

УДК 622.87:616-055.1

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЕПРОТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОСРЕДАХ ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ДОБЫЧЕЙ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Терегулов Б.Ф.¹, Терегулова З.С.¹, Гайнуллина М.К.², Кудашева А.Р.¹

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, Уфа, Россия

²ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Цель исследования – идентификация содержания репротоксикантов в волосах шахтеров, подвергающихся в процессе трудовой деятельности воздействию комплекса токсичных элементов, в сопоставлении с аналогичными показателями загрязнения почв горнорудной геохимической провинции.

Объектом исследования явились мужчины-шахтеры, занятые добычей руд цветных металлов подземным способом.

Определение в волосах химических элементов осуществлено методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Установлено, что содержание в данной биосреде элементов с доказанными репротоксическими свойствами статистически достоверно превышает соответствующие показатели лиц контрольной группы.

Уровни содержания этих элементов в волосах обследованных коррелируют с показателями их в почвах данной геохимической провинции.

У шахтеров, подвергающихся не только в условиях производств, но и на территории проживания воздействию полиметаллической пыли с содержанием элементов 1-3 классов опасности, в волосах определяются элементы с доказанными репротоксичными свойствами. Представленные данные диктуют необходимость обоснования и разработки мер по снижению рисков репродуктивному здоровью шахтеров горнорудных производств.

Ключевые слова: горнорудное производство, шахтеры, репродуктивные токсиканты, элементы 1-3 классов опасности, идентификация в биосредах.

Для цитирования: Терегулов Б.Ф., Терегулова З.С., Гайнуллина М.К., Кудашева А.Р. Идентификация репротоксичных элементов в биосредах шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов. Медицина труда и экология человека. 2022;4:78-89.

Для корреспонденции: Терегулов Булат Филаритович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии и профзаболеваний с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: nlsufa@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2022-10406>

IDENTIFICATION OF REPROTOXIC ELEMENTS IN THE BIO MEDIUM OF MINERS OF NON-FERROUS METAL ORES EXTRACTION

Teregulov B.F.¹, Teregulova Z.S.¹, Gainullina M.K.², Kudasheva A.R.¹

¹Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa,
Russia;

²Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa,
Russia

Purpose of the study. Identification of the content of reprotoxicants in the hair of miners exposed to a complex of toxic elements in the course of their work in comparison with similar indicators of soil pollution in a mining geochemical province.

The object of the study were male miners of non-ferrous metal ores extraction by underground mining.

Determination of chemical elements in the hair was carried out by atomic absorption spectrometry.

It has been established that the content of elements with proven reprotoxic properties in this biomedium is statistically significantly higher than the corresponding indicators of the control group.

The levels of these elements in the hair of the examined subjects correlate with their indices in the soils of a given geochemical province.

Elements with proven reprotoxic properties are determined in miners exposed, not only in working conditions, but also in the territory of residence, to the effects of polymetallic dust containing elements of 1-3 hazard classes in their hair. The presented data dictate the need to substantiate and develop measures to reduce the risks to the reproductive health of miners in mining industries.

Keywords: *mining, miners, reproductive toxicants, elements of hazard classes 1-3, identification in biological media.*

Citation: *Teregulov B.F., Teregulova Z.S., Gainullina M.K., Kudasheva A.R. Identification of reprotoxic elements in the bio medium of miners of non-ferrous metal ores extraction. Occupational Health and Human Ecology. 2022;4:78-89.*

Correspondence: *Bulat F. Teregulov - Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor at the Department of Therapy and Occupational Diseases, "Bashkirian State Medical University" of the Russian Health Ministry, e-mail: nlsufa@mail.ru.*

Financing. *The study had no financial support.*

Conflict of interest. *The authors declare no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2022-10406>

Состояние окружающей природной среды в промышленно развитых регионах и городах России характеризуется высоким техногенным загрязнением, как правило, во много раз превышающим допустимые гигиенические нормы. Накоплен большой фактический материал по результатам экологического мониторинга объектов окружающей среды, изучения состояния здоровья отдельных групп населения, свидетельствующих о сопряженности показателей уровня экологических нагрузок и показателей нарушения

здоровья [1, 2, 3, 4]. С учетом снижения показателей фертильности населения в настоящее время выделяют так называемую группу химических веществ, как репротоксиканты, которые способны оказывать вредное воздействие на процессы репродукции вне зависимости от пола. В эту группу, в первую очередь, вошли полициклические хлорированные соединения и токсичные металлы (ТМ). Причем репродуктивная токсичность (репротоксикант), согласно современным представлениям, влияет на мужскую и женскую половые функции и плодovitость, а также оказывает токсическое действие на потомство [2, 5, 6].

ТМ и их соединения являются одним из глобальных загрязнителей внешней среды обитания. Благодаря их высокой миграционной и депонирующей способности в биотканях и стабильности в окружающей среде, наличию специфических токсических эффектов, тяжелые металлы представляют риски для репродуктивного здоровья человека, включая развитие репродуктивных потерь в разные возрастные периоды [1, 7, 8].

Техногенное поступление ТМ в биосферу связано с многочисленными производствами и одним из наиболее мощных источников являются горнодобывающие и металлургические предприятия.

Изучаемая нами техногенно-трансформированная геохимическая провинция сформирована функционированием в течение более 80 лет Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК) по добыче и переработке медно-цинковых колчеданных руд. Проведенные нами многолетние исследования и экологический мониторинг состояния объектов окружающей среды в данном регионе демонстрируют содержание ТМ во всех объектах окружающей среды (атмосферный воздух, почва, водные объекты и продукты питания) [9, 10].

В результате переработки медных и медно-цинковых колчеданных руд на УГОК производятся медные, цинковые и пиритовые концентраты, являющиеся сырьем для многих металлургических производств страны. Отвальные хвосты после переработки складываются в специальные хвостохранилища, химический состав хвостов характеризуется содержанием более 24 элементов, среди которых имеются ТМ. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76[11] тяжелые металлы по степени токсического воздействия подразделяются на 4 класса опасности, наибольший интерес при этом представляют элементы 1-3 классов (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Классы опасности тяжелых металлов и металлоидов
Hazard classes of heavy metals and metalloids

Класс опасности	Химические элементы	ТМ, отнесенные к репротоксикантам
1	As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn	Cd, Pb, Hg, Zn, As
2	B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr	Cu, Cr
3	Ba, V, W, Mn, Sr	Ba, Mn

В перечень химических веществ, опасных для репродукции человека, принятый в России, включены: ртуть, хром, мышьяк, марганец и др. [19]. Большая часть из числа ТМ отнесены к первому и третьему классам опасности.

В списке Европейского Союза (ЕС) среди металлов, токсичных для репродукции, указаны свинец и 10 его различных соединений [5].

Цель исследования – идентификация содержания репротоксикантов в биосредах (волосах) шахтеров и сопоставительный анализ наличия этих элементов в почвах горнорудной геохимической провинции.

Материалы и методы. Объектом исследования явились мужчины-шахтеры от 29 до 59 лет ($43 \pm 0,6$ лет), занятые добычей руд цветных металлов подземным способом на УГОК (основная группа), - 33 человека. Стаж их работы в профессии составил от 5 до 25 лет ($16 \pm 0,8$ лет). В контрольную группу вошли жители той же геохимической провинции сопоставимого возраста - 25 мужчин, не занятые по профессиональной деятельности непосредственно на горнорудном производстве.

В соответствии с целью исследования нами проведена качественная и количественная оценка, т.е. идентификация токсичных элементов в волосах обследованных мужчин методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе «SpectrAA 240FS» в аккредитованной лаборатории УФНИИ медицины труда и экологии человека.

Волосы человека представляют уникальный биосубстрат, где в течение длительного времени могут накапливаться токсичные элементы [12, 13], что дает возможность оценить длительную контаминацию организма. Одновременно нами для анализа были использованы опубликованные научные данные по оценке уровня содержания ТМ в объектах окружающей среды в изучаемой геохимической провинции [14, 15].

Результаты. В условиях производства шахтеры подвергаются воздействию многих вредных факторов, включающих аэрозоли сложного химического состава с токсичными элементами, повышенные уровни вибро-акустических и микроклиматических факторов. Согласно гигиеническим критериям, общая оценка условий труда шахтеров укладывается в третью степень третьего вредного (3.3) класса [16, 17].

Ранее проведенные нами исследования по определению химических элементов в почвах вблизи УГОК выявили содержание контаминантов различных классов опасности [14], которые представлены на рисунках 1,2,3.

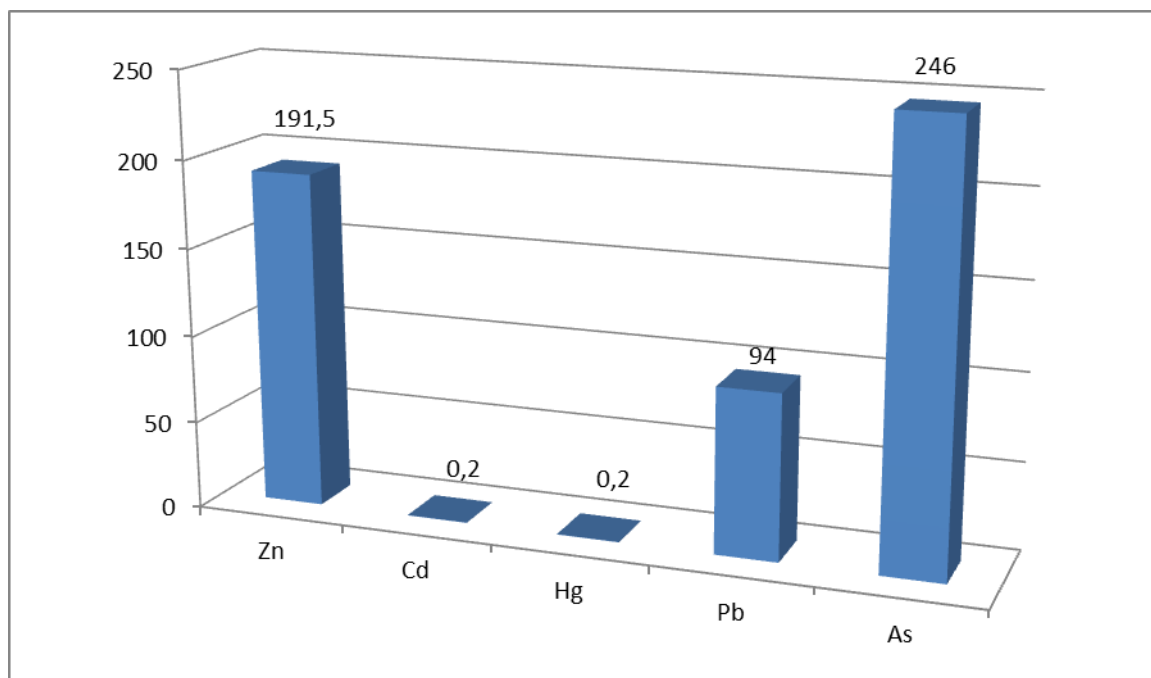


Рис. 1. Содержание элементов 1 класса опасности (мг/кг) в почвах в зоне распространения выбросов УГОК

Fig. 1. The content of elements of the 1st hazard class (mg/kg) in soils in the zone of distribution of UGOK emissions

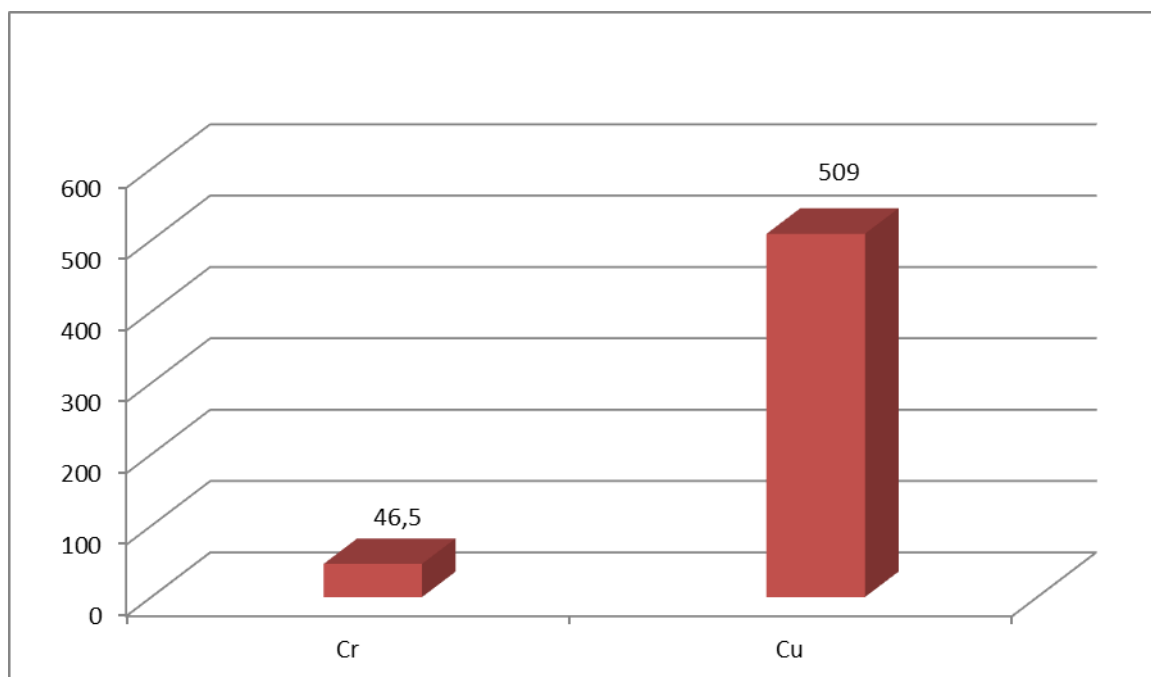


Рис.2. Содержание элементов 2 класса опасности (мг/кг) в почвах в зоне распространения выбросов УГОК

Fig.2. The content of elements of the 2nd hazard class (mg/kg) in soils in the zone of distribution of UGOK emissions

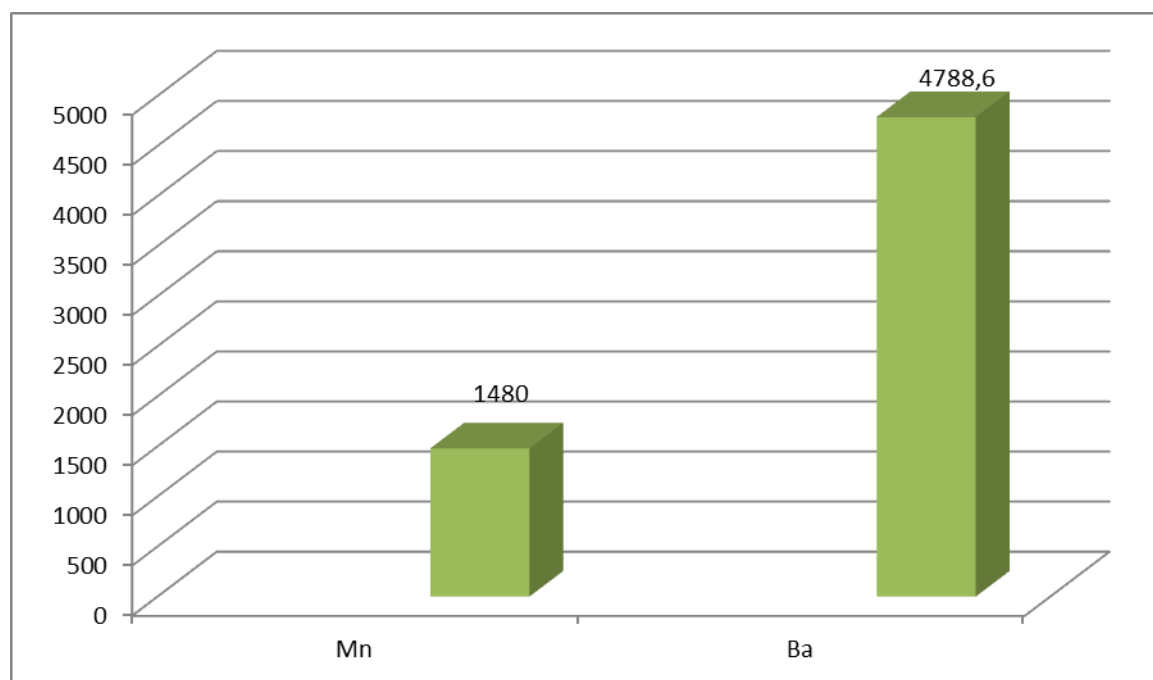


Рис.3. Содержание элементов 3 класса опасности (мг/кг) в почвах в зоне распространения выбросов УГОК

Fig. 3. The content of elements of the 3rd hazard class (mg / kg) in soils in the zone of distribution of UGOK emissions

Как видно из представленных на рисунке данных, на территориях, где залегают и перерабатываются медно-цинковые колчеданные руды, установлено самое высокое содержание в почве таких элементов, отнесенных к 1 классу опасности, как цинк и мышьяк, последний из которых является элементом с доказанной репротоксичностью [19].

Среди элементов 1 класса опасности особое место занимает свинец, ибо доказано влияние данного элемента и его соединений на сперматогенез. Это токсичный элемент с доказанным полигенным действием на репродуктивную систему, он влияет на снижение количества спермы, изменение формы сперматозоидов, нарушение их подвижности, а также на сексуальность [7, 18, 19].

В почвах вблизи УГОК также отмечено высокое содержание меди и бария, относящихся к металлам 2 и 3 класса опасности. При этом барий представлен в российском перечне химических веществ как опасный для репродукции элемент.

Известно, что в большинстве случаев различные элементы поступают в организм через продукты питания и воду. Исследования показывают, что ТМ, поступающая по пищевым цепям, способны депонироваться в органах и тканях [20]. Учитывая, что волосы являются субстратом длительного накопления различных элементов и ценным источником информации о контаминации организма, нами определялось содержание ТМ в волосах обследованных шахтеров. Показатели содержания токсичных элементов в волосах лиц основной и контрольной групп представлены ниже (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Содержание токсичных элементов с доказанными репротоксичными свойствами в волосах шахтеров, мг/кг (M+m)

The content of toxic elements with proven reprotoxic properties in miners' hair, mg/kg (M+m)

Элементы	Основная группа	Контрольная группа
	n=33	n=25
Zn	223,4±44,6	161,9±7,9
Cd	0,72±0,15**	0,23±0,003
Pb	6,04±1,76	4,6±0,11
As	1,05±0,33*	0,57±0,09**
Cr	43,1±11,1*	1,32±0,17*
Cu	48,83±5,9**	26,9±1,35**
Mn	12,39±1,1*	1,17±0,12
Ba	39,65±3,2**	3,7±0,34

Примечание: достоверность * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ в сравнении с группой контроля.

Как видно из таблицы, содержание в волосах шахтеров элементов с доказанными репротоксическими свойствами - мышьяка, хрома, меди, марганца и бария - статистически достоверно превышает соответствующие показатели у лиц контрольной группы. Прослеживается высокая сопряженность между показателями содержания цинка, меди и мышьяка в почвах данной геохимической провинции с показателями этих элементов в волосах обследованных. Полученные данные свидетельствует о высоких рисках для здоровья работающих на данном производстве и, в первую очередь, для их репродуктивного здоровья, гормональной системы и возможных репродуктивных потерь у будущих поколений [21, 22].

Обсуждение. Профессиональный риск для репродуктивного здоровья можно определить как вероятность причинения ущерба репродуктивной функции работника в связи с исполнением им трудовых обязанностей. Производственно-профессиональная экспозиция неблагоприятных факторов отчетливо проявляется у работающих в горнодобывающей промышленности. На этих производствах заняты главным образом мужчины, которые подвергаются комплексному воздействию неблагоприятных факторов, в том числе воздействию токсичных элементов, внесенных в список репротоксикантов [19].

Прогрессирующее ухудшение репродуктивности особенно характерно для мужчин, частота мужского фактора семейного бесплодия за последние годы достигает 50 % [1, 23]. В связи с этим особую актуальность приобретает оценка репродуктивного здоровья мужчин в

отдельных профессиональных группах с различными уровнями воздействия неблагоприятных факторов, в первую очередь, оценка и идентификация репротоксичных элементов в биосредах работающих в контакте с этими элементами.

Известно, что имеется сродство различных субклеточных структур к накоплению в органе металлов, что является риском развития различных заболеваний той или иной локализации.

В то же время установленная нами контаминация биосред (волосы) мужчин-шахтеров соединениями цинка, отнесенного к 1 классу токсичности и одновременно являющегося в биогенных дозах необходимым для мужского здоровья, может способствовать формированию бесплодия, а при избыточном поступлении оказывать репротоксическое действие на сперматогенез.

В настоящее время воздействие репродуктивных токсикантов рассматривается как важный фактор мужского бесплодия. При этом доказано их непосредственное токсическое влияние на все фазы сперматогенеза, гормональную регуляцию функций репродуктивной системы. При воздействии идентифицированных нами металлов 1 и 2 класса токсичности, как свидетельствуют научные исследования отечественных и зарубежных исследователей, могут наблюдаться из-за непосредственного повреждения сперматогенных клеток, а также из-за повреждения нейроэндокринного контроля тестикулярной функции, в первую очередь, связанной с синтезом тестостерона [21].

Результаты ранее проведенных нами исследований показали снижение фертильности у шахтеров подземного рудника, отклонения от нормы показателей спермограмм [10].

Обнаружение репротоксичных элементов в организме у мужчин, занятых в горнодобывающей промышленности, диктует необходимость обоснования комплекса мер по снижению рисков их репродуктивному здоровью.

Полученные данные диктуют необходимость динамического изучения содержания репродуктивных токсикантов в организме в различных стажевых и возрастных группах работников. В случаях превышения референтных уровней следует организовать лечебно-профилактическое питание, проводить детоксикационные мероприятия с применением антагонистов токсичных элементов, комплексонов, лимфотропно-сорбционную терапию и т.п.

Рекомендации по принятию управленческих решений на территориях проживания шахтеров предусматривают: районирование участков по подсобному выращиванию овощей и фруктов с определением отдаленности от выбросов УГОК, мониторинг содержания тяжелых металлов в продуктах питания местного производства.

Выводы:

1. У мужчин, занятых добычей руд цветных металлов, подвергающихся воздействию полиметаллической пыли с содержанием токсичных элементов не только в условиях производств, но и на территории проживания, в волосах определяются элементы с доказанными репротоксичными свойствами. Обнаруживаемые элементы относятся к 1-3 классам опасности, что представляет риски не только для самих шахтеров, но и для их потомства.

2. Полученные данные диктуют необходимость обоснования комплекса мер по снижению рисков репродуктивному здоровью работающих в горно-обогатительных производствах с применением, в первую очередь, методов выведения токсичных элементов из организма, лечебно-профилактического питания, а также мониторинга содержания репротоксичных металлов в продуктах питания и биосредах шахтеров.

Список литературы:

1. Производственные вредности и репродуктивная функция. Краткие заметки. Хроника ВОЗ. 2006; 40 (4): 731–3.
2. Ларионова Т.К., Яхина М.Р., Магжанова С.А., Каримова Л.К., Горбатко Г.Г. Особенности распределения макро- и микроэлементов в биосредах «Мать-плацента-новорожденный». Среда обитания и здоровье населения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа. 2001: 320-322.
3. Rolland M., Le Moal L J., Wagner V., Royere D. and De Mouzon. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26 609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. J. Human Reproduction, 2012; 28 (2): 462 – 470.
4. Измеров Н.Ф., Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Денисов Э.И. Проблема сохранения репродуктивного здоровья работников при воздействии вредных факторов производственной и окружающей среды. Вестник РАМН. 2012; 12: 47-54.
5. Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека. Методические рекомендации № 11-8/240-09. Экологический вестник России. 2004; 8: 12–21.
6. Ларионова Т.К., Ахмадеева Э.Н., Магжанова С.А., Каримова Л.К., Хамидуллина Э.М., Яхина М.Р. Влияние загрязнения среды обитания тяжелыми металлами на состояние здоровья матери и новорожденного. Здравоохранение Башкортостана. 1999; 3: 133-138.
7. ГОСТ Р.57452-2017. Руководство по применению критериев классификации опасности химической продукции по воздействию на организм. Репродуктивная токсичность.
8. Галимов Ш.Н. «Кризис сперматозоида» и техногенное загрязнение окружающей среды: факты и гипотезы. Проблемы репродукции. 2005; 2: 19-22.
9. Старова Н.В., Терегулова З.С., Борисова Н.А. и др. Комплексное решение экологических проблем Башкортостана в пространственно-временном единстве. Труды: Междунар. форум по проблеме науки и техники. М., 1998; 115-139.
10. Павлов В.Н., Бекмухамбетов Е.Ж., Терегулова З.С., Мамырбаев А.А., Терегулов Б.Ф., Ишемгулов Р.Р. К оценке репродуктивного здоровья мужчин, проживающих и работающих в условиях горнорудного техногенеза. Медицинский вестник Башкортостана. Уфа. 2015; 3: 103-106.
11. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
12. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды. Гигиена и санитария. 1990; 3: 55-59.
13. Скальный А.В. Диагностика и коррекция элементного статуса человека как основа персонализированного превентивного подхода к снижению частоты социально значимых болезней цивилизации на территориях. Терапевт. 2020; 1: 81-87.

14. Оценка риска здоровью населения горнодобывающего региона. Методические рекомендации. ГОУ ВПО БГМУ, ФГУН УфНИИ МТ и ЭЧ Роспотребнадзора. Уфа; 2009: 44 с.
15. Терегулова З.С., А.Р.Кудашева. Экологическая характеристика и состояние здоровья жителей горнорудного региона. Современные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья населения регионов России: матер. Всерос. науч-практ. конф. с междунар. участием. Екатеринбург, 2004.
16. Терегулов Б.Ф., Терегулова З.Ф. Репродуктивное здоровье мужчин-горнорабочих подземных рудников. Здравоохранение Российской Федерации. 2011; 5: 9-10.
17. Гайнуллина М.К., Каримова Л.К., Терегулова З.С. Профессиональные риски репродуктивному здоровью работников, занятых обогащением руд цветных металлов: монография. Уфа. 2016; 194 с.
18. Shihadeh A., Schubert J., Klaiany J., El Sabban M., Luch A., Saliba N.A. Toxicant content, physical properties and biological activity of waterpipe tobacco smoke and its tobacco-free alternatives. *TobControl*. 2015 Mar;24Suppl 1(Suppl 1):i22-i30. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2014-051907.
19. Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство. Р.2.2.2006-05. М.: Роспотребнадзор; 2005.
20. Salnikow K., Zhitkovich A. Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium. *Chem. Res. Toxicol*. 2008; 21: 28-44.
21. Rosner W. Position statement: Utility, limitations, and pitfalls in measuring testosterone: an Endocrine Society position statement. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2007; 92(2): 405-13.
22. Denckera A. *Women and Birth*. 2019; Volume 32, Issue 2: 99-111.
23. Терегулова З.С., Терегулов Б.Ф., Алтынбаева А.И., Тимашева Р.З., Таирова Э.И. Ксенобиальная нагрузка у жителей техногенно-трансформированной провинции и риски нарушения их здоровья. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора. Уфа; 2013: 200-202.

References:

1. Occupational hazards and reproductive function. *Kratkiye zametki. Khronika VOZ [Brief notes. Chronicle of WHO]*. 2006; 40 (4): 731-3. (in Russ.)
2. Larionova T.K., Yakhina M.R., Magzhanova S.A., Karimova L.K., Gorbatko G.G. Features of the distribution of macro- and microelements in the biological environment "Mother-placenta-newborn". *Habitat and public health: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2001: 320-322. (in Russ.)
3. Rolland M., Le Moal L.J., Wagner V., Royere D. and De Mouzon. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26 609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. *J. Human Reproduction*, 2012; 28 (2): 462 – 470.
4. Izmerov N.F., Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Denisov E.I., Golovaneva G.V. The issues of workers reproductive health protection from harmful occupational and environmental exposures. *Vestnik RAMN*. 2012. 12: 47-54. (in Russian)

5. Hygienic assessment of harmful occupational factors and work processes hazardous to human reproductive health. Methodical recommendations N 11-8/240-09. *Ekologicheskiy vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia].2004; 8: 12–21. (in Russian)
6. Larionova T.K., Akhmadeeva E.N., Magzhanova S.A., Karimova L.K., Khamidullina E.M., Yakhina M.R. The influence of pollution of the habitat by heavy metals on the health of the mother and newborn. *Zdravookhranenie Bashkortostana*.1999; 3: 133-138. (in Russ.)
7. GOST R 57452-2017. Guidelines for the application of criteria for classifying the hazard of chemical products by their effects on the body. Reproductive toxicity.
8. Galimov Sh.N., Amirova Z.E., Galimova E.F. "Sperm crisis" and technogenic environmental pollution: facts and hypotheses. *Reproduction problems*.2005; 2: 19-22.
9. Starova N.V., Teregulova Z.S., Borisova N.A., etc. Complex solution of environmental problems of Bashkortostan in spatial-temporal unity // *Proceedings: International. Forum on probl. Science and Technology. M., 1998. pp.115-139.*
10. Pavlov V.N., Bekmukhambetov E.Zh., Teregulova Z.S., Mamyrbayev A.A., Teregulov B.F., Ishemgulov R.R. To assess the reproductive health of men living and working in conditions of mining technogenesis. *Meditinskiy Vestnik Bashkortostana. - Ufa*.2015; 3: 103-106.
11. GOST 12.1.007-76 Occupational safety standards system. Harmful substances. Classification and general safety requirements.(in Russian)
12. Revich B.A. Chemical elements in human hair as an indicator of the impact of industrial and environmental pollution. *Gigiena i sanitariya*. 1990; 3: 55-59.
13. Skalny A.V. Diagnostics and correction of the elemental status of a person as the basis of a personalized preventive approach to reducing the frequency of socially significant diseases of civilization in the territories // *Terapevt*. 2020. pp. 81-87.
14. Hygienic assessment of harmful occupational factors and work processes hazardous to human reproductive health. Methodical recommendations N 11-8/240-09. *Ekologicheskiy vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia].2004; 8: 12–21. (in Russ.)
15. Teregulova, Z.S. Ecological characteristics and health status of the inhabitants of the mining region / Z.S. Teregulova, A.R.Kudasheva // *Modern problems of preventive medicine, habitat and health of the population of the regions of Russia: proceedings of All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Yekaterinburg, 2004. – pp. 210-212.*
16. Teregulov B.F., Teregulova Z.F. Reproductive health of male miners of underground mines. *Zdravookhranenie Rossiiskoy Federatsii*. 2011; 5: 9-10.
17. Gainullina M.K., Karimova L.K., Teregulova Z.S. Occupational risks to reproductive health of workers engaged in the enrichment of non-ferrous metal ores: monograph - Ufa. 2016; 194 c.
18. Shihadeh A., Schubert J., Klaiany J., El Sabban M., Luch A., Saliba N.A. Toxicant content, physical properties and biological activity of waterpipe tobacco smoke and its tobacco-free alternatives. *TobControl*. 2015 Mar;24 Suppl 1(Suppl 1):i22-i30. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2014-051907.
19. Guidance on the hygienic assessment of factors of the work environment and the work process. Criteria and classification of working conditions.R.2.2.2006-05. Moscow; 2006. (in Russ.).
20. Salnikov K., Zhitkovich A. Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium. *Chem. Res. Toxicol*. 2008; 21: 28-44.

21. Rosner W. Positionstatement: Utility, limitations, and pitfalls in measuring testosterone: an Endocrine Society position stations tatement. J. Clin. Endocrinol.Metab. 2007; 92(2): 405-13.
22. Denckera A. Women and Birth.2019; Volume 32, Issue 2: 99-111.
23. Teregulova Z.S., Teregulov B.F., Altynbaeva A.I., Timasheva R.Z., TairovaE.I. Xenobial load in residents of a technogenically transformed province and the risks of their health disorders. Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists and specialists of research organizations of Rospotrebnadzor. Ufa; 2013: 200-202.

Поступила/Received: 27.04.2022

Принята в печать/Accepted: 17.11.2022