

## Литература

1. Агаджанян Н.А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания / Н.А. Агаджанян, В.В. Гневушев, А.Ю. Катков. – М.: Изд-во УДН, 1987. – 186 с.
2. Агаджанян Н.А. Adaptation to hypoxia and bioeconomics of external respiration / N.A. Agadzhanian, V.V. Gnevushev, A.Yu. Katkov. – M., 1987. – 186 p.
3. Варламова Н.Г. Особенности функции внешнего дыхания у северян в годовом цикле / Н.Г. Варламова, Е.Р. Бойко // Морская медицина. – 2017. – Т.3, №3. – С.43-49.
4. Varlamova N.G. Features of external breathing function among the northerners in the annual cycle / N.G. Varlamova, E.R. Boiko // Marine medicine. – 2017. – Vol. 3, № 3. – P.43-49.
5. Гришин О. В. Дыхание на севере. Функция. Структура. Резервы. Патология / О. В. Гришин, Н. В. Устюжанинова. – Новосибирск: Изд-во «Art - Avence», 2006. – 253 с.
6. Grishin O.V. Breathing in the North. Function. Structure. Reserves. Pathology / O.V. Grishin, N.V. Ustyuzhaninova. – Novosibirsk, 2006. – 253 p.
7. Гудков А.Б. Проходимость воздухоносных путей у детей старшего школьного возраста – жителей Европейского Севера / А.Б. Гудков, О.Н. Кубушка // Физиология человека. – 2006. – Т.32, №3. – С.84-91.
8. Gudkov A.B. Airway conductance in high school students living in the European North / A.B. Gudkov, O.N. Kubushka // Human Physiology. – 2006. – Vol.32, №3. – P.84-91.
9. Гудков А.Б. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, А.Н. Никанов // Медицина труда и промышленная экология. – 2010, №4. – С.24-27.
10. Gudkov A.B. Adaptive reactions of external respiration in workers of European North / A.B. Gudkov, O.N. Popova, A.N. Nikanov // Occupational health and industrial ecology. – 2010, №4. – P.24-27.
11. Ким Л.Б. Транспорт кислорода при адаптации человека к условиям Арктики и кардиореспираторной патологии / Л.Б. Ким. – Новосибирск: Наука, 2015. – 216 с.
12. Kim L.B. The transport of oxygen in human adaptation to Arctic conditions, and cardiorespiratory diseases / L.B. Kim. – Novosibirsk, 2015. – 216 p.
13. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: указ Президента РФ от 02 мая 2014 г. – №296.
14. Decree of the President of the Russian Federation dated May 2, 2014 N 296. «On land territories of the Arctic zone of the Russian Federation».
15. Поливанова Т.В. Вопросы адаптации и патологии у населения Крайнего Севера // Якутский медицинский журнал. – 2011. – Т.35, №3. – С. 67-71.
16. Polivanova T.V. Questions of adaptation and pathology in the population of the Far North / T.V. Polivanova // Yakut medical journal. – 2011. – Vol.35, №3. – P. 67-71.
17. Предиктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода / В.П. Чашин, А.Б. Гудков, М.В. Чашин [и др.] // Экология человека. – 2017, №5. – С. 3-13.
18. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure / V.P. Chashchin, A.B. Gudkov, M.V. Chashchin [et al.] // Human Ecology. – 2017, №5. – P. 3-13.
19. Шишкин Г.С. Функциональные состояния внешнего дыхания здорового человека / Г.С. Шишкин, Н.В. Устюжанинова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 329 с.
20. Shishkin G.S. Functional status of the external breathing in healthy person / G.S. Shishkin, N.V. Ustjuzhaninova. – Novosibirsk, 2012. – 329 p.
21. Fitzgerald R.S. Oxygen and carotid body chemotransduction: the cholinergic hypothesis – a brief history and new evaluation / R.S. Fitzgerald // Respirat.Physiol. – 2000. – Vol.120, №5. – P. 89-104.
22. Seasonal changes in metabolic and temperature responses to cold air in humans / A.M. van Ooijen, W.D. van Marken Lichtenbalt, A.A. van Steenhoven [et al.] // Physiol.Behav. – 2004. – Vol.82, №2-3. – P. 545-553.
23. Weibel E.R. Gas exchange: large surface and thin barrier determine pulmonary diffusing capacity / E.R. Weibel // Minerva Anesthesiol. – 1999. – Vol. 65, №6. – P. 377-382.
24. West J.B. Respiratory physiology - the Essentials / J.B. West. – Baltimore: Lippincott, Wilcins, 2008. – 180 p.

А.И. Сивцева, Е.Н. Сивцева, С.С. Шадрина,  
А.М. Дохунаева, Т.К. Давыдова

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КРОВИ У АБОРИГЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ АРКТИКИ

DOI 10.25789/YMJ.2019.66.25

УДК 612.1/8

Определен уровень показателей микроэлементного статуса крови аборигенных жителей Арктики, на основе чего можно проводить будущие сравнения при условиях промышленного освоения территорий. В исследование вошли коренные жители Севера, относящиеся к этнической группе долган, проживающих в п.Юрюнг-Хая Анабарского района Якутии. Изучено содержание в сыворотке крови 20 микроэлементов. Как показало исследование, содержание многих элементов, в том числе марганца, кобальта, стронция, никеля и железа, в крови выше референсных значений, что может влиять на развитие болезней сердечно-сосудистой системы, нефропатии и онкологических заболеваний.

**Ключевые слова:** микроэлементы, коренные народы Севера, Арктика

The level of microelement status indicators in the blood of aboriginal inhabitants of the Arctic is determined, on the basis of which it is possible to conduct future comparisons under conditions of industrial development of territories. The study included indigenous inhabitants of the North, belonging to the ethnic group of Dolgan, living in Yuryung-Khaya of the Anabar district of Yakutia. The content of 20 microelements in the blood serum was studied.

As the research has shown, the content of many elements, including manganese, cobalt, strontium, nickel and iron in blood is higher than reference values, which can influence the development of diseases of the cardiovascular system, nephropathy and oncological diseases.

**Keywords:** trace elements, indigenous peoples of the North, Arctic.

**СИВЦЕВА Анна Иннокентьевна** – д.м.н., в.н.с. Научно-экспедиционного центра Клиники МИ СВФУ им. М.К. Аммосова, [sanna@inbox.ru](mailto:sanna@inbox.ru); **СИВЦЕВА Елена Николаевна** – к.м.н., с.н.с. Научно-экспедиционного центра Клиники МИ СВФУ, [sivelya@mail.ru](mailto:sivelya@mail.ru); **НИИ здоровья СВФУ им. М.К. Аммосова**; **ШАДРИНА Светлана Семёновна** – с.н.с., [svetlana.maksimo@mail.ru](mailto:svetlana.maksimo@mail.ru); **ДОХУНАЕВА Алёна Михайловна** – м.н.с., [dohunaeva@list.ru](mailto:dohunaeva@list.ru); **ДАВЫДОВА Татьяна Кимовна** – к.м.н., в.н.с.-руковод. лаб. ЯНЦ КМП, [davtk@rambler.ru](mailto:davtk@rambler.ru).

**Введение.** Стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Соответственно, отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатогеографическими факторами или заболеваниями, приводят к нарушению в состоянии здоровья [6]. Северные территории крайне отличаются от центральных

регионов России природно-климатическими, биогеохимическими, диетологическими и адаптационными характеристиками.

В Якутии разрабатываются россыпные месторождения алмазов в долине р.Эбелях, левого притока р.Анабар, при освоении которых естественная ландшафтная структура и экологическая обстановка претерпели существенные изменения. Особую опасность при разработке месторождения

представляет заражение поверхностного слоя почв химическими элементами с повышенными токсичными и радиоактивными свойствами, содержащимися в руде. Фильтрационные стоки нижнего бьефа приустьевой плотины обогатительной фабрики формируют четкую техногенную гидрохимическую аномалию марганца, хрома, никеля, меди, свинца и молибдена [4, 9].

Токсичные элементы, мигрируя в ручьи и реки в виде минеральных частиц, накапливаются в донных отложениях и, постепенно разлагаясь в течение длительного времени, попадают в крупные водотоки, на берегах которых расположены населенные пункты. Местные жители эту воду пьют и используют в хозяйственных целях, потребляют рыбу, которая обитает в этой воде, тем самым накапливают токсичные элементы в своем организме. Опасность площадного загрязнения окружающей среды токсичными радиоактивными элементами и тяжелыми металлами связана с ветровым разносом минеральных частиц из карьера и отвалов забалансовых руд [4, 9]. Площадное рассеивание минеральных частиц с токсичными элементами накапливается в растениях, в первую очередь, в мхе, откуда попадает в организм животных и птиц. При потреблении их в пищу человек также накапливает токсичные элементы в своем организме. Отравление организма в результате указанных факторов – процесс скрытый и «растянутый» во времени, зависит от индивидуальных особенностей организма человека и образа жизни, пищевого поведения, вследствие чего невозможно точно установить причину того или иного заболевания.

В этой связи нами проводилось данное исследование **с целью** установления регионального базового уровня показателей элементного статуса организма аборигенных жителей Арктики, на основе которого будут проводиться будущие исследования.

**Материалы и методы исследования.** В настоящем исследовании приняли участие 107 коренных жителей Севера, по национальности долганы. Обследованное население изолированно проживает в тундре на берегу р. Анабар, в п. Юрюнг-Хая Анабарского района Республики Саха (Якутия). Перед включением в исследование у жителей было получено письменное информированное согласие. Обследование проводилось в соответствии с принципами и этическими нормами,

установленными Хельсинской декларацией.

Забор крови из локтевой вены производился утром натощак с использованием пробирок «Vacutest». Полученная кровь центрифугировалась с целью получения сыворотки в течение 10 мин при 1800 об./мин. Сыворотки были отделены в эпиндорфы и заморожены при температуре  $-27^{\circ}\text{C}$  для хранения и транспортировки. Методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной аргонной плазме (ИСП-АЭ, ИСП-МС по ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98) на приборе масс-спектрометр ICP-MS Elan 9000 (Канада) было изучено содержание в сыворотке крови следующих 20 микроэлементов: фосфор (P), скандий (Sc), титан (Ti), ванадий (V), хром (Cr), марганец (Mn), железо (Fe), кобальт (Co), никель (Ni), медь (Cu), цинк (Zn), мышьяк (As), рубидий (Rb), стронций (Sr), иттрий (Y), ниобий (Nb), кадмий (Cd), цезий (Cs), таллий (Tl), свинец (Pb). Содержание исследуемых химических элементов в сыворотке крови выражалось в микрограммах на литр (мкг/л).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ SPSS 19. Проведен описательный анализ числовых характеристик признаков (Me (Q25-Q75) – медиана (межквартильный размах 25 и 75)). При сравнении различий в группах использовались непараметрические критерии оценки (U-тест по методу Манна – Уитни). Статистическая значимость различий считалась достоверной при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** В исследовании мужчин было 35 (32,7%) чел., женщин – 72 (67,3%). Возраст исследуемых был от 20 до 77 лет. Средний возраст мужчин составил 51 (42-60) год, женщин – 45,5 (34-54) года, без статистически значимых различий ( $p=0,094$ ). Для определения содержания микроэлементов в сыворотке крови рассчитаны медианы концентраций.

Содержание одного из основных «структурных» элементов человека, фосфора (P), оказалось у всех долган высоким 148,02 (124,01-171,60) мг/л, превышая в 3-4 раза и более данные жителей других регионов России (25,08-44,91 мг/л) [2, 3], что, возможно, связано с традиционным питанием рыбой. Фосфор играет фундаментальную роль во многих основных клеточных процессах, таких как биоэнергетика, внутриклеточная сигнализация и минерализация костей и зубов, входит

в состав нуклеиновых кислот, клеточных мембран [1].

По нашим данным, содержание скандия (Sc), хрома (Cr), свинца (Pb) в крови соответствовало данным литературных источников.

Хром (Cr) имеет важное значение для нормального протекания углеводного метаболизма в организме человека. Основная роль хрома состоит в снижении уровня глюкозы в крови.

Потребность в хrome возрастает у людей в результате возникновения различных стрессов, при усталости, травмах, диабете и заболеваниях сердечно-сосудистой системы [6].

Содержание меди (Cu), цинка (Zn), рубидия (Rb) было выше верхней границы референтных значений (табл. 1).

Медь (Cu) – один из эссенциальных элементов, необходимых для нормального функционирования и развития организма. Источником меди является пища. Входя в состав 16 различных металлопротеинов, медь является необходимым элементом для клеток организма. Она также важна в метаболизме железа. Медь быстро абсорбируется из желудка и верхней части кишечника, депонируется в печени и различных медьсодержащих белках клеток в плазме [12].

Биологические функции цинка (Zn) определяются тем, что он входит в состав металлоферментов, РНК и ДНК полимераз, карбоксипептидаз и алкогольдегидрогеназ. Всасывание цинка происходит преимущественно в двенадцатиперстной кишке и проксимальном отделе кишечника. Особенно богаты цинком простата, семя, печень, почки, сетчатка, кости и мускулы. Концентрация цинка в эритроцитах в 10 раз выше, чем в плазме крови. Цинк выводится из организма почками, кожей и через кишечник [6].

Рубидий (Rb) – малоизученный микроэлемент, часто в организме выступает как синергист калия. Роль рубидия в организме малоизучена. Суточная потребность здорового взрослого человека в рубидии составляет около 1-2 мг, что превышает норму потребления многих других микроэлементов. Большая часть рубидия (около 40%) поступает в организм с такими напитками, как питьевая вода, чай и кофе. Некоторое количество рубидия содержится в печени и мышцах морских рыб [6]. Имеется исследование, что уровень калия и рубидия был значительно снижен в крови у больных с болезнью Альцгеймера по сравнению со здоровой группой, но при этом содержание в спинномозговой жидкости

Таблица 1

## Содержание микроэлементов в сыворотке крови долган, мкг/л

| Микроэлемент  | n   | Me (Q25-Q75)              | Референсные значения (литературные данные)* |
|---------------|-----|---------------------------|---------------------------------------------|
| Скандий (Sc)  | 105 | 13,97 (9,13-19,57)        | 10-40                                       |
|               | 2   | <0,001                    |                                             |
| Титан (Ti)    | 104 | 153,05 (83,98-265,82)     |                                             |
|               | 2   | <0,001                    |                                             |
| Хром (Cr)     | 106 | 276,67 (246,69-324,70)    | 165-305                                     |
| Марганец (Mn) | 100 | 130,86 (63,88-173,25)     | 0-10                                        |
|               | 5   | <0,001                    |                                             |
| Железо (Fe)   | 98  | 5219,43 (3123,30-9197,05) | 600-1800                                    |
|               | 5   | <0,001                    |                                             |
| Никель (Ni)   | 83  | 57,08 (23,38-146,07)      | 1-28                                        |
|               | 23  | <0,001                    |                                             |
| Медь (Cu)     | 81  | 1323,60 (953,07-1902,63)  | 750-1300                                    |
|               | 21  | <0,001                    |                                             |
| Цинк (Zn)     | 93  | 1076,11 (677,48-1686,24)  | 543-1130                                    |
|               | 12  | <0,001                    |                                             |
| Рубидий (Rb)  | 105 | 299,45 (264,35-346,34)    | 230-270                                     |
|               | 2   | <0,001                    |                                             |
| Стронций (Sr) | 87  | 146,55 (77,99-234,11)     | 44-64                                       |
|               | 18  | <0,001                    |                                             |
| Свинец (Pb)   | 70  | 9,48 (3,61-23,75)         | < 25                                        |
|               | 33  | <0,001                    |                                             |

Примечание. В табл. 1-2 n - число наблюдений, Me (Q25-Q75) - медиана (межквартильный размах 25 и 75)

\*АМАР Assessment 2002: Human Health in the Arctic // Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) - Oslo, Norway, 2003.

было в пределах нормы [10]. Опыты на животных показали, что нехватка рубидия вызывает задержку внутриутробного развития, аборт и преждевременные роды, сокращение продолжительности жизни [8].

В данном исследовании сывороточное содержание никеля (Ni) составило медиану 57,08 мкг/л и стронция (Sr) - 146,55 мкг/л, что превышало норму в 2-3 раза.

Стронций (Sr) содержится во всех органах и тканях, оказывает влияние на процессы костеобразования, активность ферментов каталазы, карбоангидразы и щелочной фосфатазы. Кроме того, ионы стронция настолько близки по характеристикам к ионам кальция, что включаются в обмен вместе с ним, но, обладая большей интенсивностью метаболизма и значительно различаясь по размеру, постепенно нарушают функционирование кальцийзависимых обменных процессов [8].

Содержание железа (Fe) в сыворотке крови составило 5219,43 мкг/л, что больше принятых нормативов в 4-5 раз [11]. Высокое содержание железа связано с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых видов рака.

Содержание марганца (Mn) составило 130,86 мкг/л, что гораздо больше нормы. По литературным дан-

ным, зафиксированы случаи острой интоксикации марганцевой пылью на производстве. Избыток марганца приводит к повышенной утомляемости, снижению памяти, депрессивным состояниям, энцефалопатии, к неврологическим расстройствам [5]. Возможно, этот фактор приводит к психическим нарушениям с суицидальными попытками, данная проблема требует дальнейшего изучения.

В отдельную группу выделили микроэлементы с очень низкой концен-

трацией в исследуемых сыворотках (табл. 2).

Кобальт (Co) и цезий (Cs) выявлены практически у всех исследуемых, иттрий (Y) и кадмий (Cd) – в половине случаев и меньше чем у 1/5 части случаев обнаружены ниобий (Nb), мышьяк (As), ванадий (V), таллий (Tl). Содержание кобальта (Co) у долган превышало известные значения во много раз, что требует дополнительного углубленного изучения.

Проведен анализ содержания элементов отдельно у мужчин и женщин. При сравнении по полу медианы всех исследованных микроэлементов, кроме рубидия (Rb), достоверных различий не выявлено. По нашим данным, медиана рубидия (Rb) у мужчин достоверно ( $p=0,005$ ) была выше и составила 322,95 (286,62-372,46) мкг/л, чем у женщин - 292,92 (256,21-332,60) мкг/л.

Исследуемые были разделены на три группы по возрасту: 1-я группа молодых людей – 20-44 лет, 2-я группа среднего возраста – 45-59 лет и 3-я группа пожилых старше 60 лет.

Содержание фосфора в возрастных группах мужчин и женщин достоверно не различалось, несмотря на повышение в среднем возрасте у обоих полов.

По данным литературы, сывороточное железо должно быть выше у мужчин. В данном исследовании содержание железа у женщин оказалось выше, хотя статистически незначимо, при этом повышаясь с возрастом. У 12 молодых мужчин медиана железа составила 4,4 мг/л, у 13 обследованных в среднем возрасте – 5,6 мг/л, у 8 стариков – 3,3 мг/л, у 31 молодой женщины – 4,8 мг/л, 28 женщин среднего возраста – 6,1 мг/л и самые высокие показатели железа в группе из 7 жен-

Таблица 2

## Содержание ультрамикроэлементов в сыворотке крови долган, мкг/л

| Микроэлемент | n   | Me (Q25-Q75)       | Референсные значения (литературные данные)* |
|--------------|-----|--------------------|---------------------------------------------|
| Ванадий (V)  | 18  | 4,78 (1,42-17,03)  |                                             |
|              | 88  | <0,001             |                                             |
| Кобальт (Co) | 73  | 4,09 (1,54-9,25)   | 0,05-0,1                                    |
|              | 30  | <0,001             |                                             |
| Мышьяк (As)  | 26  | 4,94 (2,88-19,58)  | 2 - 62                                      |
|              | 78  | <0,001             |                                             |
| Иттрий (Y)   | 58  | 0,80 (0,27-1,73)   |                                             |
|              | 44  | <0,001             |                                             |
| Ниобий (Nb)  | 35  | 10,07 (4,13-16,68) |                                             |
|              | 69  | <0,001             |                                             |
| Кадмий (Cd)  | 56  | 0,38 (0,16-0,78)   | 0,01-2                                      |
|              | 48  | < 0,001            |                                             |
| Цезий (Cs)   | 103 | 1,05 (0,69-1,39)   |                                             |
|              | 3   | <0,001             |                                             |
| Таллий (Tl)  | 13  | 2,64 (0,29-7,14)   |                                             |
|              | 92  | <0,001             |                                             |



щин старше 60 лет – 9,9 мг/л (в сравнении с аналогичной группой мужчин  $p=0,049$ ). Данные показатели требуют расширенного исследования.

Рассмотрели элемент рубидий (Rb) с достоверно высоким содержанием у мужчин – долган по возрастным группам. Во всех трех группах у мужчин содержание сывороточного рубидия было ожидаемо выше и составило у 13 молодых 321,5 мкг/л, в средней группе из 13 чел. – 343,2, у 9 мужчин старше 60 лет – 321,6 мкг/л. Содержание рубидия было у женщин в соответствующих группах: 295,8 мкг/л, 293,4 и 248,7 мкг/л.

В нашем исследовании у 26 чел. наблюдалось повышение атерогенного холестерина, связанное с повышением уровня железа, кобальта и рубидия. По данным исследования, сердечно-сосудистые заболевания составили 691 на 1000 населения, что говорит о высоком показателе заболеваемости долган. При этом липидный спектр с высоким коэффициентом атерогенности наблюдался у 1/3 обследованных.

**Заключение.** Таким образом, проведенное исследование выявило повышенное содержание многих элементов, в том числе марганца, стронция, кобальта и железа в крови, что может повлиять на развитие болезней сердечно-сосудистой системы и других заболеваний у аборигенных жителей Арктики.

## Литература

1. Агаджанян Н.А. Экологический портрет человека и роль микроэлементов / Н.А. Ага-

джанян, М.В. Велданова, А.В. Скальный. - М.: КМК, 2001. - 235 с.

Agajanyan N. Ah. Ecological portrait of man and the role of trace elements / N. Ah. Agajanyan, M. V. Veldanova, A.V. Skalny. - M.: KMK, 2001. - 235 p.

2. Горбачев А.Л. Биоэлементный статус аборигенных жителей северных регионов России / А.Л. Горбачев, Е.А. Луговая, А.В. Скальный // Микроэлементы в медицине. - 2012. - Т. 13, вып. 3. - С. 1-6.

Gorbachev A. L. Bioelemental status of aboriginal residents of Northern regions of Russia / A. L. Gorbachev, E. A. Lugovaya, A. V. Skalny // Trace elements in medicine. - 2012. - Vol. 13, issue 3. - P. 1-6.

3. Колпакова А.Ф. Хронические неспецифические заболевания легких и антропогенное загрязнение окружающей среды в Таймырском автономном округе: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / А.Ф. Колпакова; Алтайский гос. мед. ун-т. - Барнаул, 1997. - 36 с.

Kolpakova A. F. Chronic nonspecific lung diseases and anthropogenic environmental pollution in the Taimyr Autonomous Okrug: author's abstract dis. ... doctor of medical sciences / A.F. Kolpakova; Altai St. Med. Univ. - Barnaul, 1997. - 36 p.

4. Макаров В.Н. Критерии экологического нормирования и оценка зон влияния антропогенных воздействий на динамику экосистем / В.Н. Макаров, М.М. Шиц // Проблемы и практика экологического нормирования на Севере. - Якутск: АН РС(Я), ИПЭС, 2001. - С. 206-239.

Makarov V.N. Criteria of environmental regulation and assessment of zones of influence of anthropogenic impacts on the dynamics of ecosystems / Makarov V.N., Schitz M.M. // Problems and practice of environmental regulation in the North. - Yakutsk: Academy of Sciences of Sakha (Yakutia), IAEN, 2001. - P. 206-239.

5. Мельникова М.М. Интоксикация марганцем / М.М. Мельникова // Медицина труда и промышленная экология. - 1995. - № 6. - С. 21-24.

Melnikova M. M. Manganese Intoxication / Melnikova M. M. // Labor Medicine and industrial ecology. - 1995. - №6. - P. 21-24.

6. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Ав-

цын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. - М.: Медицина, 1991. - 496 с.

The human microelementoses: etiology, classification, organohalogen / Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Storchkova L.S. - M.: Medicine, 1991. - 496 p.

7. Очелик Д. Влияние лития на содержание меди и цинка в тканях / Д. Очелик, С. Топлан, М.С. Акьюглу // Микроэлементы в медицине. - 2003. - Т.4, вып. 1. - С. 13-16.

Ochelic D. Effect of lithium on the content of copper and zinc in tissues / D. Ochelic, S. Toplan, M. S. Hacıoglu // Trace elements in medicine. - 2003. - Vol. 4, issue 1. - P. 13-16.

8. Скальный А.В. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет / А.В. Скальный, А.В. Кудрин - М.: Лир Макет, 2000. - 427 с.

Skalny A.V. Radiation, trace elements, antioxidants and immunity / A.V. Skalny, A.V. Kudrin. - M.: Lir Maket, 2000. - 427 p.

9. Слепцов А.Н. Экологические аспекты при разработке алмазодобывающего прииска «Анабар». Проблемы и перспективы комплексного освоения месторождений полезных ископаемых криолитозоны / А.Н. Слепцов // Тр. Международной научно-практической конференции. - Якутск: ИМЗ СО РАН, 2005. - Т.3. - С. 112-114.

Sleptsov A.N. Environmental aspects in the development of the diamond mine "Anabar" / A.N. Sleptsov // Problems and prospects of complex development of mineral deposits of the cryolithozone // Proc. Scientific and practical International conference. - Yakutsk: Permafrost Institute of the Siberian Branch of the RAS, 2005. - Vol. 3. - P. 112-114.

10. AIBL research group. Rubidium and potassium levels are altered in Alzheimer's disease brain and blood but not in cerebrospinal fluid / BR Roberts, JD Doecke, A Rembach [et al.] // Acta Neuropathol Commun. - 2016. - №14, 4(1) - P. 119.

11. AMAP Assessment 2002: Human Health in the Arctic // Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). - Oslo, Norway, 2003.

12. Maternal and umbilical cord blood levels of mercury, lead, cadmium, and essential trace elements in Arctic Canada / Jody Butler Walker [et al.] // Environmental Research. - 2006. - Vol. 100, Is. 3. - P. 295-318.