

3.2.1. Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Ангарск – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Тармаева Инна Юрьевна

Официальные оппоненты:

Елисеев Юрий Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра общей гигиены и экологии, заведующий

Турчанинов Денис Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра гигиены, питания человека, заведующий

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (105275, г. Москва, Проспект Буденного, д. 31).

Защита состоится «_____» _____ 2024 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.003.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» по адресу: 665827, Иркутская область, г. Ангарск, 12 «А» микрорайон, д. 3.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБНУ ВСИМЭИ (665827, Иркутская область, г. Ангарск, 12 «А» микрорайон, д. 3) и на сайте <http://www.vsimeir.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук, профессор



Ефимова Наталья Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время на территории как России, так и прилегающих государств повсеместно наблюдается процесс урбанизации населения. Этот процесс особенно выражен в Монголии. В настоящее время более половины населения Монголии сосредоточено в городах (National Statistical Office of Mongolia, 2018). В условиях урбанизации питание населения Монголии претерпевает глубокие изменения. Традиционный характер питания монголов отличается постоянным присутствием в рационе пищевых продуктов животного происхождения (Еркегул С. и др., 2015) с высоким содержанием жиров, что в условиях городской жизни значительно превышает энергозатраты. Наряду с мясом, значительную долю в рационе занимают продукты с высоким содержанием простых углеводов (Энхтунгалаг Б. и др., 2003; Эрдэнэцогт Э., 2015; National Food Security Programme, 2009).

Характерными чертами жизни городского населения являются малоподвижный образ жизни и одновременное изменение характера питания, что приводит к распространённости многих заболеваний из числа «болезней цивилизации», наиболее высокой частотой среди которых обладают ожирение, атеросклероз, сахарный диабет и т. д. (Мартинчик А. Н. и др., 2005; Погожева А. В., Батулин А. К., 2017; Королев А. А., 2021; Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., 2021; Тутельян В. А., 2023; Dugee O. et al., 2009; Nakao M. et al., 2017). Уровень популяционного здоровья в большей степени зависит, во-первых, не от избытка в окружающей среде химических элементов техногенного или природного происхождения, а от баланса (равновесия) между потенциально опасными химическими элементами и эссенциальными макро- и микроэлементами, являющимися их антагонистами, и, во-вторых, не столько от комфортности природно-климатических условий, сколько от геохимических особенностей территорий и социальных факторов, в том числе и от питания. В настоящее время всё большее значение приобретают техногенные микроэлементозы. Известно, что в непосредственной близости от многих промышленных предприятий образуются зоны с повышенным содержанием токсичных и условно токсичных микроэлементов, влияющих на здоровье человека (Онищенко Г. Г. и др., 2015; Зайцева Н. В. и др., 2017; Данилова Ю. В., Турчанинов Д. В., 2017; Скальный А. В., 2022).

Улучшение условий питания и сохранение здоровья работающих – одна из важных социально-экономических проблем любого государства. Градообразующее предприятие «Эрдэнэт» расположено во втором по величине промышленном и горнодобывающем городе Монголии (Эрдэнэт) и является одним из крупнейших медно-молибденовых рудников в мире. Несмотря на внимание к проблеме питания в Монголии со стороны Правительства, исследований, позволяющих в полной мере оценить особенности рациона и связанные с этим риски для здоровья различных групп, явно недостаточно (Chimeddamba O. et al., 2015).

Степень разработанности темы исследования. Ряд исследований, посвящённых вопросам питания населения, направлен на изучение актуальных

региональных особенностей питания, в том числе такие исследования проведены и на территории Монголии (Цэгмэд С., 2012; Эрдэнэцогт Э., 2015 и др.). Анализ пищевого статуса населения Монголии показал, что важным фактором алиментарных дефицитов является отсутствие или недостаток в рационе местного населения ряда категорий пищевых продуктов, в частности рыбы, овощей и фруктов, и ассоциированных с ними микронутриентов, таких как полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, ряд витаминов и микроэлементов.

Отдельную категорию исследований составляют работы, посвящённые селеновому статусу (Golubkina N. A., Monhoo B., 2013; Golubkina N. A. et al., 2014; Erdenetsogt E. et al., 2015), которые демонстрируют актуальность проблемы риска селенодефицита для населения Монголии.

В ряде городов и регионов Монголии были проведены исследования, посвящённые воздействию экологических факторов и неблагоприятных факторов промышленных производств. Показан риск экспозиции, в том числе алиментарной, жителей и работников предприятий повышенными концентрациями ряда экотоксикантов – главным образом, химических элементов: урана, ртути, молибдена, меди (UNEP, 2007; Kosheleva N. E., 2011; Jadambaar A. et al., 2015).

Тем не менее, детальной оценки рациона с точки зрения рисков микронутриентной и, в особенности, комплексной микроэлементной недостаточности для населения, занятого в промышленном производстве, не проводилось.

Цель исследования

Научное обоснование комплекса мер по совершенствованию системы профилактики микроэлементозов у работников горно-обогательного производства Монголии путём оптимизации питания.

Задачи исследования:

1. Провести гигиеническую оценку фактического питания как фактора формирования элементного статуса у работников горно-обогательного производства «Эрдэнэт».
2. Оценить алиментарно обусловленные риски, связанные с накоплением токсичных и условно токсичных химических элементов.
3. Научно обосновать и разработать систему профилактических мероприятий, направленных на снижение заболеваемости работников, основанных на оптимизации питания.

Научная новизна и теоретическая значимость работы

Питание населения Монголии характеризуется белково-липидной направленностью, дефицитом потребления фруктов и овощей, яиц, картофеля, молока и молочных продуктов.

Впервые проведена комплексная оценка питания работников горно-обогательного производства «Эрдэнэт», обслуживающих месторождение медно-молибденовых руд. Установлено, что все работники централизованно обеспечены лечебно-профилактическим рационом, который является

избыточным по содержанию холестерина, витамина А и дефицитным по полиненасыщенным жирным кислотам, пищевым волокнам, витамину С и усугубляет риски, связанные с производственной деятельностью. На фоне сложившегося национального питания монголов макроструктура потребления пищевых продуктов с отклонениями от рекомендуемых норм, химический состав суточных рационов не обеспечивают защиту организма от неблагоприятных факторов.

Впервые изучено содержание основных физиологически значимых химических элементов в пищевом рационе и воде, выявлены особенности элементного состава в волосах работников предприятия по обогащению медно-молибденовых руд. Установлены высокое доминирование молибдена в горно-обогатительном производстве и высокие концентрации меди. Показано, что работники производственной сферы имеют различные элементные профили волос в зависимости от специальности, которые в целом отличаются от элементных профилей работников непромышленной сферы более высоким содержанием химических элементов – как токсичных, так и эссенциальных.

Впервые проведена оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья, связанных с поступлением веществ химической природы для работников горно-обогатительного производства «Эрдэнэт».

Представлена система мероприятий по оптимизации питания работников горно-обогатительного производства «Эрдэнэт» как важнейшего элемента здоровьесберегающих технологий.

Практическая значимость работы и внедрение результатов. По материалам исследований подготовлены и внедрены методические рекомендации «Гигиеническая оценка питания и элементного статуса у работников горно-обогатительного комбината Монголии» (г. Эрдэнэт, 2018). Результаты диссертационного исследования и методические рекомендации внедрены в работу отдела безопасности труда и промышленной санитарии, охраны окружающей среды горно-обогатительного комбината «Эрдэнэт» (акт внедрения ТБ-107-14/1388 от 31.08.2018), Национального центра общественного здоровья Монголии (акт внедрения № 89/18 от 22.08.2018), Фонда содействия развитию здравоохранения Монголии (акт внедрения № 5-22/2018 от 15.08.2018), ОГУЗ «Иркутский областной центр медицинской профилактики» (акт внедрения от 05.09.2018), Управления Роспотребнадзора по Иркутской области (акт внедрения от 03.10.2018), Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия (акт внедрения № 03-00-03/16-6747-2018 от 09.11.2018). Результаты работы внедрены в учебный процесс при проведении циклов последипломного обучения специалистов на кафедре общей гигиены Медицинского университета Монголии (акт внедрения № 32/85 от 08.06.2018), кафедре общей гигиены ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (акт внедрения № 1 от 28.08.2018), в программы подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре по специальности 3.2.1. Гигиена, в образовательный кластер

«Здоровое питание» ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии» (акт внедрения № 410-01-02/518/1 от 24.04.2024).

Методы исследования. Исследование проведено с использованием гигиенических, лабораторных и статистических методов исследования.

Объектом исследования были работники горно-обогательного производства «Эрдэнэт» (Монголия), пищевые продукты и питьевая вода с прилегающей территории.

Исследование включало:

- анализ фактического питания работников предприятия относительно питания населения Монголии в целом;
- анализ содержания химических элементов в основных пищевых продуктах и питьевой воде, потребляемых работниками изучаемого предприятия, и расчёт нагрузки потенциально опасными (токсичными) элементами;
- оценку алиментарно обусловленных рисков, связанных с химическим составом пищевых продуктов и воды, у работников горно-обогательного производства;
- оценку элементного статуса работников горно-обогательного производства по многоэлементному анализу волос;
- оценку заболеваемости с временной утратой трудоспособности у работников горно-обогательного производства «Эрдэнэт».

Положения, выносимые на защиту:

1. Фактическое питание работников характеризуется липидно-белковой направленностью с дефицитом поступления ряда макро- и микроэлементов. Макроструктура потребления пищевых продуктов с отклонениями от рекомендуемых норм, химический состав суточных рационов не обеспечивают алиментарную защиту организма работающих от неблагоприятных факторов.

2. Пищевые рационы обследованной когорты характеризуются рядом особенностей, связанных с традиционной спецификой питания монголов и способных оказывать влияние на состояние здоровья и уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности у работников.

3. На формирование элементного статуса у работников горно-обогательного производства «Эрдэнэт» существенное влияние оказывают питание и геохимические особенности территории, обусловленные наличием и разработкой месторождения медно-молибденовых руд.

Апробация результатов исследования и степень их достоверности

Достоверность результатов, выводов и положений, выносимых на защиту, основывается на репрезентативном материале, использовании современных методов исследования и корректном применении методов статистической обработки данных. Комиссия, сформированная в соответствии с приказом ректора ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России № 02-385 от 28.08.2018, подтвердила подлинность первичных материалов и личный вклад автора.

Результаты исследования доложены на III Всероссийской конференции с международным участием «Здоровье и качество жизни» (11.09.2018); заседании Проблемной комиссии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России «Гигиена и экология» (протокол № 1 от 13.09.2018; протокол № 2 от 25.04.2024).

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию медико-профилактического факультета Иркутского государственного медицинского университета (Иркутск, 2015); Международном форуме Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды (Москва, 2017); VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 2018); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Иркутск, 2018); XVII Всероссийском конгрессе с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Лечебное, профилактическое и спортивное питание» (Москва, 2018); 5-м Съезде Российского общества медицинской элементологии (Москва, 2018); межрегиональной конференции «Актуальные вопросы здоровья населения и организация здравоохранения в условиях ОМС», посвящённой 155-летию Общества врачей Восточной Сибири в Иркутске (1863–2018) (Иркутск, 2018); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «От Гигиены до современности: научно-практические основы профилактической медицины» (Москва, 2018); V Международной конференции «Вопросы общественного здравоохранения и перспективы» (Улан-Батор, 2018); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье населения и окружающая среда» (Иркутск, 2018); Международной научно-технической конференции «Современные технологии и научно-технический прогресс» (Ангарск, 2019).

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 4 – в рецензируемых научных изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 3.2.1. Гигиена. Область исследования отвечает пункту 3, 5 паспорта научных специальностей ВАК при Минобрнауки России 3.2.1. Гигиена.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 143 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований и заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа проиллюстрирована 3 рисунками и 23 таблицами. Список использованной литературы содержит 202 источника, в том числе 144 отечественных и 58 иностранных.

Личный вклад

Автором сформулированы направления, цель и задачи исследования, разработаны программа и план, выбраны методические подходы и методы, обоснованы объекты и объём исследований. Автором проанализированы первичные материалы по результатам исследования фактического питания и здоровья; разработаны предложения для профилактических программ; проведены социологический опрос респондентов и анализ анкет, статистическая обработка материалов, анализ и интерпретация результатов. Личное участие в сборе, накоплении и систематизации научных материалов, анализе, интерпретации, обобщении и изложении материалов диссертации составляет не менее 80 %.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность данного исследования и степень её разработанности, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведены сведения об апробации результатов исследования и внедрения в практику, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы представлено обобщение отечественной и зарубежной литературы, позволяющее оценить актуальность и современное состояние проблем питания, распространённости дисбалансов макро- и микроэлементов.

Во второй главе изложены объём, материалы и методы исследований.

В исследовании приняли участие 160 мужчин в возрасте от 30 до 60 лет (средний возраст $41,2 \pm 1,1$ года), постоянно проживающие в условиях города, имеющие среднее специальное и высшее образование, занятые на горно-обогатительном производстве (ГОП) «Эрдэнэт» (Монголия). Была проведена оценка режима питания и пищевых привычек, частоты и объёма потребления основных групп пищевых продуктов в стандартных порциях. Питание оценивалось опросно-анкетным методом трёхдневного воспроизведения фактических водно-пищевых рационов с последующим расчётом среднесуточного поступления макро- и микроэлементов на основе результатов анализа их содержания в основных пищевых продуктах и питьевой воде. В трёхдневный срок наблюдения были включены один воскресный день (когда рабочие комбината питались дома) и два рабочих дня (когда рабочие завтракали и ужинали в домашних условиях, обедали в столовой предприятия). Была проведена оценка режима питания и пищевых привычек, частоты и объёма потребления основных групп пищевых продуктов в стандартных порциях. Для анализа среднесуточного рациона питания нами была использована специальная программа «Калькулятор рациона питания (АСПОН – Питание)» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2007614318, 2008]. База данных программы включает сведения о содержании нутриентов в пищевых продуктах с учётом справочника «Химический состав пищевых продуктов» (2002). Сопоставление полученных

результатов проводилось в соответствии с методическими рекомендациями (МР) 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и МР «Нормы физиологических потребностей пищевых веществ населения Монголии» (2009).

Анализ содержания химических элементов в пищевых продуктах и образцах волос проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (ИСП-МС). Аналитические исследования выполнены в лаборатории ООО «Микронутриенты», аккредитованной в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (аттестат аккредитации РОСС.RU.0001.22ПЯ.05). Было исследовано 30 проб пищевых продуктов на содержание 26 химических элементов: макроэлементов Ca, Mg, K, Na, P; эссенциальных микроэлементов Fe, I, Zn, Cu, Co, Cr, Mo, Se, Mn; токсичных и условно токсичных химических элементов Al, As, Cd, Pb, Hg, Sn, B, Li, Sr, Si, V, Ni; 36 проб воды в двух точках (по 18 проб) – на производстве и в расфасованной воде (кулер для воды). Для оценки элементного статуса работников предприятия «Эрдэнэт» был проведён многоэлементный анализ образцов волос, взятых у мужчин трудоспособного возраста ($n = 28$; средний возраст $43,9 \pm 8,9$ года; по профессиям: вулканизаторщик, грузчик-растворщик, машинист мельниц, флотаторщик). В группу сравнения вошли лица, не подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов (инженерно-технические работники (ИТР) ($n = 12$; средний возраст $42,6 \pm 7,3$ года)).

Исходя из среднего потребления пищевых продуктов и питьевой воды, а также из данных о химическом составе пищевых продуктов и воды, рассчитаны коэффициенты (HQ, hazard quotient) и индексы опасности (HI, hazard index), индивидуальный риск для взрослых мужчин в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

Статистическая обработка данных проведена с использованием автоматизированной программы Statistica 7.0 (StatSoft Inc., США). Рассчитаны показатели распределения респондентов в группах и средние величины. Для проверки статистической значимости различий данных между группами рабочих с общим средним образованием и ИТР с высшим и специальным средним образованием выполнен тест χ^2 с поправкой Йейтса. Уровень статистической значимости принят за $p < 0,05$.

В третьей главе «Комплексная оценка питания работников горно-обогатительного производства «Эрдэнэт» установлено, что $32,7 \pm 6,3$ % ИТР и $16,2 \pm 3,6$ % рабочих принимают горячую пищу 3–4 раза в день ($\chi^2 = 4,84$; $p = 0,028$); несколько раз в неделю употребляют пищу быстрого приготовления (fast food) $23,6 \pm 5,7$ % и $9,5 \pm 2,9$ % работников соответственно ($\chi^2 = 4,75$; $p = 0,030$). Частота ответов по следующим критериям не имеет статистически значимых различий: «практически никогда не завтракают» $36,6 \pm 6,5$ % ИТР и $33,3 \pm 4,6$ % рабочих; «предпочитают традиционную монгольскую пищу, в том числе жирную, солёную» – $50,9 \pm 6,7$ % и $55,2 \pm 4,9$ % соответственно.

Всего 10,0 % респондентов считают, что им следует изменить свои пищевые привычки, соблюдать режим питания, принимать более разнообразную пищу, учитывать принципы здорового питания. Отметим, что в группе респондентов с высшим и средним специальным образованием критическое отношение к своему пищевому поведению встречается в 3,2 раза чаще, чем у лиц с общим средним образованием, но различия статистически не значимы ($p = 0,111$).

В рамках исследования было проанализировано среднесуточное потребление пищевых продуктов у опрошенных: существенных различий по фактическому питанию между работниками производственной и непроизводственной сфер не установлено, поэтому результаты представлены в обобщённом виде (Таблица 1).

Таблица 1 – Среднее потребление основных групп пищевых продуктов, работниками горно-обогатительного производства «Эрдэнэт», кг/год/человек

Наименование продуктов	Потребляемое количество в расчёте на 1 человека	
	Среднее значение ($M \pm m$)	Рациональные нормы, установленные в РФ*
1. Хлебные продукты, в том числе	$184,1 \pm 8,3$	96
крупы, бобовые	$35,6 \pm 4,5$	23
макаронные изделия	$49,5 \pm 5,7$	10
2. Картофель	$28,6 \pm 8,0$	90
3. Овощи и бахчевые	$63,3 \pm 4,6$	140
4. Фрукты свежие, в том числе	0	100
сухофрукты	$1,8 \pm 0,2$	10
5. Сахар	$6,8 \pm 0,07$	8
6. Мясопродукты, в том числе	$77,5 \pm 7,6$	74
7. Рыбопродукты	0	28
8. Молоко и молокопродукты	$106,1 \pm 5,6$	322
9. Яйца (штук)	147 штук	210 штук
10. Масло растительное	$3,9 \pm 0,2$	12

Примечание: * – в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19.08.2016 № 614 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»

Структура продуктового набора выглядит следующим образом: мясо в рационе представлено преимущественно говядиной и кониной (13,4 % от общего количества). Сравнение рекомендуемого среднедушевого потребления у рабочих промышленных предприятий РФ (Мажаева Т. В. и др., 2015, 2018; Истомин А. В. и др., 2015; Фролова О. А. и др., 2016) и рабочих Монголии показало, что уровень потребления мяса в исследуемых группах сопоставим (78 и 77,4 кг в год соответственно). Особенностью рационов работающих на горно-обогатительном производстве является то, что доля мяса птицы составляет в них небольшую долю (11,1 кг в год). К числу избыточных

пищевых продуктов в рационе следует отнести хлеб, макаронные продукты. Потребление хлебобулочных изделий превышает рекомендованный уровень в 1,9 раза, макаронных изделий – в 4,9 раза.

В то же время целый ряд пищевых продуктов включается в рацион в недостаточном количестве. В частности, содержание картофеля в среднесуточном рационе составляет 28,6 кг в год, что почти втрое ниже рекомендованного количества. Существенным недостатком является, то, что работники не употребляют свежих фруктов. Исключение составляют сухофрукты, однако их содержание в рационе катастрофически низкое – 1,8 кг в год против 10 кг в год в норме. К серьёзным недостаткам также следует отнести дефицит в питании работников горно-обогатительного производства «Эрдэнэт» свежих овощей: в рационе 63,3 кг в год, против 140 кг в год нормативных значений. Несмотря на существенную долю животноводства в народном хозяйстве Монголии, потребление молока и кисломолочных продуктов городскими жителями также относительно невысоко. В частности, содержание молочных продуктов в рационе ниже рекомендованного в 3,1 раза.

Весьма низок уровень потребления жителями Монголии растительных жиров. Содержание растительного масла в среднесуточном рационе составляет 3,9 кг/год, что практически втрое ниже нормативного уровня. Следует также особо отметить, что жители Монголии практически не употребляют рыбу и морепродукты, что связано прежде всего с национальными привычками в питании.

Суточный рацион работников горно-обогатительного производства в целом адекватен по количеству энергии и макронутриентов, за исключением пищевых волокон, поступление которых снижено относительно нормы в 3,5 раза, что, очевидно, связано с низким потреблением растительной пищи. Также наблюдается недостаток полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). За счёт высокой доли потребления мясных продуктов наблюдается некоторое превышение количества потребляемого белка: в 1,3 раза – относительно нормативов, принятых в Монголии, и в 1,1 раза – относительно нормативов РФ. При сравнении с нормативами, принятыми в России, можно также отметить высокий уровень холестерина (выше в 1,3 раза).

Потребление основных витаминов близко к норме. В наибольшей степени отклонение наблюдается для витамина А, потребление которого в 1,9 раза превышает оптимальные значения, однако не выходит за границы допустимого диапазона. Возможно, это связано с потреблением мясных субпродуктов, в частности печени, содержание витамина А в которой весьма высокое.

В рамках исследования были проанализированы содержание химических элементов в пищевых продуктах (говядина, конина, картофель, хлеб и хлебобулочные изделия, молоко, яйца), потребляемых работниками горно-обогатительного производства, которые составили около 70% от всех основных групп пищевых продуктов, входящих в рацион питания мужского населения на изучаемом предприятии, и среднесуточная доза их поступления в организм (Таблица 2).

Таблица 2 – Содержание химических элементов в пищевых продуктах, потребляемых работниками ГОП «Эрдэнэт»

Элементы	Распределение концентраций химических веществ (мг/кг) по группам пищевых продуктов									
	мясо		молоко		яйцо		хлеб и хлебобулочные изделия		картофель	
	C _{ср}	C ₉₀	C _{ср}	C ₉₀	C _{ср}	C ₉₀	C _{ср}	C ₉₀	C _{ср}	C ₉₀
Al	0,85	1,01	0,29	0,31	0,26	0,28	1,75	1,89	8,80	9,76
As	0,009	0,010	0,0015	0,0019	0,0055	0,0067	0,006	0,011	0,0075	0,0088
B	0,71	0,88	0,24	0,26	0,21	0,21	0,38	0,39	1,20	1,38
Ca	63,5	64,4	860,0	1042,3	625,0	751,9	191,0	196,6	184,0	191,2
Cd	0,0005	0,0007	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0071	0,0079	0,0049	0,0099
Co	0,0028	0,0031	0,0025	0,0029	0,0035	0,0039	0,0031	0,0039	0,018	0,024
Cr	0,20	0,21	0,038	0,042	0,048	0,051	0,065	0,085	0,035	0,039
Cu	1,42	1,55	0,045	0,057	0,87	0,98	1,94	1,97	1,10	1,18
Fe	35,0	38,9	25,0	38,3	22,1	24,9	10,6	11,4	17,5	18,8
Hg	0,0016	0,0018	0,0004	0,0006	0,0015	0,0018	0,0016	0,0018	0,0013	0,0019
K	2732,0	2816,0	1089,0	1156,4	1105,0	1162,6	908,0	940,2	3291,0	3447,7
Li	0,0089	0,0098	0,0065	0,0093	0,0050	0,0065	0,0063	0,0069	0,0081	0,0098
Mg	222,0	222,7	98,0	102,1	216,0	229,0	236,0	241,5	218,0	230,1
Mn	0,19	0,21	0,26	0,38	0,74	0,79	4,40	4,50	1,90	1,97
Mo	0,019	0,028	0,025	0,034	0,03	0,15	0,30	0,32	0,15	0,18
Na	897,0	929,5	361,0	377,9	1265,0	1318,1	2887,0	2989,2	21,9	22,3
Ni	0,039	0,048	0,045	0,049	0,033	0,039	0,048	0,052	0,068	0,074
P	1965,0	2063,4	756,0	868,3	2688,0	3213,6	973,0	981,7	540,0	569,3
Pb	0,0056	0,0062	0,0035	0,0039	0,0025	0,0029	0,0068	0,0078	0,0071	0,0111
Se	0,0019	0,0020	0,0006	0,0007	0,30	0,38	0,0050	0,0074	0,0001	0,0002
Si	20,0	22,4	19,3	19,6	18,1	21,1	22,3	23,0	22,6	22,8
Sn	0,0051	0,0064	0,0002	0,0003	0,0006	0,0009	0,0026	0,0045	0,0001	0,0002
Sr	0,088	0,099	0,685	0,729	0,90	0,92	1,29	1,32	0,65	0,99
V	0,0026	0,0033	0,0002	0,0003	0,0005	0,0007	0,0045	0,0049	0,040	0,048
Zn	80,9	81,6	3,90	4,86	19,0	20,6	6,46	6,72	4,80	6,76

Примечание: C_{ср} – концентрации веществ, рассчитанные с учётом средней дозы центильной тенденции; C₉₀ – концентрации веществ, рассчитанные с учётом 90-го процента

По результатам анализа состава пищевых рационов и расчёта среднесуточного поступления эссенциальных и токсических химических элементов в организм установлено, что поступление ряда эссенциальных макро- и микроэлементов с суточными пищевыми рационами снижено по сравнению с нормативными показателями. В частности потребление селена ниже рекомендованного уровня на 80,23 %, кальция – на 78,67 %, кобальта – на 67,95 %, магния – на 64,73 %, калия – на 52,78 %.

Таблица 3 – Оценка соответствия количества химических веществ, содержащихся в рационах питания, нормам физиологической потребности человека и допустимым суточным дозам

Элементы	Экспозиция контаминантами пищевых продуктов (мг/сут. на 1 кг массы тела)	Нормы физиологической потребности (мг/сут. на взрослого средним весом 70 кг)*	Удельный вес от норм физиологической потребности (%)	Допустимая суточная доза (мг/сут., на 1 кг массы тела)**	Удельный вес от допустимой суточной дозы (%)
Al	0,019348114	–	–	1	2,14
As	6,03186E-05	–	–	0,0003	28,21
B	0,005186657	–	–	0,2	2,95
Ca	3,046749286	1000	21,33	41,4	7,36
Cd	3,38013E-05	–	–	0,0005	8,60
Co	0,00004578	0,01	32,05	0,02	0,23
Cr	0,000901663	0,05	126,23	0,005	18,03
Cu	0,012805157	1	89,64	0,019	67,40
Fe	0,209598	10	146,72	0,3	69,87
Hg	1,32403E-05	–	–	0,0003	5,24
K	16,86388857	2500	47,22	–	–
Li	7,08579E-05	–	–	0,02	0,42
Mg	2,015405714	400	35,27	11	18,79
Mn	0,020083614	2	70,29	0,14	14,36
Mo	0,001409716	0,07	140,97	0,005	28,19
Na	14,61342929	1300	78,69	34,3	42,60
Ni	0,00046072	–	–	0,02	2,58
P	12,32315429	800	107,83	11	112,03
Pb	5,60311E-05	–	–	0,0035	1,91
Se	0,000197685	0,07	19,77	0,005	3,95
Si	0,207458857	30	48,41	–	–
Sn	2,38614E-05	–	–	0,6	0,01
Sr	0,007600131	–	–	0,6	1,37
V	6,91991E-05	–	–	–	–
Zn	0,258087543	12	150,55	0,3	86,03

Примечание: * – нормы физиологической потребности приняты согласно МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»; ** – допустимая суточная доза) принята согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04)

По результатам анализа соответствия количества химических веществ, содержащихся в рационах питания, «Нормам физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (МР 2.3.1.0253-21) и допустимым суточным дозам по токсикологическим параметрам установлено (Таблица 3), что суточное поступление фосфора превышает норму физиологической потребности на 7,83 % и допустимую суточную дозу – на 12,03 %. Наибольшее поступление фосфора происходит за счёт потребления мяса (40,7 %) и хлеба (28,06 %).

Также превышает нормы физиологической потребности суточное поступление микроэлементов: цинка – на 50,55 %, железа – на 46,72 %, молибдена – на 40,97 %, хрома – на 26,23 %. Вместе с тем суточное поступление указанных микроэлементов не превышает допустимую суточную дозу. Основными источниками поступления молибдена являются хлеб и хлебобулочные изделия (73,9 %), железа – мясо (40,4 %). Поступление хрома обусловлено преимущественно потреблением мяса (53,7 %) и хлеба (31,4 %), цинка – потреблением мяса (79,8 %).

Неопределённость нашего исследования связана и с неполными представлениями об уровнях потребления овощей и фруктов и содержания в них эссенциальных пищевых веществ и контаминантов, которые не вошли в исследование химического состава.

Характеристики воды из источников питьевого водоснабжения г. Эрдэнэт

Исследование питьевой воды из источников питьевого водоснабжения г. Эрдэнэт показало, что по основным характеристикам вода соответствует нормативам. Так, показатель минерализации был на уровне 140 мг/л, жёсткость – 1,6, рН = 7,9, содержание нитратов – 7 мг/л, хлоридов – 14 мг/л, фторидов – 0,4 мг/л, ионов аммония – 0,11 мг/л. Таким образом, несмотря на аномальные геохимические характеристики территории и характер основной деятельности горно-обогатительного производства, водоснабжение г. Эрдэнэт характеризовалось отсутствием превышения в воде предельно допустимых концентраций меди, молибдена и цинка, хотя уровни цинка были несколько повышены по сравнению с другими районами страны (Nriagu J et al., 2013; Golubkina N. et al., 2018). Обращает на себя внимание крайне низкий уровень йода в питьевой воде. Принимая во внимание, что вода в г. Эрдэнэт имеет также низкие уровни селена, наблюдаемая ситуация является основанием для проявления экологического риска, связанного с сочетанным дефицитом этих микроэлементов, являющихся синергистами в биологических системах.

Индекс неканцерогенной опасности, связанный с пищевым рационом, в 5,61 раза превышает допустимый уровень ($HI_d = 1$) и в 5,79 раза – суммарный пероральный (Таблица 4). Величина HQ токсичных и условно эссенциальных элементов не превышает 1 (0,52 и 0,068 соответственно). При этом основной вклад, как показано в нашем исследовании, в суммарный HQ вносит поступление токсикантов с пищей (96,86 %). Питьевая вода как источник опасности имеет важное значение только для свинца и никеля.

Таблица 4 – Оценка неканцерогенной опасности, обусловленной пероральным поступлением химических веществ, для работников горно-обогатительного производства «Эрдэнэт»

Элементы	Коэффициент опасности		Сумма HQ от алиментарного потребления	Вклад, %	
	пищевые продукты	питьевая вода		пищевые продукты	питьевая вода
Al	0,0214	0,00137	0,02	93,99	6,01
As	0,2821	0,01826	0,30	93,92	6,08
B	0,0295	0,00014	0,03	99,54	0,46
Ca	0,0843	–	0,08	100,00	–
Cd	0,0860	0,00132	0,09	98,49	1,51
Co	0,0029	0,00014	0,00	95,43	4,57
Cr	0,2033	0,00548	0,21	97,38	2,62
Cu	0,7069	0,01442	0,72	98,00	2,00
Fe	0,8350	0,01187	0,85	98,60	1,40
Hg	0,0524	0,00164	0,05	96,96	3,04
K	0,0000	–	0,00	–	–
Li	0,0042	–	0,00	100,00	–
Mg	0,1879	–	0,19	100,00	–
Mn	0,1489	0,00098	0,15	99,35	0,65
Mo	0,3256	0,00986	0,34	97,06	2,94
Na	0,4415	–	0,44	100,00	–
Ni	0,0258	0,01096	0,04	70,22	29,78
P	1,1960	–	1,20	100,00	–
Pb	0,0191	0,02348	0,04	44,84	55,16
Se	0,0507	0,00012	0,05	99,76	0,24
Si	0,0000	–	0,00	–	–
Sn	0,0001	–	0,00	100,00	–
Sr	0,0137	–	0,01	100,00	–
V	0,0117	–	0,01	100,00	–
Zn	0,8860	0,08219	0,97	91,51	8,49
Суммарный HI	5,6148	0,1822	5,7970	96,86	3,14
Токсичные	0,4654	0,0557	0,5211	89,32	10,68
Условно эссенциальные*	0,0668	0,0015	0,0683	97,79	2,21

Примечание: * – токсичные в определённых дозах

Величина индивидуального канцерогенного риска (CR, carcinogenic risk), (Таблица 5) детерминированного содержанием в пищевых продуктах кадмия, свинца, находится в пределах от $2,63 \times 10^{-6}$ до $1,28 \times 10^{-5}$, что соответствует предельно допустимому риску, т. е. верхней границе приемлемого риска. В связи с этим требуется системный мониторинг и контроль за содержанием этих химических элементов.

Индивидуальный CR, обусловленный содержанием в пищевых продуктах мышьяка, составляет $9,05 \times 10^{-5}$ по средней центильной тенденции и $1,27 \times 10^{-4}$ по верхней границе 90-го доверительного интервала. Такие уровни соответствуют третьему диапазону классификации уровней риска и являются

приемлемыми для профессиональных групп, но неприемлемыми для населения в целом. Риск такого уровня требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

Таблица 5 – Оценка канцерогенного риска при пероральном поступлении веществ с пищевыми продуктами

Элементы	Код МАИР	SF ₀ фактор наклона	Показатели	<i>Exp</i> _{сумм.}	CR	Вклад в суммарный канцерогенный риск, %	PCR
Кадмий	1	0,38	средняя центильная тенденция	3,38E-05	1,28E-05	12,1	0,041
			90-й процентиль	4,30E-05	1,63E-05	11,2	0,052
Свинец	2А	0,047	средняя центильная тенденция	5,60E-05	2,63E-06	2,5	0,008
			90-й процентиль	6,68E-05	3,14E-06	2,1	0,010
Мышьяк	1А	1,5	средняя центильная тенденция	6,03E-05	9,05E-05	85,4	0,290
			90-й процентиль	8,46E-05	1,27E-04	86,7	0,406
Суммарный канцерогенный риск			средняя центильная тенденция		1,06E-04		0,339
			90-й процентиль		1,46E-04		0,468

Примечание: МАИР – Международное агентство по изучению рака; *Exp*_{сумм.} – суммарная экспозиция; CR – индивидуальный риск здоровью населения; PCR – популяционный канцерогенный риск здоровью населения

В четвёртой главе дана оценка элементного статуса работников горно-обогатительного производства по анализу волос.

По уровню макроэлементов в образцах волос работников горно-обогатительного производства (Таблица 6) практически не отличается от мужчин групп сравнения, лишь уровень калия характеризуется тенденцией к повышению ($p = 0,052$).

В отношении эссенциальных микроэлементов в волосах можно отметить, что работники горно-обогатительного производства по сравнению с группой мужчин из российских регионов имеют более низкие уровни йода (в 4,4 раза; $p < 0,001$), хрома (в 2,1 раза; $p < 0,01$), селена (в 1,2 раза; $p < 0,01$) и более высокий уровень молибдена (в 9,5 раза!; $p < 0,001$), а также тенденцию к более высокому содержанию меди ($p = 0,055$).

Среди токсичных и условно токсичных химических элементов различия выявлялись для кадмия, хрома, ртути, кремния и ванадия, содержание которых в монгольской выборке ниже, чем в российской, в 1,6, 4,2, 1,5 и 3,3 раза соответственно ($p < 0,05$ – $p < 0,001$). Основной причиной такой ситуации

можно назвать меньшую аккумуляцию условно токсичных элементов в Монголии, более сниженной антропогенной нагрузкой, и отчасти это может быть связано со сниженной долей в рационах мужчин из Монголии пищевых продуктов растительного происхождения, являющихся основными источниками кремния и ванадия, а также рыбы и морепродуктов – основных пищевых источников ртути.

Таблица 6 – Содержание химических элементов в волосах работников горно-обогатительного производства (Монголия) в сравнении с аналогичными показателями у населения прилегающих территорий РФ, мг/кг

Элемент	Монголия ($n = 40$)	Россия ($n = 52$)	Статистическая значимость отличий (p)
Al	5,37 (3,93–13,15)	7,51 (3,68–13,26)	$p > 0,1$
As	0,06 (0,045–0,13)	0,0578 (0,0242–0,0871)	$p > 0,1$
B	0,615 (0,46–0,945)	0,732 (0,532–1,403)	$p > 0,1$
Ca	564 (410–871)	411 (315–741)	$p > 0,1$
Cd	0,02 (0,01–0,025)	0,0315 (0,0166–0,0745)	$p < 0,05$
Co	0,02 (0,0085–0,035)	0,0127 (0,008–0,0266)	$p > 0,1$
Cr	0,2 (0,15–0,34)	0,415 (0,253–0,627)	$p < 0,01$
Cu	13,2 (12,4–20,1)	12,4 (10,3–16,4)	$p < 0,1$
Fe	17,2 (13,3–35,8)	13,9 (9,7–27,3)	$p > 0,1$
Hg	0,12 (0,055–0,27)	0,507 (0,399–0,947)	$p < 0,001$
I	0,115 (0,05–0,185)	0,5016 (0,1915–0,9888)	$p < 0,001$
K	186 (110–265)	105 (53–272)	$p < 0,1$
Li	0,02 (0,008–0,04)	0,0212 (0,0141–0,0362)	$p > 0,1$
Mg	53,4 (40,1–76,9)	44,8 (29,5–74,6)	$p > 0,1$
Mn	0,385 (0,23–0,905)	0,5108 (0,2946–1,0685)	$p > 0,1$
Mo	0,4 (0,175–1,12)	0,042 (0,037–0,061)	$p < 0,001$
Na	290 (162–481)	266 (123–493)	$p > 0,1$
Ni	0,185 (0,135–0,35)	0,276 (0,167–0,447)	$p > 0,1$
P	165 (148–180)	159 (133–178)	$p > 0,1$
Pb	0,63 (0,355–1,16)	0,987 (0,337–2,349)	$p > 0,1$
Se	0,34 (0,29–0,36)	0,4191 (0,3098–0,5757)	$p < 0,01$
Si	12,4 (9,7–14,1)	18,5 (12,3–35,2)	$p < 0,01$
Sn	0,07 (0,045–0,215)	0,1242 (0,0795–0,194)	$p > 0,1$
Sr	1,99 (1,32–4,6)	1,81 (0,95–3,78)	$p > 0,1$
V	0,02 (0,01–0,04)	0,0655 (0,0256–0,114)	$p < 0,01$
Zn	183 (174–199)	178 (141–207)	$p > 0,1$

Примечание: данные представлены в виде Me (q_{25} – q_{75}), где Me – медиана; q_{25} – нижний квартиль; q_{75} – верхний квартиль

Сравнение элементного состава волос работников горно-обогатительного производства (Таблица 7), занятых в производственной и непроизводственной сферах профессиональной деятельности показало, что их элементные профили различаются весьма существенно. При этом для большинства элементов характерно их более высокое содержание у рабочих-производственников. Так, уровень кобальта в волосах производственной сферы выше в 3,3 раза ($p < 0,01$). Уровень молибдена у рабочих, занятых на производстве, также

статистически значимо повышен – в 1,6 раза ($p < 0,001$), но различия в уровне меди при этом ниже уровня статистической значимости; наши данные подтверждаются и другими исследованиями (Семенова И. Н. и др., 2015).

В то же время уровень большинства макроэлементов в группах работников производственной и непроизводственной сфер статистически значимо не различается. Исключение составляет лишь кальций, содержание которого в волосах у работников производственной сферы выше в 1,7 раза ($p < 0,05$).

Следует особо подчеркнуть отсутствие статистически значимых различий между группами по уровню основных токсичных тяжёлых металлов – свинца, кадмия и ртути. Этот факт может рассматриваться как свидетельство в пользу того, что указанные выше межгрупповые различия в содержании эссенциальных элементов в образцах волос обусловлены не их вытеснением из организма в результате антагонистического влияния со стороны поступающих в организм экотоксикантов, а более высоким уровнем в организме именно самих эссенциальных элементов. Что касается других токсичных и условно токсичных химических элементов, то у работников производственной сферы регистрируется более высокое содержание в волосах ванадия (в 3 раза; $p < 0,05$), алюминия (в 1,5 раза; $p < 0,05$) и на уровне тенденции – более высокое содержание мышьяка ($p = 0,08$) по сравнению с работниками непроизводственной сферы.

Однако наиболее выделяющуюся группу среди изученных профессий представляют собой флотаторщики. У них в образцах волос выявлено наиболее высокое содержание мышьяка, стронция (в пределах условного биологически допустимого уровня (УБДУ)), меди (на уровне верхнего УБДУ), железа (выше УБДУ), ванадия (выше УБДУ), молибдена (более чем в 10 раз выше УБДУ). Эта группа характеризуется также достаточно высоким уровнем алюминия и наиболее низким уровнем йода (вдвое меньше нижнего УБДУ). Таким образом, представители данной профессии представляют собой выраженную группу риска по развитию нарушений минерального обмена и ассоциированных заболеваний и требуют пристального внимания со стороны медицинских служб предприятия.

Для оценки влияния временного фактора на особенности элементного статуса у работников горно-обогательного производства был проведён корреляционный анализ, связывающий содержание химических элементов в образцах волос обследованных работников с их возрастом и стажем работы на предприятии.

Проведённый анализ показал, что у работников вне зависимости от рода деятельности с возрастом снижается уровень селена ($R = -0,5$; $p < 0,05$), причём у работников производственной сферы этот процесс выражен наиболее явно ($R = -0,9$; $p < 0,05$). В свою очередь у работников производственной сферы с возрастом снижается уровень йода ($R = -0,5$; $p < 0,05$). При этом ни уровень селена, ни уровень йода не ассоциирован с профессиональным стажем.

Таблица 7 – Содержание химических элементов в волосах работников горно-обогатительного производства (Монголия), занятых в производственной деятельности, в зависимости от специализации, мг/кг

Элементы	Вулканизаторщики (<i>n</i> = 7)	Грузчики- растворщики (<i>n</i> = 6)	Машинисты мельниц (<i>n</i> = 7)	Флотаторщики (<i>n</i> = 8)	Работники непроизводственной сферы (<i>n</i> = 12)
Al	23,5 (15,0–29,4)*	5,93 (5,15–6,54)*	6,37 (5,15–7,58)*	19,7 (17,9–21,5)*	2,83 (1,99–10,69)
As	0,18 (0,13–0,21)*	0,05 (0,05–0,06)	0,06 (0,05–0,07)	0,36 (0,33–0,39)*	0,07 (0,025–0,155)
B	0,615 (0,545–1,11)	0,35 (0,27–0,62)	0,4 (0,35–0,45)	0,47 (0,43–0,51)	1,825 (1,075–3,365)
Ca	517 (478–666)	630 (580–897)	475 (370–580)	872 (794–950)	901 (648–1071)
Cd	0,065 (0,035–0,25)*	0,01 (0,01–0,02)	0,0145 (0,009–0,02)	0,02 (0,018–0,022)	0,014 (0,0075–0,18)
Co	0,065 (0,05–0,11)*	0,02 (0,01–0,02)	0,015 (0,01–0,02)	0,05 (0,046–0,055)*	0,015 (0,009–0,025)
Cr	0,575 (0,35–0,965)*	0,18 (0,15–0,22)	0,245 (0,15–0,34)	0,34 (0,309–0,371)*	0,23 (0,14–0,37)
Cu	21,2 (17,8–26,8)*	11,6 (10,3–13,3)	13,5 (13,3–13,7)	41,8 (38,1–45,6)*	16,1 (11,6–23)
Fe	48,8 (33,3–53,1)*	21,7 (14,1–24,8)*	18,2 (14,1–22,3)	56,6 (51,5–61,7)*	17,2 (13,3–51,1)
Hg	0,1 (0,065–0,125)	0,12 (0,05–0,36)	0,24 (0,12–0,36)	0,3 (0,273–0,327)	0,055 (0,035–0,15)
I	0,185 (0,14–0,22)*	0,25 (0,18–0,78)*	0,415 (0,05–0,78)*	0,07 (0,064–0,076)	0,105 (0,06–0,115)
K	257 (176–727)	150 (121–261)	210 (150–269)	143 (130–156)	186 (129–198)
Li	0,035 (0,02–0,05)	0,02 (0,008–0,03)	0,009 (0,008–0,01)	0,06 (0,055–0,065)*	0,025 (0,008–0,045)
Mg	50,5 (44,3–64,3)	53,5 (53,4–65,4)	44,8 (36,2–53,4)	130 (118,3–141,7)	88,5 (61,6–106,7)
Mn	1,515 (0,97–2,835)*	0,4 (0,25–0,93)	0,425 (0,25–0,6)	0,88 (0,801–0,959)*	0,375 (0,28–1,135)
Mo	1,135 (0,66–1,385)	0,38 (0,14–0,41)	0,435 (0,14–0,73)	7,65 (6,962–8,339)*	0,715 (0,1–2,505)
Na	346 (219–1809)	169 (162–1370)	222 (162–281)	541 (492–590)	349 (199–487)
Ni	0,39 (0,23–0,48)	0,14 (0,12–0,17)	0,125 (0,12–0,13)	0,38 (0,346–0,414)	0,145 (0,115–0,195)
P	182 (158–197)	156 (147–175)	145 (133–156)	168 (153–183)	177 (144–199)
Pb	2,6 (2,01–7,755)*	0,39 (0,32–0,76)	0,43 (0,32–0,54)	0,53 (0,482–0,578)	0,695 (0,245–1,16)
Se	0,345 (0,315–0,38)	0,3 (0,26–0,34)	0,345 (0,34–0,35)	0,39 (0,355–0,425)	0,335 (0,305–0,41)
Si	9,4 (4,4–13,9)	12,7 (8,1–12,8)	16,7 (12,1–21,2)	12,1 (11–13,2)	12,3 (7,8–13,8)
Sn	0,265 (0,14–0,345)	0,04 (0,03–0,07)	0,055 (0,04–0,07)	0,16 (0,146–0,174)	0,105 (0,04–0,58)
Sr	2,07 (1,71–3,6)	1,97 (1,37–2,83)	1,2 (1,03–1,37)	5,29 (4,81–5,77)	4,6 (3,36–5,05)
V	0,065 (0,04–0,085)*	0,03 (0,02–0,04)*	0,025 (0,02–0,03)	0,15 (0,137–0,164)*	0,02 (0,015–0,03)
Zn	186 (179–219)	190 (174–239)	207 (174–239)	189 (172–206)	176 (150–206)

Примечание: данные представлены в виде Me (q25–q75), где Me – медиана; q25 – нижний квартиль; q75 – верхний квартиль; * – статистически значимое различие с группой работников непроизводственной сферы ($p < 0,05$)

Характер загрязнения воздуха рабочей зоны на горно-обогатительном производстве зависит от этапа технологического процесса и состава перерабатываемой руды. Согласно данным производственной лаборатории предприятия в динамике 10 лет, в составе перерабатываемой руды содержится 0,6–0,9 % меди, 0,016–0,022 % молибдена, а также ещё 18 элементов, в том числе железо, марганец, свинец, хром, кобальт, алюминий и др.

При выполнении производственных операций в зону дыхания вулканизаторщиков, машинистов мельниц, флотаторщиков могут поступать аэрозоли дезинтеграции вышеперечисленных веществ. Возможно их поступление в организм ингаляционным путем и частично через желудочно-кишечный тракт, что оказывает влияние на элементный статус работников.

В **заключении** обоснована проблема оценки рациона с точки зрения рисков микронутриентной и, в особенности, комплексной микроэлементной недостаточности для работающих в промышленном производстве. Результаты диссертационной работы демонстрируют необходимость проведения мероприятий по совершенствованию системы питания, которые должны способствовать профилактике заболеваний среди работников горно-обогатительных предприятий. Даны методические рекомендации, которые используются при подготовке Комплексного плана мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни, составлении информационно-аналитических материалов по профилактике заболеваний, разработке корпоративных программ укрепления здоровья и реализации профилактических проектов и программ по оптимальному питанию и охране труда.

ВЫВОДЫ

1. Фактическое питание работников ГОП «Эрдэнэт» относительно норм физиологических потребностей характеризуется недостаточным содержанием в рационе ПНЖК (61,2 %), пищевых волокон (68,0 %), витамина С (61,3 %) и в то же время высоким содержанием холестерина (на 33,7 %), витамина А (на 28,4%), что обусловлено несбалансированным составом рациона – крайне низким потреблением свежих овощей и фруктов, рыбы, морепродуктов.

2. Установлен дисбаланс среднесуточного поступления эссенциальных, токсичных и условно эссенциальных химических элементов с рационом в организм работающих: потребление селена, кальция, кобальта, магния, калия ниже рекомендованных норм физиологических потребностей на 80,23 %, 78,67 %, 67,95 %, 64,73 % и 52,78 %, тогда как потребление цинка, железа, молибдена, хрома превышено на 50,55 %, 46,72 %, 40,97 % и 26,23 % соответственно. Основными источниками поступления молибдена являются хлеб и хлебобулочные изделия (73,9 %), железа – мясо (40,4 %) и молоко (28,4 %), вырабатываемые из местного сырья.

3. Рассчитанный показатель индекса неканцерогенной опасности токсичных элементов для здоровья работников составил 0,52, основную долю в который вносит мышьяк (0,3). Главный вклад в суммарный HQ приходится на поступление химических элементов с пищей (96,86 %), в то время как с питьевой водой поступает только 3,14 %.

4. Впервые установлено, что в образцах волос работников ГОП «Эрдэнэт» по сравнению с группой мужчин из российских регионов более низкий уровень йода (в 4,4 раза; $p < 0,001$), хрома (в 2,1 раза; $p < 0,01$), селена (в 1,2 раза; $p < 0,01$) и значительно высокий уровень молибдена (в 9,5 раза!; $p < 0,001$), а также отмечается тенденция к более высокому содержанию меди ($p = 0,055$). Источником токсичных элементов являются пищевые продукты и производственная среда.

5. Разработаны методические рекомендации «Гигиеническая оценка питания и элементного статуса у работников горно-обогатительного комбината Монголии», позволяющие охарактеризовать влияние неблагоприятных факторов на здоровье работников и разработать мероприятия по снижению уровня контаминации пищевой продукции

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В целях реализации программы оптимизации организованного питания на горно-обогатительном производстве были внедрены методические рекомендации, направленные на обеспечение профилактического питания на производстве для всех категорий работников горно-обогатительного производства, включая непроизводственные специальности.

1. Необходимо внедрить рационы, ориентированные на снижение риска для здоровья, связанного с:

- превышением допустимой суточной дозы потребления молибдена и мышьяка с пищей путём уменьшения доли потребляемых хлеба и хлебобулочных изделий, в том числе круп и макарон, мяса местного производства, и повышения потребления овощей, картофеля, фруктов;

- дефицитом эссенциальных микронутриентов, селена, йода, витамина С путём повышения потребления рыбы, картофеля, привозных фруктов и бахчевых.

2. Для таких категорий работников, как флотаторщики, вулканизаторщики, рекомендовано ежедневное применение специализированных пищевых продуктов, обогащённых необходимыми микронутриентами, в обязательном порядке под наблюдением медицинской службы предприятия.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах
и изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Минобрнауки России:**

1. Гигиеническая оценка условий труда работников обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината «Эрдэнэт» (Монголия) / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун**, В. А. Панков, М. В. Кулешова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2018. – № 4 (74). – С. 84–88. (0,313 п. л.).

2. Тармаева, И. Ю. Оценка алиментарно обусловленных рисков, связанных с особенностями питания городских мужчин Монголии / И. Ю. Тармаева,

Одонцэцэг Браун, Н. В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 10. – С. 951–956. (0,35 п. л.).

3. Selenium and drinking water quality indicators in Mongolia / N. Golubkina, E. Erdentsogt, I. Tarmaeva, **Odontsetseg Brown**, S. Tsegmed // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2018. – Vol. 25, N 28. – P. 28619–28627. (0,56 п. л.).

4. Тармаева, И. Ю. Оценка рисков при воздействии эссенциальных и токсических элементов, содержащихся в пищевых продуктах для работников горно-обогатительного производства / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун** // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – Т. 62, № 10. – С. 650–656. (0,37 п. л.).

Статьи, опубликованные в других рецензируемых журналах и материалах научных конференций:

5. **Браун, Одонцэцэг.** Гигиеническая оценка условий труда на обогатительной фабрике предприятия Эрдэнэт / Одонцэцэг Браун // Окружающая среда и здоровье : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию медико-профилактического факультета Иркутского государственного медицинского университета. – Иркутск : Издательство ООО «Типография «ИРКУТ», 2015. – С. 257–260. (0,24 п. л.).

6. Тармаева, И. Ю. Условия труда работников обогатительной фабрики Эрдэнэт (Монголия) / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун**, Е. П. Лемешевская // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения : Материалы международного форума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2017. – С. 491–494. (0,24 п. л.).

7. Abnormally low selenium status of domestic animals and humans in conditions of extremely high groundwater pollution with Se, Li, F, NO₃, B, Cd, and As / N. Golubkina, E. Erdentsogt, I. Tarmaeva, **Odontsetseg Brown** [et al.] // Trace Elem. Electroly. – 2018. – Vol. 35, N 4. – P. 249. (0,06 п. л.).

8. **Brown, Odontsetseg.** Examination of macro- and trace element content in hair of workers of a mining and processing enterprise in Mongolia / Odontsetseg Brown, A. R. Grabeklis, I. Yu. Tarmaeva // Trace Elem. Electroly. – 2018. – Vol. 35, N 4. – P. 196–199. (0,25 п. л.).

9. **Браун, Одонцэцэг.** Гигиеническая оценка питания как фактор формирования здоровья / Одонцэцэг Браун, И. Ю. Тармаева // Здоровье населения и окружающая среда : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск : ИНЦХТ, 2018. – С. 237–242. (0,35 п. л.).

10. **Браун, Одонцэцэг.** Оценка элементного статуса работников горно-обогатительного комбината Монголии / Одонцэцэг Браун, И. Ю. Тармаева // Вопросы общественного здравоохранения и перспективы : Материалы международной конференции, посвящённой 85-й годовщине создания Национального центра общественного здравоохранения Монголии. – Улан-Батор, 2018. – С. 79–82. (0,24 п. л.).

11. **Браун, Одонцэцэг.** Содержание нитратов в плодовоовощной продукции, употребляемой работниками горно-обогатительного производства Монголии / Одонцэцэг Браун, И. Ю. Тармаева // Инновационные технологии в фармации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием, посвящённой памяти доцента Пешковой В. А. – Иркутск, 2018. – С. 370–373. (0,24 п. л.).

12. **Браун, Одонцэцэг.** Элементный статус работников горно-обогатительного комбината (Монголия) как отражение воздействия профессиональных факторов / Одонцэцэг Браун, И. Ю. Тармаева // Здоровье и качество жизни : Материалы III Всероссийской конференции с международным участием. – Иркутск : ИНЦХТ, 2018. – С. 191–195. (0,30 п. л.).

13. Тармаева, И. Ю. Гигиеническая оценка питания работников обогатительной фабрики Эрдэнэт Монголии / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун** // Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Лечебное, профилактическое и спортивное питание : Вопросы питания. Приложение. – 2018. – Т. 87, № 5. – С. 120–121. (0,125 п. л.).

14. Тармаева, И. Ю. Микроэлементозы как следствие изменений окружающей среды человека природного и техногенного происхождения / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун**, М. О. Брылева // Актуальные вопросы здоровья населения и организация здравоохранения в условиях ОМС : Материалы конференции, посвящённой 155-летию Общества врачей Восточной Сибири в Иркутске (1863–2018). – Иркутск : ИНЦХТ. 2018. – С. 309–312. (0,24 п. л.).

15. Тармаева, И. Ю. Оценка химического риска, связанного с алиментарным путем поступления, для работающих на обогатительной фабрике предприятия Эрдэнэт (Монголия) / И. Ю. Тармаева, **Одонцэцэг Браун**, Н. В. Ефимова // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей : Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием ; под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. – 2018. – С. 578–582. (0,3 п. л.).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CR	– канцерогенный риск (англ. carcinogenic risk)
HI	– индекс опасности (англ. hazard index)
HQ	– коэффициент опасности (англ. hazard quotient)
ГОП	– горно-обогатительное производство
ИСП-МС	– масс-спектрометрия с индуктивно связанной аргонной плазмой
ИТР	– инженерно-технические работники
МАИР	– Международное агентство по изучению рака
МР	– методические рекомендации
ПНЖК	– полиненасыщенные жирные кислоты
УБДУ	– условный биологически допустимый уровень

Подписано в печать 17.07.2024. Бумага офсетная. Формат 60×84¹/₁₆.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 1,0

Тираж 100 экз. Зак. № 028-24.

РИО ИНЦХТ

(Иркутск, ул. Борцов Революции, 1. Тел. 29-03-37. E-mail: arleon58@gmail.com)