

УДК 613.31:543.3**О ГИГИЕНИЧЕСКОЙ НИТРАТНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ПРОВИНЦИИ**

Е.М.Трофимович, В.В.Турбинский, С.С.Ханхареев,
К.В.Логвиненко, О.Д.Турбинская

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск,
Управление Роспотребнадзора по Республики Бурятия, г. Улан-Удэ,
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Новосибирск

Анализ причин повышенного содержания нитратов в источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения на территории Республики Бурятия показал, что в силу особых специфических геологических факторов залегания водоносных горизонтов феномен носит преимущественно природный характер. Это ставит вопрос по обозначению на территории Республики Бурятия специфической гигиенической нитратной гидрогеологической провинции.

Ключевые слова: источники питьевого водоснабжения, нитраты питьевой воды, гидрогеологическая провинция, заболеваемость населения

Актуальность. Широкое использование азотных удобрений, перегноя, городские свалки, транспорт и промышленность способствуют загрязнению окружающей среды нитратами и увеличивают риск их обнаружения в значительных количествах в источниках водоснабжения, в пищевых продуктах и в почве. Выявлено, что алиментарный путь поступления ксенобиотиков в организм составляет 80% всех других путей их проникновения, включая аэрогенный [1,2].

Токсическое действие нитратов состоит в блокаде продуктами их превращения (нитритами) образования гемоглобина и угнетения активности ферментных систем, участвующих в процессах тканевого дыхания. N-нитрозамины, обладающие канцерогенной активностью, а в концентрации более 20 мг/дм³ оказывающие токсическое действие на организм также образуются из нитритов в присутствии аминов [3]. Цито- и генотоксический способ диагностики качества водной среды при помощи рыб показал, что при действии нитратов на их организм происходят изменения клеточного состава периферической крови – увели-

чение процента сегментоядерных нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, моноцитов и уменьшение процента лимфоцитов [4].

Нитраты и нитриты в организме человека распространяясь гуморальным путем, способствуют нарушению гемодинамики органов, процессов гемостаза, гибели клеток головного мозга, миокарда, эндотелия, поражению печени, поджелудочной и щитовидной желез. Это способствует развитию сахарного диабета, развитию злокачественных опухолей [5]. Были получены результаты о возможном влиянии N-нитро соединений на риск развития инсулинозависимого диабета в детстве [6].

Высокий риск развития рака и патологических неканцерогенных эффектов при употреблении овощей, фруктов, ягод, соков, рыбы и морепродуктов, хлебобулочных изделий, сахара и кондитерских изделий, мяса и мясопродуктов с химическим загрязнением существует у населения Ямало-Ненецкого автономного округа [7]. «Органами (системами) мишенями» являются кровь, желудочно-кишечный тракт, иммунная, гормональная, сердечно-сосудистая системы. Основные вещества, определяющие негативное воздействие на организм человека, – мышьяк, кадмий, свинец, ДДТ и его изомеры, Т2-токсин, нитраты [8]. Употребление колбасных изделий и копченостей является известным фактором риска развития рака и нескольких хронических заболеваний, в том числе хронической обструктивной болезни легких, так как мясопродукты содержат большое количество нитритов, которые способны приводить к нитрозативному стрессу и воспалительному процессу в дыхательных путях, влияя на течение бронхиальной астмы [9]. Фактором риска биохимической аномалии, вызывающей прогрессирующую энцефалопатию с отеком, гипсаритмией и атрофией зрительного нерва (нейродегенеративное расстройство, которое относится к группе детских прогрессирующих энцефалопатий), является повышенный уровень нитритов, нитратов и оксида азота (NO) и низкий уровень инсулиноподобного фактора роста 1 (IGF-1) в спинномозговой жидкости [10].

Однако не было подтверждено, что люди, которые едят мясные продукты, но в небольших количествах употребляют антиоксиданты имеют более высокий риск развития глиомы, чем те, кто не ест мясных продуктов и потребляют антиоксиданты в больших количествах [11].

Проведенные исследования так же установили, что при приеме одной дозы пищевых нитратов значительно снижается кровяное давление и почечный индекс у больных хронической болезнью почек, а значит, использование пищевого нитрата может быть полезным при лечении пациентов с гипертонической болезнью и помогает снизить как риск сердечно-сосудистых заболеваний так и прогрессирования болезней почек [12].

Химический состав питьевой воды оказывает значительное влияние на формирование здоровья населения [1, 2]. Анализ данных, проведенных исследо-

вателями Юго-Западного университета свидетельствует о том, что наибольшее количество нитратов содержится в бытовых стоках и в водах, расположенных близко к сельскохозяйственным угодьям. Наиболее безопасными по содержанию нитратов являются грунтовые и подземные воды [13]. Согласно нормам, содержание нитратов в воде централизованных систем питьевого водоснабжения не должно превышать 45 мг/дм³ [14]. В то же время, наличие высоких концентраций нитратов в питьевой воде делает ее важнейшим источником их поступления в организм. Это связано с тем, что в воде нитраты находятся в активном состоянии в виде нитрат-иона NO₃⁻, который легко всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта в отличие от нитратов пищевых продуктов.

Цель исследования. Гигиеническое обоснование особенностей условий распространения подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Бурятия.

Задачи исследования: 1) изучить особенности химического состава питьевой воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Бурятия; 2) дать гигиеническое обоснование особенности условий распространения подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Бурятия.

Объектами исследования служили: источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Бурятия в 22 муниципальных районах: Баргузинский, Баунтовский, Бичурский, Джидинский, Еравнинский, Заиграевский, Закаменский, Иволгинский, Кабанский, Кижунгинский, Купумканский, Кяхтинский, Муйский, Мухоршибирский, Окинский, Прибайкальский, Северо-Байкальский, Селенгинский, Тарбагатайский, Тункинский, Хоринский, г.Улан-Удэ; питьевая вода, заболеваемость детей и подростков.

Материалами исследования являлись официальные данные государственной статистической отчетности о химическом составе питьевой воды (ф.18), о содержании нитратов в питьевой воды (данные информационного фонда социально-гигиенического мониторинга).

Оценка источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения проводилась в соответствии с [15]. Исследования химического состава питьевой воды проводили в аккредитованных лабораториях ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республики Бурятия» и его филиалах. Статистическая обработка результатов исследований проводилась с помощью пакета прикладных программ MS Office Excel путём расчётов средних величин, построения уравнений линейной регрессии.

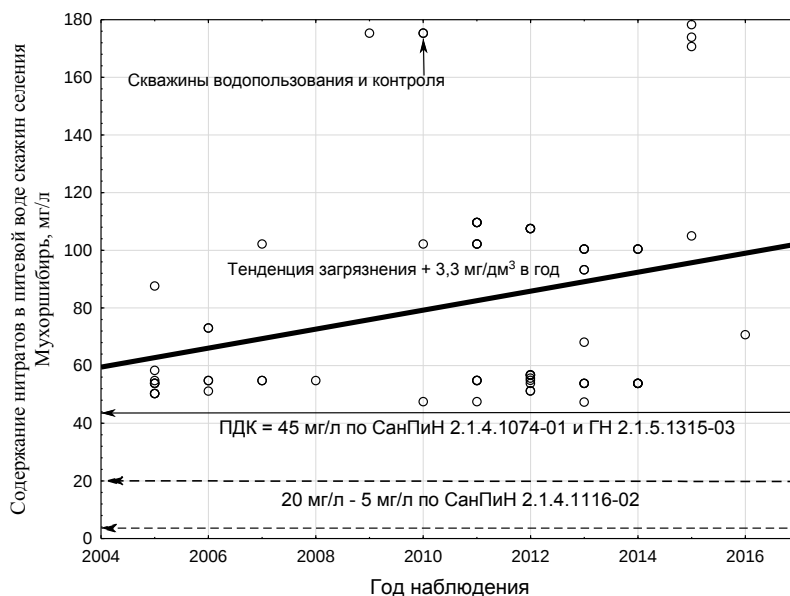
Результаты исследований. В районном центре посёлке Мухоршибирь был выполнен полный санитарный анализ питьевой воды из подземных вод источников. Результаты показали, что питьевая вода из семи основных скважин посёлка имеет существенно различающийся качественный состав и гигиенические

характеристики (таблица 1). Вода из трёх скважин посёлка содержала нитраты в концентрациях, превышающих гигиенический допустимый уровень. По СанПиН 2.1.4.1074-01 («Вода питьевая») он составляет 45 мг/дм³, по СанПиН 2.1.4.1116-02 (для питьевой воды, расфасованной в ёмкости) и по соглашению № 299 Таможенного союза – 20 мг/дм³. В обследованных водоисточниках превышение гигиенически допустимого уровня нитратов относительно концентрации 45 мг/дм³ было в 1,5-5,3 и 6,4 раза, а концентрации 20,0 мг/дм – в 3,5-12 и 14,5 раз. В воде с наибольшим содержанием нитратов обнаружены концентрации натрия, магния и общее содержание минеральных солей также превышающие гигиенические нормы.

Таблица 1 - Показатели качества питьевой воды из скважин с. Мухоршибирь (15.05.2016г.)

Водозабор (скважины)	Концентрация мг/дм ³						
	pH	нитраты	натрий	кальций	магний	минерализация	HCO ₃ ⁻
Ул. 30-лет Победы	8,3±0,2	3±0,5	88±13	10±0,8	39±12	382	317± 19
Резервный (0,48 км)	7,5±0,2	61,9±7,8	14,9±2,5	16,5±1,2	60±18	292±35	334± 20
Ул.Школьная 7	7,5	11±1,7	11±1,9	54,8±3,7	21,5±6,4	222±27	266± 17
Пожарная часть	7,9	208±31	330±33	39±9	105±31	1134	552± 32
Ул.Северная	8,0	251±38	381±38	141±9	83±25	1122	628± 37
Ул.Чкалова	8,0	7,5±1,6	71,9±10	21,4±1,6	38±11	184	254± 16
Резервный	7,9	23±3,5	14,9±2	16,5±1,2	60±18	292	334± 20

В п. Мухоршибирь за последние 15 лет доля проб, превышающих предельно допустимую концентрацию нитратов (45 мг/дм³) в воде питьевых источников и в питьевой воде колебалась от 20% до 43%. Расчет, проведённый по уравнению регрессии, выведенному из статистического массива данных за 2004-2016 годы, позволяет сделать вывод о том, что в п.Мухоршибирь наблюдается устойчивая тенденция увеличения концентраций нитратов в воде на 3,3 мг/дм³ в год (рисунок 1). Вода из скважины в 0,48 км от контура резервного подземного горизонта воды, пригодного для питьевого водоснабжения, содержит концентрацию нитратов 61,9±7,8 мг/дм³.



----- гигиеническая норма предельного содержания нитратов в питьевой воде по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» 45 мг/дм³;
 ----- - тоже по СанПиН 2.1.4.1116-02 для воды, расфасованной в ёмкости (20 мг/дм³)

Рисунок 1 - Динамика концентраций нитратов в питьевой воде поселка Мухоршибирь за 11 лет

Питьевая вода в посёлке Мухоршибирь может оказывать комбинированное неблагоприятное влияние на здоровье населения.

В сельских поселениях Мухоршибирского муниципального района питьевая вода также подаётся населению из подземных водоисточников и содержит высокие концентрации нитратов: с.Бар 47,5-50,2 мг/дм³, с.Калиновка 49,6±54,8, с. Никольское 108-212, с. Новый Заган 58,7-109, с.Тунгуй 109,6, с. Хорашибирь 47,2-109, с. Хонхолой 54,8-102, с. Шаралдай 47,3-106, с. Бичура 46-54,8, с. Кинжиг 65 мг/дм³.

Во всех других районах Республики Бурятия источниками питьевой воды в абсолютном большинстве случаев являются подземные воды. Из 22-х районов Республики Бурятия, в 17 и в г.Улан-Удэ питьевая вода содержит высокие концентрации нитратов. В 11 районах Республики Бурятия содержание нитратов в подземной и питьевой воде превышают ПДК 45 мг/дм³, а в 6-и других находится в диапазоне 20-45 мг/дм³. Первые 11 районов относятся к территории высокого гигиенического риска по влиянию нитратов и сопутствующих им химических веществ на здоровье населения, а отмеченные выше 5 других районов — к территории повышенного риска (гигиеническая карта прилагается). В районах Республики Бурятия концентрация нитратов в воде колеблется в широких пре-

делах, о чём свидетельствует большая разница между их максимальными и средними концентрациями (таблица 2). К территории высокого гигиенического риска для здоровья населения Республики Бурятия отнесены районы Баргузинский, Бичурский, Еравнинский, Заиграевский, Иволгинский, Кабанский, Кижингинский, Мухоршибирский, Прибайкальский, Селенгинский, Тарабагатайский, а к территории повышенного гигиенического риска – Джидинский, Закаменский, Муйский, Северо-Байкальский, Хоринский и г.Улан-Удэ.

Таблица 2 - Концентрация нитратов в воде подземных питьевых источников в питьевой воде в поселениях районов Республики Бурятия в 2000 и 2015 годах

№№	Район	Нитраты мг/дм ³ . Годы			
		2000 г.		2015 г.	
		средняя	максимальная	средняя	максимальная
1.	Баргузинский	20,7	369,6	8,1	59,8
2.	Баунтовский	0,17	0,3	0,4	1,0
3.	Бичурский	10,6	26,22	8,9	57,1
4.	Джидинский	0,3	7,94	4,2	31,3
5.	Еравнинский	26,4	52,8		0,0
6.	Заиграевский	20,7	369,6	11,1	48,8
7.	Закаменский	9,4	22,0	21,4	33,2
8.	Иволгинский	10,0	217,0	24,8	119,4
9.	Кабанский	0,0	0,0	47,0	498,3
10.	Кижингинский	3,7	56,6	4,2	35,4
11.	Курумканский	7,0	14,1	2,0	6,0
12.	Кяхтинский			0,9	6,8
13.	Муйский	0,44	30,9		
14.	Мухоршибирский	26,9	59,1	42,3	212,0
15.	Окинский	5,9	17,6	0,72	0,95
16.	Прибайкальский	9,6	65,0	2,7	9,1
17.	С-Байкальский	10,6	29,9	0,4	3,8
18.	Селенгинский			7,8	85,6
19.	Тарабагатайский	25,6	61,6	64,5	161,0
20.	Тункинский		8,8	0,8	5,4
21.	Хоринский		32,1	7,2	32,9
22.	г.Улан-Удэ	15,3	32,6		

При концентрации нитратов в воде в диапазоне 20-45 мг/дм³ и количестве таких результативных проб до 25% можно ожидать, что токсическая нагрузка на здоровье населения будет выражаться в напряжении функциональных возмож-

ностей организма для поддержания гомеостаза, а при концентрациях выше 45 мг/дм³ и числе проб (исключая диапазон 20-45 мг/дм³) более 25% можно прогнозировать специфический для нитратов токсический эффект (рисунок 2). По предварительным экспертным данным, к районам со специфической токсической нагрузкой на здоровье населения относятся Мухоршибирский, Тарбагатайский, Еравнинский, Кабанский, Иволгинский, Заиграевский.

Приведенные результаты гигиенического прогноза требуют специальной целенаправленной комплексной проверки, а также уточнения границ и выраженности выявленной гигиенической нитратной гидрогеологической провинции на территории Республики Бурятия.

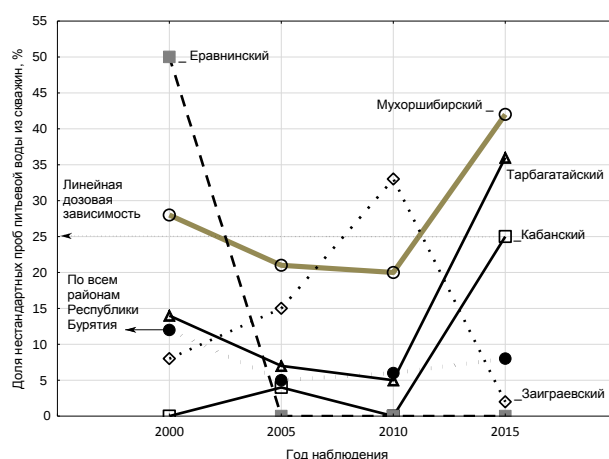


Рисунок 2 - Гигиеническая оценка динамики нестандартных проб питьевой воды на содержание нитратов в некоторых районах Республики Бурятия за 15 лет

Мы не располагаем материалами о механизме поступления нитратов в воду подземных питьевых источников. На геологической карте Республики Бурятия, среди полезных ископаемых есть азотно-кремнистые термы гидрогеологических массивов, но их связь с содержанием нитратов в воде подземных питьевых источников не исследована, также как не изучена проблема влияния сельскохозяйственного комплекса на санитарное состояние водоисточников.

В отечественной литературе имеются указания на наличие отдельных территорий с повышенным содержанием нитратов, например, в подземных водах в Смоленской области и в Республике Алтай. Такие территории есть в США, Канаде, Израиле, Германии, Болгарии, Казахстане и др. странах. Выявленная гигиеническая гидрогеологическая нитратная провинция в Республике Бурятия, вероятно, является одной из наиболее крупных в мире.

Выводы:

1. На основании данных о содержании нитратов и сопутствующих им химических веществ в воде питьевых источников утверждаем, что на территории Республики Бурятия сформировалась гигиеническая нитратная гидрогеологическая провинция невыясненного генеза.

2. Содержание нитратов в воде питьевых источников и питьевой воде в 17 из 22 районов превышает предельно допустимую концентрацию (45 мг/дм^3) в 1,5-6,4 раза, а нормы ориентирующие (терминология ВОЗ), Таможенного союза и питьевой воды, расфасованной в ёмкости ($25\text{-}20 \text{ мг/дм}^3$) – до 14,5 раз.

3. По имеющимся данным, нитраты питьевой воды оказывают негативное влияние на здоровье детского населения Республики Бурятия. В двух обследованных районах - Мухоршибирском и Тарабагатайском выявлена устойчивая тенденция к увеличению заболеваемости детского населения с наличием ориентировочно дозовой зависимости от нитратов питьевой воды как фактора высокого гигиенического риска.

Литература

1. Бардов В.Г., Омельчук С.Т., Грузева Е.В. Доступность и качество питьевой воды в Украине и мире / Мат. пленума «Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды». -М., 2006. - С. 215-220.

2. Веселов В.В., Павличенко Л.М. Изучение многомерными моделями вклада гидроэкологических факторов в заболеваемость // Вода:экология и технология: тез. докл. IV Межд. конгресса. - М., СИБИКО Интернэшнл, 2000. - С. 744-746.

3. Gupta S. K., Gupta R. C., Gupta A. B., Seth A. K., Bassin J.K., Gupta A. Recurrent acute respiratory tract infection in areas with high nitrate concentrations in drinking water // Environmental Health Perspectives. – 2000 - Vol. 108, Issue 4. - P. 363-366.

4. Верголяс М.Р. Определение токсичности нитратов с использованием цитоморфологических параметров разных тканей рыб как биомаркера // Science Rise. - 2015. - Т.9, № 4(14). - С. 10-13.

5. Бывалец О.А., Зуборева Е.Ю. Метаболизм нитратов в организме человека // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. - 2013. - № 2. - С. 082-087

6. Dahlquist G.G., Blom L.G., Persson L.A., Sandström A.I., Wall S.G. Dietary factors and the risk of developing insulin dependent diabetes in childhood // BMJ (Clinical Research Ed.). - 1990, 300(6735):1302-1306.

7. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdествii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Guide for assessment of population health risk in impact of chemical substances polluting environment]. Moscow, 2004. - 143 p.

8. Турчанинов Д.В., Брусенцова А.В., Харьков В.В., Харькова Э.А Влияние химического загрязнения продуктов питания на здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Экология человека. - 2012. - № 7. - С. 15-18.

9. Li Z., Rava M., Bédard A., Dumas O., Garcia-Aymerich J. et al. Cured meat intake is associated with worsening asthma symptoms // Thorax-2016. - doi:10.1136/thoraxjnl-2016-208375.

10. Uluç Yiş, Semra Hız, Özden Anal, Eray Dirik Progressive encephalopathy with edema, hypsarrhythmia, and optic atrophy and PEO-like syndrome: Report of two cases // J Pediatr Neurosci. - 2011- Jul-Dec. - 6(2). P. 165–168.

11. Michaud D.S., Holick C.N., Batchelor T.T., Giovannucci E., Hunter D.J. Prospective study of meat intake and dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines and risk of adult glioma // Am. J. Clin. Nutr. - 2009. – V. 90(3). – P. 570–577.

12. Kemmner S., Lorenz G., Wobst J., Kessler T., Wen M. et al. Dietary nitrate load lowers blood pressure and renal resistive index in patients with chronic kidney disease: A pilot study // Nitric Oxide. - 2017. - pii: S1089-8603(16)30244-0. doi: 10.1016 / j.niox.2017.01.011. [Epub ahead of print].

13. Бывалец О.А., Степина Е.П., Хлыстов Д.В. Экологические последствия распространения нитратов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. - 2013. - № 2. - С. 076-082.

14. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». - Москва, 2002.

15. Трофимович Е.М. Гигиеническая антропопатология // Гигиена и санитария. - 2003. - №6. - С. 43-50.

Тұжырым

Бурятия Республикасы аумағының жергілікті халқын орталықтандырылған шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау көздерінде нитраттың жоғары көлемде болу себептеріне талдау жүргізу, су сақтағыш орындарының ерекше арнайы геологиялық факторларына байланысты қалыптасқан жағдай тек қана табиғи сипатта екенін айқын көрсетті. Бұл Бурятия Республикасы аумағында арнайы гигиеналық нитратты гидрогеологиялық елді мекендерді көрсету бойынша мәселе қозғайды.

Түйінді сөздер: ауыз сумен жабдықтау көздері, нитраты ауыз су, гидрогеологиялық елді мекен, халықтың аурушандылығы

Summary

Analysis of the causes of high nitrate levels in the sources of centralized drinking water supply of population in the territory of the Republic of Buryatia showed that due to specific geological factors of occurrence of aquifers, the phenomenon is mostly natural in nature. This puts a question mark on the territory of the Republic of Buryatia specific hygienic nitrate hydrogeological province.

Key words: drinking water sources, nitrates in drinking water, hydrogeological province, the morbidity of the population