Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. № 2 (30). С. 165–184

УДК 550.4 + 616 (571.54)
doi: 10.17223/19988591/30/11

Г.Д. Чимитдоржиева[1], Т.Н. Чимитдоржиева[2], Ю.Б. Цыбенов[1], Е.Э. Валова[2]

[1]Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия
[2]Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

Экологическая ситуация на территории г. Улан-Удэ и анализ заболеваемости его населения злокачественными новообразованиями

Оценено содержание свинца в почвах и растительности г. Улан-Удэ, а также проанализирована связь между содержанием данного элемента и онкозаболеваемостью населения. Исследования проведены на 30 ключевых участках площадью 100 м^2. В ходе исследований обнаружены высокие концентрации свинца и кадмия в травянистой растительности, что свидетельствует о его аэротехногенном происхождении. Содержание свинца в городских почвах и его окрестностях находится на уровне, близком к значению ПДК, местами превышает его. Наибольшие количества свинца зарегистрированы у растений-доминантов на ключевых участках южной и восточной частей города. В результате рекогносцировочного анализа присутствия свинца в почвенно-растительном комплексе территории найдена положительная связь его с частотой заболеваемости населения злокачественными новообразованиями: $r = +0,85$ при величине критического значения $r = 0,71$, корреляция связи уровня свинца и частоты ЗНО оказалась близкой к значимой при $p = 0,01$, когда значение $t_{крит} > t_{расч}$.

Ключевые слова: *свинец; предельно допустимая концентрация (ПДК); злокачественные новообразования.*

Введение

На наследственную предрасположенность населения к злокачественным новообразованиям «накладываются» другие факторы, в той или иной степени корректирующие уровни онкологической заболеваемости. Следовательно, поиск детерминантов злокачественных новообразований (ЗНО), которые могут быть различной природы (экологические, социально-экономические и пр.), весьма актуален. Имеется много литературных данных, подтверждающих участие свинца (Pb) в процессе канцерогенеза [1–9].

Свинец является одним из металлов, включенных в список приоритетных загрязнителей рядом международных организаций, в том числе Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Известно, что движение свинца осу-

ществляется по цепи: почва – растения – человек, почва – растения – животные – человек, почва – воздух – человек. По степени общетоксического действия свинец занимает четвертое место после таллия, ртути, кадмия [10]. Техногенные источники свинца довольно разнообразны. Попав в окружающую среду, свинец сохраняется в ней длительное время даже после устранения источника загрязнения [11]. Сведения о том, как уровень накопления свинца в почве соотносится с имеющимися средними региональными данными, значениями ПДК, являются важной частью информации о состоянии окружающей среды. Их учет поможет правильно оценить экологическую обстановку в г. Улан-Удэ и выявить опасность техногенного давления, если таковое имеет место.

Известно, что на 44–100% свинец поступает в организм человека из загрязненных почв через продукты питания [10]. Следовательно, оценка присутствия свинца в почвенном покрове является весьма актуальной. Поступление металла в организм человека через продукты питания и воздух рассматривали R.K. Sharma, M.J. Agrawal [12]; они отмечают, что свинец в виде паров в сочетании с атмосферными осадками образует аэрозоли и разносится ветром или осаждается на водные и почвенные объекты. Основными путями проникновения в организм человека неорганического Pb являются пероральный, дыхательный и адсорбция через желудочно-кишечный тракт. Токсичность Pb обусловлена его прямым вмешательством в деятельность различных ферментов; даже умеренные уровни свинца подавляют иммунитет. Именно иммунодефицитное население подвергается канцерогенезу [13].

M.S. Abdullaxi в своем исследовании приходит к общей оценке: свинец канцерогенен для человека, несмотря на ограниченное количество случаев канцерогенных воздействий его неорганических соединений: ацетата, хромата и фосфата [4]. Он отмечает, что органические формы свинца более токсичны и легко усваиваются желудочно-кишечным трактом, особенно у детей. Выводы автора следует считать справедливыми вследствие того, что воздействия соединений свинца на организм человека считаются отдаленными, т.е. долгосрочными. Свинец обладает кумулятивным свойством, попав в организм, остается в нем навсегда; обладая очень высокой биологической активностью, искажает стандартный процесс метаболизма, вызывает мутации, нарушение третичной структуры и функций ферментов синтеза и репарации ДНК [1, 2, 14–19].

В механизме действия свинца важная роль отводится энзимопатическому эффекту. Свинец соединяется с сульфгидрильными, карбоксильными и аминными группами активных центров ферментов, участвующих в синтезе гема [5, 20–22]. Одним из таких ферментов является дегидратаза 5-аминолевулиновой кислоты (ALAD) – цитозольный фермент, катализирующий образование порфобилиногена. Ингибирование ALAD приводит к накоплению 5-аминолевулиновой кислоты (ALA) и снижению образования гема [5].

При дальнейшем окислении аминолевулиновой кислоты она превращается в 4,5-диоксовалериановую кислоту, которая является потенциальным генотоксичным компонентом и участвует в развитии металлзависимого канцерогенеза [22].

Один из сильнейших эффектов действия свинца – его влияние на метаболизм глутатиона [5, 6, 21–24]. Показано значительное снижение концентрации глутатиона в крови в экспериментах на животных, у детей и взрослых, подвергающихся воздействию свинца [5, 24]. Глутатион является антиоксидантом, ответственным за метаболизм отдельных лекарственных средств и токсинов. Свинец, связываясь с сульфгидрильными группами глутатиона, инактивирует его способность как антиоксиданта участвовать в процессах детоксикации ксенобиотиков в печени [6, 20, 21, 25].

Важным механизмом токсического действия свинца на организм является его способность к инициированию процесса свободнорадикального окисления [25, 26]. Свинец активирует процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) в клетках. Наряду с ПОЛ в мембранах клеток свинец вызывает окисление молекулы гемоглобина. Способность свинца замещать ионы цинка, являющиеся кофакторами ферментов антиоксидантной защиты супероксиддисмутазы и каталазы, приводит к инактивации этих ферментов. Отмечено также токсичное действие свинца на репродуктивную систему и потомство [17, 23].

Свинец снижает активность фермента, приводящего к накоплению пиримидиновых нуклеотидов в эритроцитах, разрушению эритроцитов и нарушению созревания эритробластов [23]. Накопление пиримидиновых нуклеотидов в эритроцитах сопровождается гемолизом. Нарушение эритробластов и зрелых эритроцитов, ингибирование активности ферментов энергетического обмена клеток приводят к сокращению срока жизни эритроцитов. Таким образом, свинец относится к ядам политропного действия, инициирует окислительный стресс, ингибирует антиоксиданты, оказывает сильнейший энзимопатический эффект, нарушая стандартный обмен веществ. Все это ослабляет иммунитет человека, предопределяя механизм развития онкопатологии.

В этом контексте должны быть оценены природные условия жизни, в которых формируется здоровье человека. Нами ранее в поисках причин роста онкопатологии населения Бурятии анализировалась подверженность его радиации и обнаружена связь ее с онкозаболеваемостью [27]. Т.Н. Чимитдоржиева, И.Г. Кременецкий [27] считают, что причиной является то, что территория Бурятии относится к зоне, постоянно подвергающейся воздействию альфа-частиц, испускаемых в процессе природного деления урана, в продуктах распада которого присутствуют (наряду с радоном) изотоп свинца и много других радиоактивных элементов. Урановых месторождений на территории Бурятии более 20, радоновых источников – около 400 [28]. Очевидно, что имеет место эмиссия радионуклидов в атмосферный воздух (радона,

свинца и других радиоактивных элементов) в связи с широким развитием зон тектонического разлома и трещиноватости земной коры в Байкальском регионе.

В процессе ранее проведенных исследований выявлен рост заболеваемости населения в Республике Бурятия злокачественными новообразованиями [27, 29, 30]. Лидирующими территориями являются Баунтовский район, в котором сильно развита горнодобывающая промышленность, и г. Улан-Удэ. Именно показатели по городу увеличивают средние данные в целом по Бурятии. В настоящей работе сделана попытка определить содержание Pb в почвенно-растительном покрове территории г. Улан-Удэ и его окрестностей и установить связь этого показателя с частотой ЗНО городского населения.

Материалы и методики исследования

Объектом исследования является почвенно-растительный покров г. Улан-Удэ (N 51°49'37" E 107°36'22", высота над ур. м. 528 м) и его окрестностей. Исследования проведены на 30 ключевых участках площадью 100 м^2, выбранных с учетом «розы ветров» и месторасположения стационарных и передвижных источников загрязнений (табл. 1). На каждом участке в 8 точках из слоя 0–5 см методом конверта отбирали почвы, из которых составлялся один смешанный образец. По сходному принципу средний образец составлялся из срезанной в период массового цветения надземной массы растений-доминантов территории. Поскольку растения служат первым экраном на пути осаждения из атмосферы загрязненных веществ, нами изучалось накопление свинца травянистой растительностью.

Валовое содержание свинца определено на атомно-адсорбционном спектрофотометре (Perkin Elmer AAnalyst-400, USA) в испытательно-аналитической лаборатории Бурятского центра стандартизации, метрологии и сертификации (г. Улан-Удэ): в почвах – после разложения прокаленной почвы HF в присутствии H_2SO_4 и перевода в солянокислый раствор, в растительных образцах – после их сухого озоления и последующего перевода осадка в раствор [31]. Полученные результаты сравнивались со средними содержаниями элемента в земной коре (кларками), средними региональными показателями и принятыми уровнями предельно допустимой концентрации (ПДК) свинца.

Изучаемая территория разделена на условные квадраты, которые не совсем удалось «разбить» по функциональным зонам вследствие беспланoвой застройки города. Например, ТЭЦ-1 и другие промышленные предприятия в центре города на современном этапе оказались окружены многоэтажными жилыми домами. Тем не менее сделана попытка выделить селитебные, промышленные и рекреационные зоны (табл. 1).

Данные, использованные нами в табл. 2, по Г.М. Иванову [32], получены из почвенных проб, отобранных в районах Бурятии в 1981–1990 гг. Поскольку свинец оказывает отдаленное действие,на живой организм, в нашей

работе подвергается анализу частота ЗНО населения республики за 2000–2010 гг.; для сравнения использованы более ранние данные. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена в среде электронной таблицы Microsoft Excel 2003 из пакета Microsoft Office. Для определения значимости коэффициента корреляции авторы воспользовались методами корреляционного и регрессионного анализа [33]. Материалом для анализа заболеваемости ЗНО послужили статистические данные, взятые из официальных источников Республики Бурятия и Российской Федерации [34, 35].

Результаты исследования и обсуждение

Улан-Удэ находится в Иволгино-Удинской межгорной котловине на месте слияния рек Селенга и Уда, занимает их речные долины, а также предгорья и склоны хребтов Улан-Бургасы, Цаган-Дабан и Хамар-Дабан. Разница относительных высот превышает 300 м. В пределах города наиболее низкое гипсометрическое положение имеет пойменная часть с абсолютными высотами примерно 500 м (стрелка «Уда-Селенга» 495 м). Пойменные экосистемы имеют в целом гидроморфный характер и в засушливых условиях внутригорных котловин обладают высокой степенью экологической стабильности и устойчивости. Пониженные части прирусловых пойм рек, подвергающиеся частому затоплению и отложению аллювиальных наносов, занимают пойменные слоистые почвы. Для них характерен супесчаный или песчаный гранулометрический состав.

Аллювиальные дерново-луговые почвы занимают те участки поймы, которые очень редко и на непродолжительное время заливаются паводковыми водами. Они весьма неоднородного гранулометрического состава, суглинистого и супесчаного. Аллювиальные дерновые остепняющиеся почвы занимают повышенные участки речных пойм, почти не заливающиеся паводковыми водами. Однако данные почвы подвержены действию поверхностных стоков. Более высокое гипсометрическое положение занимают террасовые и склоновые экосистемы, занятые степной и луговой растительностью. По нижним частям северных склонов котловин, а также на мощных толщах рыхлых супесчаных и песчаных отложений формируются черноземы, тогда как засушливые, инсолируемые склоны южных экспозиций, занятые каштановыми почвами, испытывают атмосферное и сильное антропогенное воздействие. Водораздельный ландшафтный пояс представлен в городской застройке небольшим участком и занят лесостепными экосистемами с серыми лесными почвами. По сравнению с другими частями города здесь можно констатировать меньшую загрязненность территории, объясняемую отсутствием промышленных производств, транспортных магистралей и невысокой плотностью населения.

Повсеместно на территории города на песчаных отложениях распространены подвижные пески. Природные условия в целом благоприятствуют их естественному зарастанию, однако ряд факторов, в том числе антропоген-

ный и дефляционный, препятствуют этому процессу. Подвижные пески являются ярким примером разрушения почвенно-растительного покрова.

Таким образом, горный рельеф окрестностей г. Улан-Удэ обусловливает мозаичность и неравномерность урбаногенных разновидностей территории и неодинаковую степень нарушенности в пределах отдельных локальных участков, значительную пестроту пространственного распределения почвенно-растительных комплексов. На морфологию и структуру последних влияют гипсометрическое положение, экспозиция склонов, интенсивность инсоляции, направление ветра, близость водоемов, состав подстилающих пород, тем самым обеспечивая разный уровень загрязнения.

Значительное содержание свинца в почвенно-растительном комплексе городской территории Улан-Удэ вызвано комплексом факторов: наличие вулканических почвообразующих горных пород, большого количества автотранспорта, топливно-энергетических, промышленных предприятий, многочисленных мелких котельных и сложных природно-климатических особенностей, которые обусловливают слабое самоочищение атмосферы.

В г. Улан-Удэ насчитывается более 600 источников загрязнения атмосферы. Основным источником является Улан-Удэнский промышленный узел, расположенный вдоль правобережья рек Селенга и Уда. В центре этой территории расположены ТЭЦ-1 и локомотивовагоноремонтный завод (ЛВРЗ); к западу от них находятся заводы стекольный и «Электромашина», склады энергоносителей; к востоку – завод металлических мостовых конструкций (ЗММК), асфальтовый, авиационный, кирпичный заводы, которые являются источниками загрязнения. Обоснованную тревогу исследователей вызывает растущее загрязнение почв свинцом от автотранспорта вдоль больших магистралей и в городской черте. В.Ю. Слугиновым [36] установлено, что доля выбросов автотранспорта по свинцу и его соединениям составляет 99,8%; на основных транспортных магистралях Улан-Удэ расчетными и инструментальными методами выявлено превышение ПДК свинца в 12 раз.

Содержание свинца в почвенном покрове. Содержание свинца в почвообразующих породах г. Улан-Удэ колеблется от 15 до 61 мг/кг [37]; средний показатель во всей совокупности почвообразующих пород при анализируемом количестве ($n = 170$) равен $33,7 \pm 1,4$ мг/кг, что в 2,1 раза превышает его кларк в горных породах и ПДК [38]. Такое высокое содержание свинца обусловлено преобланием кислых коренных пород: гранитов и гранитоидов, в минералогическом составе которых значительна доля калиевых полевых шпатов – 30–50%. Последние по сравнению с другими минералами содержат свинец в более высоких концентрациях. Это связано со способностью ионов свинца изоморфно замещать позиции калия в кристаллической решетке минералов вследствие близости их ионных радиусов. По данным Кабата-Пендиас [11], содержание свинца в кислых породах в 3 раза превышает таковое в основных. По данным Г.М. Иванова [32], в кислых горных породах содержание свинца колеблется в пределах 20–48 мг/кг, в песках – 30–38 мг/кг.

Среднее содержание свинца в почвах на территории г. Улан-Удэ (при n = 27) составило 31,3 мг/кг, более высокие показатели – 33,7±1,4 мг/кг – обнаруживаем у В.Л. Убугунова, В.К. Кашина [37]. В пониженной части, в районе коллективного сада «Ранет», свинец определен в количестве, превышающем ПДК, – 34,3 мг/кг (см. табл. 1).

В подгорном ландшафтном поясе содержание свинца варьирует значительно. Так, если на склоновом участке Лысая гора его количество составило 18,3 мг/кг, то в восточной части города на участке 2-й км Спиртзаводской трассы – 51 мг/кг. Надо полагать, что преобладающие северо-западные ветры переносят выбросы со ст. Дивизионной, п. Лысая гора в восточную часть города, где отмечается сильное влияние автострады.

Таблица 1 [Table 1]

Содержание свинца в почве и растительности (доминантные виды), мг/кг
[Lead content in soil and vegetation (dominant species), mg/kg]

Участок наблюдения [Site]	*Carex duriuscula* C.A. Meyer	*Elytrígia répens* (L.) Nevski	*Artemisia absinthium* L.	*Matricāria chamomīlla*	*Artemísia scopária*	Почва [Soil]
Стеклозавод [Glass manufacturing plant]	16,3	23,7	–	120,6	–	34,2
Ст. Дивизионная [St. Divizionnaya]	–	39,2	32,1	–	–	--
Лысая гора [Lysaya gora]	20,6	56,3	–	34,1	–	18,3
П. Аршан [Arshan village]	–	34,4	69,3	–	91,8	36,7
Парк Орешково [Oreshkovo Parc]	–	39,0	–	–	–	24,3
Ост. «Стрелка» [St. “Strelka”]	–	–	31,5	–	–	34,2
Верхняя Березовка [Verkhnyaya Berezovka]	18,3	–	–	–	28,5	37,5
Горсад [Public garden]	–	–	38,2	–	–	37,9
Рус. Драмтеатр им. Бестужева [N. Bestuzhev Russian Drama Theatre]	–	35,5	–	–	15,9	26,7
Колл.сад «Ранет» [Collective garden “Ranet”]	–	70,6	–	–	138,8	34,3
З-д «Эл. машина» [Electr. Machine Plant]	80,8				38,2	–

Окончание табл. 1 [Table 1 (end)]

Участок наблюдения [Site]	*Carex duriuscula* C.A. Meyer	*Elytrígia répens* (L.) Nevski	*Artemisia absinthium* L.	*Matricāria chamomīlla*	*Artemísia scopária*	Почва [Soil]
43 кв. ПК и О [Quarter 43 PK and O]	–	76,3	39,5	41,3	75,0	26,0
Энергетик [Energetik]	–	–	–	34,0	–	17,7
Новая комушка [Novayaya komushka]	–	–	–	33,8	46,9	50,0
Забайкальский [Zabaykal'skiy]	–	45,6	68,1	–	22,0	26,7
Вахмистрово [Vakhmistrovo]	–	25,5	31,3	–	69,0	42,5
113 кв. [Quarter 113]	–	–	–	–	30,5	36,6
Спиртзаводская трасса, 2 км [Spirtzavodskaya road, 2 km]	22,5	40,2	–	101,0	–	51,0
Спиртзаводская трасса, 9 км [Spirtzavodskaya road, 9 km]	–	63,1	–	–	106,4	–
Тальцы [Tal'tsy]	79,0		46,1	–	28,9	29,3
Колл.сад «Тепловик» [Collective garden "Teplovik"]	–	19,8	20,6	–	23,8	24,3
Эрхирик [Erkhirik]	–	41,3	–	–	28,8	25,4
Восточный [Vostochnyy]	–	26,9	–	46,3	–	26,7
Солнечный [Solnechnyy]	–	26,3	30,0	–	–	29,3
Сотниково [Sotnikovo]		24,9	16,3	–	39,8	33,3
Заречный [Zarechnyy]	–	18,1	–	–	37,1	34,3
Степной [Stepnoy]	–	51,3	–	–	26,7	30,0
Тулунжа [Tulunzha]	26,8	–	20,0	–	31,2	30,4
Исток [Istok]	–	37,1	–	–	132,5	30,0
Сокол [Sokol]	–	17,5	–	–	22,0	18,0

Примечание. ПДК Pb : в растениях 3 мг/кг; в почве 32 мг/кг. Прочерк – не определялось. [*Note:* Pb maximum permissible concentration: in plants 3mg /kg ; in soil 32 mg/kg. Dash - not determined (at these points, the presented plants are not dominant)].

В районах распространения каштановых почв, где наблюдается очень интенсивное автомобильное движение по автодорогам М-55 Улан-Удэ – Чита,

А-165 Улан-Удэ – Кяхта, Р-436 Улан-Удэ – Романовка, содержание свинца (29 мг/кг) близко к показателю ПДК. По данным В.Л. Убугунова, В.К. Кашина [37], здесь показатели варьируют от 30 до 53 мг/кг. Мксимальные содержания свинца зафиксированы в южной (пос. Вахмистрово и Комушка, кварталы 113 и 43 – 1,2–1,4 ПДК) и юго-восточной (2-й км Спиртзаводской трассы – до 1,7 ПДК) частях города (см. табл. 1).

Таким образом, содержание свинца в городских почвах и его окрестностях оказывается очень близким к значению ПДК, местами превышает его, что мы объясняем не только присутствием его в породе, но и загрязнением. По данным В.Л. Убугунова, В.К. Кашина [37], в твердом осадке снеговых проб города свинец содержится в количестве от 60–100 до 500–800 мг/кг при фоновом количестве в почвах 20 мг/кг. Авторы отмечают 7–10-кратное превышение фона (150–400 мг/кг) на большей части территории Улан-Удэ. Ими же установлены узколокальные аномалии 25–40-кратного превышения фона в районах Авиазавода, Элеватора, пос. Комушка, Кумыска. По нашим данным, большое количество свинца обнаружено на территории поселков Стеклозавод, Аршан, Верхняя Березовка, Новая Комушка, Вахмистрово, Солнечный, Сотниково, Заречный, Степная, Тулунжа, Исток, Солнечный и на участках Стрелка, 113-й квартал, 2-й километр Спиртзаводской трассы, горсад, коллективный сад «Ранет», т.е. на 70% всех участков.

Свинец в травянистой растительности. Растения непосредственно аккумулируют компоненты техногенного загрязнения на своей поверхности. К доминантам в травянистой растительности относятся осока твердоватая (*Carex duriuscula* C.A. Meyer), пырей ползучий (*Elytrígia répens* (L.) Nevski), колосняк прибрежный (*Leymus littoralis* (Griseb.) Peschkova, полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), дендрантема Завадского (*Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvel.s. str.), полынь метельчатая (*Artemisia scoparia* Waldst. Et Kit.), астра альпийская (*Aster alpines* L.) и др. Свинец в травянистом покрове, в отличие от почв, содержится в больших количествах (ПДК свинца в растениях, идущих на корм скоту, составляет 3 мг/кг). Наибольшие его количества зарегистрированы у растений-доминантов на ключевых участках южной (коллективный сад «Ранет») и восточной частей города (п. Тальцы, 2-й и 9-й км Спиртзаводской трассы): у осоки твердоватой – 78 мг/кг, у пырея ползучего – 72 мг/кг, у астры альпийской – 102 мг/кг, у полыни горькой – 105–138 мг/кг. Аналогичные цифры мы встречаем у В.Ф. Белоголовова [39], который приводит степень концентрации многих химических элементов непосредственно в зонах выбросов основных промышленных предприятий г. Улан-Удэ по сравнению с фоновыми участками. Например, в почвах Авиазавода содержание Pb равно 14 ПДК, в почвах ЛВРЗ – 10; в почвах «Теплоприбора» – 7; в почвах Стекольного завода – 4 ПДК. Надо полагать, что при таких выбросах свинец не только закрепляется в почвах, но и смывается в больших количествах в водные объекты.

На базе усредненных данных приведем описательную статистику содержания свинца в почве и доминантных видах растительности г. Улан-Удэ. Как видно из табл. 2, в среднем содержание Pb в почве очень близко к ПДК. Распределение по участкам наблюдений сравнительно однородное, что видно по небольшому значению стандартного отклонения и коэффициента вариации.

Содержание свинца в доминантных видах растительности значительно, и цифры сильно варьируют, свидетельствуя о зависимости от расположения источника загрязнения. Большое значение среднеквадратического отклонения показывает значительный разброс в данных, неоднородность которых подтверждается и по коэффициенту вариации.

Таким образом, высокое содержание свинца в растительном покрове свидетельствует о насыщении атмосферного воздуха парами этих соединений, что приводит к ухудшению экологической ситуации в городе. Особенности расположения населенных пунктов в узких межгорных котловинах на фоне специфических природно-климатических условий (частая инверсия, застойные явления в атмосфере) способствуют накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, что негативно влияет на здоровье населения города, снижая иммунитет, провоцирует возникновение ЗНО. Рост экологически обусловленных заболеваний органов дыхания и онкологической патологии в Бурятии отмечают многие исследователи [39–42].

Таблица 2 [Table 2]

Показатели содержания свинца
[Descriptive statistics of data on lead content]

Объект [Object]	M	Me	σ	m	ν
Почва [Soil] (n = 27)	31,28	30,0	8,37	26,76	1,64
Carex duriuscula C.A. Meyer) (n = 7)	37,76	22,5	28,98	76,76	11,83
Elytrígia répens (L.) (n = 19)	40,89	39,0	16,21	39,65	3,82
Artemisia absinthium (n = 19)	36,92	31,8	17,12	46,37	5,16
Matricāria chamomīlla (n = 7)	58,73	41,3	36,31	61,84	14,83
Artemísia scopária (n = 19)	53,57	37,1	37,76	70,49	8,90

Примечание. M – средняя арифметическая, Me – медиана, σ – стандартное отклонение, m – средняя ошибка средней арифметической, ν – коэффициент вариации, n – выборка.
[*Note:* M - mean, Me - median, σ - standard deviation, m - mean error of mean, ν - variation coefficient, n - sampling].

Онкологическая заболеваемость населения г. Улан-Удэ. Определив содержание свинца в почвенно-растительном покрове города, следует отметить, что экологическая ситуация здесь неблагополучна. По данным Министерства природных ресурсов РФ [43], г. Улан-Удэ до 2010 г. входил в Приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Индекс загрязнения воздуха (ИЗА) в Улан-Удэ в

2007 г. составлял 14,7, в 2008 – 16,2, в 2009 – 13,6. *Т*рудность интерпретации данных о связи загрязнения атмосферного воздуха с риском возникновения ЗНО объясняется неточностью информации об уровнях канцерогенных веществ в воздухе, а также методическими проблемами, связанными с необходимостью раздельной оценки влияния различных факторов. Однако имеются работы, показывающие влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения городов Улан-Удэ, Читы и Иркутска [39–42]. По расчетам О.Н. Чудиновой [40], 28% населения г. Улан-Удэ – 101 807 чел. (численность населения города 350 тыс. чел.) – живет на территориях, где риск развития онкологических заболеваний вследствие воздействия канцерогенных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, выше допустимого (неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп). Автор предлагает из 214 веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух г.Улан-Удэ, контролировать 7 веществ в силу их повсеместного распространения.

Нами в работе использованы, помимо собственных данных, материалы Г.М. Иванова [32] по свинцу в почвах 7 районов республики, интенсивно охваченных сельским хозяйством (земледелие, пастбища, сенокосы), для сравнения с городом. Территории остальных районов республики не обследованы вследствие преобладания горного рельефа. Имеются также единичные исследования, приуроченные к стационарным источникам загрязнения, которые невозможно использовать. По этим данным проведен рекогносцировочный анализ на возможность существования связи содержания свинца в почвах с частотой ЗНО населения (табл. 3). Экспериментально найденная связь составила $r = +0,85$, что больше критического значения ($r = 0,71$). При такой величине корреляции гипотеза о связи уровня свинца и частоты ЗНО может быть значимой. Только при $p = 0,01$ значение $t_{крит} = 5,04$, больше $t_{расч} = 3,95$, т.е. можно признать связь между параметрами близкой к значимой. Следовательно, вероятность существования такой связи может иметь место и при наличии влияния иных факторов. Почвенный свинец попадает в организм человека через промежуточные цепи, поэтому необходимо анализировать его в растительном покрове, в продуктах питания, а затем уже в организме человека. Авторы данной работы надеются, что найденные цифры будут экспериментально проверены и подтверждены дополнительными эмпирическими исследованиями. Загрязнение свинцом почв территории г. Улан-Удэ имеет место, что подтверждается дополнительно аномально высоким накоплением этого элемента в вегетативной части травянистых растений.

Нами ранее проанализирован рост ЗНО у населения Республики Бурятия в связи с присутствием в почвенном покрове радионуклидов и найдена некоторая связь [27]. Одним из следствий такого неблагополучного экологического состояния на территории города Улан-Удэ, по-видимому, является высокая заболеваемость его населения ЗНО, которая значительно выше таковой районов Бурятии [27, 29, 30]. В работе [45] мы рассматривали частоту

онкозаболеваний органов дыхания у населения г. Улан-Удэ в связи с присутствием на его территории многих тяжелых металлов – кадмия, меди, цинка, а также свинца.

Таблица 3 [Table 3]

Связь между содержанием свинца в почвах и заболеваемостью населения злокачественными новообразованиями по районам Бурятии и г. Улан-Удэ (2000–2010 гг.)

[Relation between leat content in soils and the incidence of malignant neoplasms in districts of Buryatia and Ulan-Ude in 2000-2010]

Административные районы [Administrative district]	Ср.сод-е Pb, мг/кг почвы [Average Pb content, mg/kg] [32]	СП* заболеваемости [Standardised incidence rate]	Число определений Pb в почвах, n [Number of Pb definitions in soils, n]
Тарбагатайский [Tarbagatayskiy]	38	318	14
Заиграевский [Zaigraevskiy]	34	265	13
З.Бичурский [Bichurskiy]	33	254	13
Мухоршибирский [Mukhorshibirskiy]	32	236	11
Селенгинский [Selenginskiy]	34	233	11
Кижингинский [Kizhinginskiy]	29	171	11
Кяхтинский [Kyakhtinskiy]	33	200	14
г.Улан-Удэ [Ulan-Ude]	32	259	30
Коэффициент корреляции [Correlation coefficient]	r = 0,85		

Примечание. СП* – стандартизованный показатель заболеваемости на 100 тыс. человек.
[*Note:* СП* - standardised incidence rate per 100 000 people]

Следует отметить, что средняя заболеваемость населения Республики Бурятия ЗНО за последние 11 лет возрастает из-за высоких показателей именно по г. Улан-Удэ (табл. 4). Очень тревожным является то, что заболеваемость за последние годы в Бурятии опережает таковую по Сибирскому Федеральному округу (СФО) и Российской федерации (см. табл. 4).

Нужно отметить, что садово-огородные участки городского населения расположены, как правило, вдоль автотрасс, в лучшем случае в 50–70 м от них. Естественно, масштабы влияния автотранспорта на экосистемы сильно варьируют, и ширина придорожной полосы с аномально высоким содержанием свинца в почве может достигать, по данным Б.А. Ревич [46], 100–150 м. Население Улан-Удэ вынуждено использовать для выращивания картофеля, овощных и ягодных культур территории, близко прилегающие к транспортному узлу. Следовательно, необходимо информировать его об опасности потребления продуктов, выращенных на таких участках, и о мерах по снижению поступления в организм токсичных веществ. По информации В.В. Снакина [47], в 120 городах России ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) свинца в почве существенно превышена – более 10 млн горожан подвергаются вредному воздействию загрязненных почв. Свинец, подобно радиации, обладает кумулятивным свойством и накапливается в организме человека в высоких концентрациях, что приводит к хронической интоксикации с сопут-

ствующими последствиями (тератогенное, канцерогенное и другие виды отдаленных действий).

Таблица 4 [Table 4]

Средние показатели заболеваемости населения Бурятии ЗНО в СП на 100 000 населения
[Average incidence of malignant neoplasms in Buryatia, standardised rate per 100000 people]

Территории [Areas]	Заболеваемость населения ЗНО по периодам [Incidence of malignant neoplasms]	
	1987–2001 гг.	2000–2010 гг.
г. Улан-Удэ [Ulan-Ude]	240	258
Бурятия (ср. показатель ЗНО по сельским районам) [Buryatia (average incidence for rural areas)]	180	234
Бурятия (ср. показатель ЗНО с данными по г. Улан-Удэ) [Buryatia (average for Ulan-Ude)]	210	240
Тункинский р-н (фоновый чистый) [Tunkinsky district (pure background)]	120	150
Баунтовский р-н (ср. показатель ЗНО) [Bauntovsky district (average for the most malignant neoplasm]	245	305
Сибирский Федеральный округ (ср. показатель ЗНО) [Siberian Federal District]	Нет данных [No data]	227
Российская Федерация (ср. показатель ЗНО) [Russian Federation]	Нет данных [No data]	218

Риск вредного воздействия загрязнений на население в наибольшей степени связан, по-видимому, с загрязнением приземного слоя атмосферного воздуха. Частая повторяемость антициклонов, обусловливающих штили, низкие скорости ветра, интенсивные и мощные температурные инверсии, расчлененный рельеф, замкнутая форма рельефа, низкие температуры воздуха, туманы создают загрязнения в воздухе, препятствуя рассеиванию, что является очень характерным для замкнутой котловины территории г. Улан-Удэ. Известно, что в условиях сибирского антициклона характерно формирование мощных приземных инверсий, определяющих сильное загрязнение воздуха низкими выбросами; это служит основанием для распределения неблагоприятных примесей в зоне жизнедеятельности людей. Большинство превращений элементов и веществ связано с их окислением, которое зависит от количества поступающей солнечной радиации. Солнечных дней в году в Бурятии много – около 300. Под влиянием ультрафиолетовой радиации реакционно способные углеводороды вступают в реакции с образованием свободных радикалов, других фотооксидантов, обладающих более высокой токсичностью, чем вступившие в реакцию исходные [48].

Заключение

В связи с неблагополучной онкоэпидемиологической ситуацией в Улан-Удэ необходимо принять профилактические меры по ее улучшению. При-

веденный анализ онкозаболеваемости населения за длительный срок показывает, что высокая встречаемость ЗНО является закономерностью как для Улан-Удэ, так и в целом для Бурятии. В числе широкого спектра генетических нарушений, связанных с онкопатологией, по-видимому, на территории города имеет место влияние экзогенных веществ, элементов. Выяснению причин должен предшествовать мониторинг почв, атмосферного воздуха, продуктов питания и воды. На наследственные предпосылки человека к онкопатологии накладываются региональные природные аномалии. Наши исследования показали, что в почвенном покрове территории г. Улан-Удэ в значительном количестве присутствует токсичный для биоты свинец, что обусловлено наличием подстилающей горной породы. Загрязненными свинцом являются южная, восточная и юго-восточная части Улан-Удэ. В травянистой растительности города найдены аномально высокие концентрации свинца, которые ухудшают качество атмосферного воздуха. Последние, к сожалению, остаются неучтенными, хотя вносят огромную лепту в частоту заболеваемости.

Литература

1. *Минина В.И.* Комплексный анализ мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения окружающей среды в популяциях человека // Экология человека. 2011. № 3. С. 21–29.
2. *Мукашева М.А.* Накопление тяжелых металлов в биосубстратах рабочих горнорудных предприятий и населения близлежащих районов // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 11. С. 38–40.
3. *Петров С.Б., Онучина Е.Н., Петров Б.А.* Эколого-эпидемиологическое исследование влияния атмосферных выбросов городского промышленно-энергетического комплекса на здоровье населения // Экология человека. 2012. № 3. С. 11–15.
4. *Abdullahi M.S.* Toxic effects of lead in humans: an overview // Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology. 2013. Vol. 2(6). P. 157–162.
5. *Ahamet M., Verma S., Kumar A., Siddigui M.K.* Environmental exposure to lead and its correlation with biochemical indices in children // Sci Total Environ. 2005. Vol. 346. P. 48–55.
6. *Christie N.T., Costa M.* In vitro assessment of the toxicity of metal compounds. IV. Disposition of metals in cells: interaction with membranes, glutathione, metallothionein, and DNA // Biol Trace Elem Res. 1984. Vol. 6. P. 139–158.
7. *Doll R.* The epidemiology of cancer / ed. by J.G. Forter. Philadelphia ; Toronto, 2004. P. 103–121.
8. *Ferlay J., Parkin D.M., Steliarova-Foucher E.* Estimates of cancer incidence and mortality in Europe in 2008 // European journal of cancer (Oxford, England: 1990). Vol. 46, is. 4. P. 765–781.
9. *Flora G., Gupta D.,Tiwari A.* Toxicity of lead: A review with recent updates // Interdiscip Toxicol. 2012. Vol. 5. P. 47–58.
10. *Явербаум П.М.* Общие вопросы токсического действия свинца. Иркутск, 2006. 344 с.
11. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М. : Мир, 1989. 212 с.
12. *Sharma R.K., Agrawal M.J.* Environmental Biology // Biological effects of heavy metals: an overview. 2005. Vol. 26 (2 suppl). P. 301–313.
13. *Канцерогенез* / под ред. Д.Г. Заридзе. М. : Медицина, 2004. 576 с.

14. *Гичев Ю.П.* Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналитический обзор / ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2003. 138 с. (Сер. Экология. Вып. 68).
15. *Землянова М.А., Тарантин А.В.* Нарушения белкового профиля человека в условиях воздействия тяжелых металлов // Экология человека. 2012. № 7. С. 7–14.
16. *Новикова М.А., Пушкарев Б.Г., Судаков Н.П., Никифоров С.Б., Гольдберг О.А., Явербаум П.М.* Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека (сообщение 1) // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2013. Т. 117, № 2. 13–16
17. *Способ* диагностики мужского бесплодия: пат. 2247371 Рос. Федерация: МПК 7 G01N33/48, G01N33/84 / Поляков В.М., Лепехова С.А.: заявитель и патентообладатель НЦРВХ СО РАМН. № 2003108451/15, заявл. 26.03.2003; опубл. Коррекция миелопидом иммунодефицита у сотрудников промышленного предприятия, работающих со свинецсодержащими материалами // Медицина труда и промышленная экология. 1998. № 12. С. 18–24.
18. *Дурнев А.Д., Середенин С.Б.* Мутагены (скрининг и фармакологическая профилактика воздействия). М. : Медицина, 1998. 328 с.
19. *Артоболевский С.С, Бакланов П.Я., Трейвиш А.И.* Пространство и развитие России: полномасштабный анализ // Вестник Российской Академии наук. 2009. Т. 79, № 2. С. 101–112.
20. *Глушков А.Н., Ларин С.А., Браиловский В.В., Чухров Ю.С., Магарилл Ю.А., Грищенко С., Кузнецова Л.Н., Дмуховская Е.А., Бондарь Г.В., Мун С.А., Нильсен Н.Т.* Сравнительный анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Кемеровской и Донецкой областей // Здравоохранение Российской Федерации. 2007. № 3. С. 23–25.
21. *Ercal N., Gurer-Orhan H., Aykin-Burns N.* Toxic metals and oxidative stress. Part 1. Mechanisms involved in metal-induced oxidative damage // Current topics in medicinal chemistry. 2001. Vol. 1. P. 529–539.
22. *Patrick L.* Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment // Altern Med Rev. 2006. Vol. 11, № 1. P. 2–22.
23. *Явербаум П.М., Решетник Л.А., Тарасова А.В.* Влияние свинца на репродуктивную функцию и потомство. Иркутск, 2009. 31 с.
24. *Hunaiti A., Soud M., Khalil A.* Lead concentration and the level of glutathione, glutathione Stransferase, reductase and peroxidase in the blood of some occupational workers from Irbid City, Jordan // The Science of the total environment. 1995. Vol. 170. P. 95–100.
25. *Annabi Berrahal A., Nehdi A., Hajjaji N. et al.* Antioxidant enzymes activities and bilirubin level in adult rat treated with lead // Comptes Rendus Biologies. 2007. Vol. 330. P. 581–588.
26. *Яппаров Р.Н., Камилов Р.Ф., Шакиров Д.Ф., Сидорчева О.В.* Свободнорадикальное окисление у работников нефтехимической промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2007. № 8. С. 14–19.
27. *Чимитдоржиева Т. Н., Кременецкий И.Г.* Экологическая ситуация и заболеваемость населения злокачественными опухолями в республике Бурятия // Российский онкологический журнал. 2008. № 2. С. 36–37.
28. *Экологические* проблемы Байкала и Республики Бурятия / под ред. В.Е. Гулгонова, Н.Г. Рыбальского. М. : РЭФИА, 1996. 220 с.
29. *Чимитдоржиева Т.Н., Чимитдоржиева Г.Д.. Валова Е.Э., Цыденова Б.Б.* Итоги мониторинга тяжелых металлов (ТМ) в объектах природной среды на территории бассейна озера Байкал и анализ онкологических новообразований у населения республики Бурятия // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2003. № 6. С. 76–80.

30. *Чимитдоржиева Т.Н.* Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия (РБ) // Российский онкологический журнал. 2013. № 2. С. 42–46.
31. *Агрохимические* методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М. : Наука, 1975. 656 с.
32. *Иванов Г.М.* Микроэлементы-биофилы в ландшафтах Забайкалья. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. 236 с.
33. *Ферстер Э., Ренц Б.* Методы корреляционного и регрессионного анализа / пер. с нем. и предисл. В. М. Ивановой. М. : Финансы и статистика, 1983. 304 с.
34. *Чимитдоржиева Т.Н., Валова Е.Э., Чимитдоржиева Г.Д.* Тяжелые металлы в экосистеме г. Улан-Удэ и заболеваемость населения // География и природные ресурсы. 2008. № 3. С. 42–46.
35. *Здоровье* населения республики и деятельность учреждений здравоохранения в 1988–2011 годах (статистические материалы). Улан-Удэ : Бюро медицинской статистики, 1999. 215 с.
36. *Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В.* Злокачественные новообразования в России в 2010 г. (заболеваемость и смертность). М., 2012. 260 с.
37. *Слугинов В.Ю.* Автотранспорт и загрязнение атмосферного воздуха. Районы Бурятии в фокусе экологических проблем Байкальского региона // Материалы научно-практической конференции. Улан-Удэ : Изд-во Бурятского государственного университета, 1999. С. 72–74.
38. *Убугунов В.Л., Кашин В.К.* Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. 125 с.
39. ГН 2.1.7.2041-06. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 г. № 1.
40. *Геохимический* атлас г. Улан-Удэ / отв. ред. В.Е. Викулов. Улан-Удэ : Бурят. кн. изд-во, 1989. 52 с.
41. *Чудинова О.Н.* Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха и состояния здоровья населения г.Улан-Удэ // Вестник Бурятского государственного университета. География, геология. Сер. 3, вып. 6. Улан-Удэ, 2005. С. 251–255.
42. *Болошинов А.Б., Макарова Л.В., Ханхареев С.С., Мадеева Е.В., Чудинова О.Н.* Состояние проблемы и перспективы снижения риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в Байкальском регионе // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 24–26.
43. *Мадеева Е.В., Макарова Л.В.* Анализ заболеваемости населения п. Каменск Республики Бурятия // Вестник Бурятского государственного университета. Химия, биология, география. 2007. Вып. 3. С. 298–301.
44. *Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В.* Использование метода биоиндикации в оценке качества атмосферного воздуха и прогнозировании онкопатологий // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управлений (ВСГУТУ). 2014. № 2. С. 49–53.
45. *Государственный* доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2009 г. Улан-Удэ, Министерство природных ресурсов, 2010. 150 с.
46. *Ревич Б.А.* Последствия воздействия стойких органических загрязнений на здоровье населения. М. : 2000. 48 с.
47. *Снакин В.В.* Загрязнение биосферы свинцом: масштабы и перспективы для России // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 5. С. 21–27.
48. *Прохоров Б.Б., Рященко С.В.* Медицинская география Сибири. Иркутск : Изд-во Ин-т географии им. В.Б. Сочавы, 2012. 223 с.

Поступила в редакцию 23.07.2014 г.; повторно 21.12.2014 г.; 15.02.2015 г.; принята 15.05.2015 г.

Авторский коллектив:
Чимитдоржиева Галина Доржиевна – д-р с-х наук, профессор, зав. лаб. биохимии почв, ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ, Россия).
E-mail: galdorj@gmail.com
Чимитдоржиева Татьяна Намжиловна – канд. мед. наук, доцент кафедры акушерства и гинекологии медицинского факультета, ГОУ ВПО Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ, Россия).
E-mail: chtn@mail.ru
Цыбенов Юрий Бадмажапович – канд. биол. наук, с.н.с. лаб. биохимии почв, ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ, Россия).
E-mail: jur-cybenov@rambler.ru
Валова Елена Эрдэмовна – канд. биол. наук, доцент кафедры общей биологии, ГОУ ВПО Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ, Россия).

Chimitdorzhieva GD, Chimitdorzhieva TN, Tsybenov YuB, Valova EE. Environmental situation in Ulan-Ude and analysis of the incidence of malignant neoplasms. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2015;2(30):165-184. doi: 10.17223/19988591/30/11
In Russian, English Summary

Galina D. Chimitdorzhieva[1], Tatyana N. Chimitdorzhieva[2], Yury B. Tsybenov[1], Elena E. Valova[2]

[1]*Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation*
[2]*Buryat State University, Ulan-Ude, Russian Federation*

Environmental situation in Ulan-Ude and analysis of the incidence of malignant neoplasms

In order to establish the causes of annual growth of cancer rates in the population of Ulan-Ude, and Buryatia in general, we attempted to assess the environmental situation by evaluating the lead content in soils and vegetation.

The object of our research was soil and vegetation cover of Ulan-Ude (N 51°49′37″, E 107°36′22″, altitude - 528 m) and its surroundings. We conducted the research on 30 key sites, each of 100 m^2.

It is known that lead exists in urban soils and many districts of the Republic in great amounts, due to the underlying rocks. We found high concentrations of lead and cadmium in herbaceous vegetation, which indicates its aerotechogenic origin. The most contaminated are the southern, eastern and south-eastern parts of Ulan-Ude. As a result of a reconnaissance analysis of lead presence in soil and vegetation of Ulan-Ude and some districts of Buryatia, we noticed its positive relation with the incidence of malignant neoplasms. The coefficient index was r=+0,85 with the critical value r=0,71, correlation of relation of lead content and the incidence of malignant neoplasms was close to significant at p=0,01.

The article contains 4 Tables, 48 References.

Key words: leat; maximum permissible concentration; malignant neoplasms.

References

1. Minina VI. Complex analysis of mutagenic and carcinogenic effects of environmental pollution in human populations. *Ekologiya cheloveka*. 2011;3:21-29. In Russian
2. Mukasheva MA. Accumulation of heavy metals in biologic materials of mining workers and of nearby population. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004;11:38-40. In Russian

3. Petrov SB, Onuchina EN, Petrov BA. Ecological and epidemiological research of influence of city industry and power stations' atmospheric emissions on population health. *Ekologiya cheloveka*. 2012;3:11-15. In Russian
4. Abdullahi M.S. Toxic effects of lead in humans: an overview. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology*. 2013;2(6):157-162
5. Ahamet M, Verma S, Kumar A, Siddigui MK. Environmental exposure to lead and its correlation with biochemical indices in children. *Sci Total Environ*. 2005; 346:48-55. PMID: 15993681
6. Christie NT, Costa M. In vitro assessment of the toxicity of metal compounds. IV. Disposition of metals in cells: interaction with membranes, glutathione, metallothionein, and DNA. *Biol Trace Elem Res*. 1984;6:139-158. doi: 10.1007/BF02916931
7. Doll R. The epidemiology of cancer. Forter JG, editor. Philadelphia-Toronto, Philadelphia, Toronto. 2004. pp. 103-121.
8. Ferlay J, Parkin DM, Steliarova-Foucher E. Estimates of cancer incidence and mortality in Europe in 2008. *Eur J Cancer*. 2010;46(4):765-781. doi: 10.1016/j.ejca.2009.12.014
9. Flora G, Gupta D, Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip Toxicol*. 2012;5:47-58. doi: 10.2478/v10102-012-0009-2.
10. Yaverbaum PM. Obshchie voprosy toksicheskogo deystviya svintsa [General issues of lead toxic effect]. Irkutsk: Irkutsk State Medicine University Publ.; 2006. 344 p. In Russian
11. Kabata-Pendias A, Pendias Kh. Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh [Microelements in soils and plants]. Moscow: Mir Publ.; 1989. 212 p. In Russian
12. Sharma RK, Agrawal MJ. Biological effects of heavy metals: an overview. *Environmental Biology*. 2005;26(2 Suppl.):301-313.
13. Kantserogenez [Carcinogenesis]. Zaridze DG, editor. Moscow: Meditsina Publ.; 2004. 576 p. In Russian
14. Gichev YuP. Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i ekologicheskaya obuslovlennost' patologii cheloveka: analiticheskiy obzor [Environmental pollution and environmentally induced human pathology: an analytical review]. Novosibirsk: GPNTB SO RAN; 2003. 138 p. In Russian
15. Zemlyanova MA, Tarantin AV. Violations of human protein profile in heavy metals exposure. *Ekologiya cheloveka*. 2012;7:7-14. In Russian
16. Novikova MA, Pushkarev BG, Sudakov NP, Nikiforov SB, Goldberg OA, Yaverbaum PM. The effect of persistent lead intoxication on human organism. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2013;2:13-16. In Russian
17. Sposob diagnostiki muzhskogo besplodiya: pat. 2247371 Ros. Federatsiya: MPK 7 G01N33/48, G01N33/84 [Method for diagnosing male infertility: patent 2247371 Russian Federation: MPK 7 G01N33/48, G01N33/84]. Polyakov VM, Lepekhova SA: zayavitel' i patentoobladatel' NTsRVKh SO RAMN. № 2003108451/15, zayavl. 26.03.2003; opubl. Korrektsiya mielopidom immunodefitsita u sotrudnikov promyshlennogo predpriyatiya, rabotayushchikh so svinetssoderzhashchimi materialami [applicant and patentholder NTsRVKh SO RAMN. № 2003108451/15, application 26.03.2003; published Myelopidum correction of immunodeficiency in employees of industrial enterprises working with lead-containing materials]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational medicine and industrial ecology]. 1998;12:18-24. In Russian
18. Durnev AD, Seredenin SB. Mutageny (skrining i farmakologicheskaya profilaktika vozdeystviya) [Mutagens (skrinning and pharmacological prevention]. Moscow: Meditsina Publ.; 1998. 328 p. In Russian
19. Artobolevskiy SS, Baklanov PYa, Treyvish AI. Prostranstvo i razvitie Rossii: polnomasshtabnyy analiz. *Vestnik Rossiyskoy Akademii nauk*. 2009;79(2):101-112. In Russian
20. Glushkov AN, Larin SA, Brailovskiy VV, Chukhrov YuS , Magarill YuA, Grishchenko SV, Kuznetsova LN, Dmukhovskaya EA, Bondar' GV, Mun SA, Nil'sen NT. Comparative

analysis of the incidence of malig-nanciens in Kemerovo and Donetsk Regions. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2007;3:23-25. In Russian
21. Ercal N, Gurer-Orhan H, Aykin-Burns N. Toxic metals and oxidative stress. Part 1. Mechanisms involved in metal-induced oxidative damage. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 2001;1:529-539. doi: 10.2174/1568026013394831
22. Patrick L. Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment. *Altern Med Rev*. 2006;11(1):2-22. Available at: http://www.altmedrev.com/publications/11/1/2.pdf
23. Yaverbaum PM, Reshetnik LA, Tarasova AV. Vliyanie svintsa na reproduktivnuyu funktsiyu i potomstvo [Lead effect on reproduction and offspring]. Irkutsk: Irkutsk State Medicine University Publ.; 2009. 31 p. In Russian
24. Hunaiti A, Soud M, Khalil A. Lead concentration and the level of glutathione, glutathione Stransferase, reductase and peroxidase in the blood of some occupational workers from Irbid City, Jordan. *Science of the Total Environment*. 1995;170:95-100. doi: 10.1016/0048-9697(95)04606-2
25. Annabi Berrahal A, Nehdi A, Hajjaji N, Gharbi N, El-Fazâa S. Antioxidant enzymes activities and bilirubin level in adult rat treated with lead. *Comptes Rendus Biologies*. 2007;330(8):581-588. PMID: 17637439
26. Yapparov RN, Kamilov RF, Shakirov DF, Sidortcheva OV. Free radical oxidation in workers engaged into petrochemistry. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2007;8:14-19. In Russian
27. Chimitdorzhiyeva TN, Kremenetsky IG. The ecological situation and malignancy morbidity in the Republic of Buryatia. *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal*. 2008;2:36-37. In Russian
28. Ekologicheskie problemy Baykala i Respubliki Buryatiya [Environmental problems of Lake Baikal and the Republic of Buryatia]. Gulgonova VE, Rybal'skogo NG, editors. Moscow: REFIA Publ.; 1996. 220 p. In Russian
29. Chimitdorzhieva TN, Chimitdorzhieva GD, Valova EE, Tsidenova BB. Totals of heavy metals (HM) monitoring in objects of natural ambience on territory of the basm of Lake Baikal and their relationship with frequency of neoplasms among the population of Buryat Republic. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2003;6:76-80. In Russian
30. Chimitdorzhieva TN. Malignant neoplasms in the population of Buryatia Republic. *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal*. 2013;2:42-46. In Russian
31. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv [Agrochemical methods of soil research]. Sokolov AV, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1975. 656 p. In Russian
32. Ivanov GM. Mikroelementy-biofily v landshaftakh Zabaykal'ya [Biophil microelements in landscapes of Transbaikalia]. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN; 2007. 236 p. In Russian
33. Ferster E, Rents B. Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza [Methods of correlation and regression analysis]. Ivanovoy VM, tr. Germany. Moscow: Finansy i statistika Publ.; 1983. 304 p. In Russian
34. Chimitdorzhiyeva TN, Valova EE, Chimitdorzhiyeva GD. Heavy metals in the ecosystem of the surroundings of the city of Ulan-Ude, and the sickness rate of the population. *Geografiya i prirodnye resursy*. 2008;3:42-46. In Russian
35. Zdorov'e naseleniya respubliki i deyatel'nost' uchrezhdeniy zdravookhraneniya: statisticheskie materialy [Health of the population of the Republic and the activity of health care institutions: statistical data]. Ulan-Ude, 1988–2011 gg..: Ulan-Ude: Bureau of Medical Statistics; 1999. 215 p. In Russian
36. Chissov VI, Starinskiy VV, Petrov GV. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2005 g. (Zabolevaemost' i smertnost') [Malignancies in Russia in 2005 (Morbidity and mortality)]. Moscow: FGU MNIOI im. P. A. Gertsena Roszdrava; 2012. 260 p. In Russian
37. Sluginov VYu. Avtotransport i zagryaznenie atmosfernogo vozdukha. Rayony Buryatii v fokuse ekologicheskikh problem Baykal'skogo regiona [Motor vehicles and air pollution. Buryatia districts in the center of environmental problems of the Baikal region]. In:

Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ulan-Ude [Proc. of the Sci. Conf.]. Ulan-Ude. Buryat State University Publishing House; 1999. pp. 72-74. In Russian
38. Ubugunov VL, Kashin VK. Tyazhelye metally v sadovo-ogorodnykh pochvakh i rasteniyakh g. Ulan-Ude [Heavy metals in horticultural soils and plants of Ulan-Ude]. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN; 2004. 125 p. In Russian
39. Gigienicheskimi normativy GN 2.1.7.2041-06. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federatsii ot 23 yanvarya 2006 g. № 1. [Hygienic standards (GN 2.1.7.2041-06). Maximum permissible concentrations of chemicals in soils. The decision of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation as of January 23, 2006 № 1]. In Russian
40. Belogolovov VF. Geokhimicheskiy atlas g. Ulan-Ude [Geochemical atlas of Ulan-Ude]. Vikulov VE, editor. Ulan-Ude: Buryat. kn. izd-vo; 1989. 52 p. In Russian
41. Chudinova ON. Monitoring zagryazneniya atmosfernogo vozdukha i sostoyaniya zdorov'ya naseleniya g. Ulan-Ude. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografiya, geologiya. Seriya 3*. 2005;6:251-255. In Russian
42. Boloshinov AB, Makarova LV, Khankhareyev SS, Madeyeva EV, Chudinova ON. Reduction of a risk to the population's health from ambient air pollution in the Baikal Region: state-of-the-art and prospects. *Gigiena i sanitariya*. 2007;5:24-26. In Russian
43. Madeeva EV, Makarova LV. Analiz zabolevaemosti naseleniya p. Kamensk Respubliki Buryatiya. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Khimiya, biologiya, geografiya*. 2007;3:298-301. In Russian
44. Zvyagintseva OYu, Zvyagintsev VV. Bioindication method of oncopathology forecasting in the East Transbaikalia. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologiy i upravleniy* (VSGUTU). 2014;2:49-53. In Russian
45. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Respubliki Buryatiya v 2009 g. Ulan-Ude, Ministerstvo prirodnykh resursov. 2010. 150 p. In Russian
46. Revich BA. Posledstviya vozdeystviya stoykikh organicheskikh zagryazneniy na zdorov'e naseleniya. Moscow: 2000. 48 p.
47. Snakin VV. Biosphere po;;ution with lead: expansion and prospects for Russia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1999;5:21-27. In Russian
48. Prokhorov BB, Ryashchenko SV. Meditsinskaya geografiya Sibiri. Irkutsk: In-t geografii im. VB Sochavy Publ.; 2012. 223 p. In Russian

Received 23 July 2014;
Revised 21 December 2014; 15 February 2015;
Accepted 15 May 2015

Chimitdorzhieva Galina D, Dr. Sci. (Agric.), Professor, Head of the Laboratory of Soil Biochemistry, Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 6 Sakh'yanovoy Str., Ulan-Ude 670047, The Republic of Buryatia, Russian Federation.
Chimitdorzhieva Tatyana N, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology, Medical Faculty, Buryat State University, 24a Smolina Str., Ulan-Ude 670000, The Republic of Buryatia, Russian Federation.
Tsybenov Yury B, Cand. Sci.(Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Soil Biochemistry, Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 6 Sakh'yanovoy Str., Ulan-Ude 670047, The Republic of Buryatia, Russian Federation.
Valova Elena E, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Department of General Biology, Buryat State University, 24a Smolina Str., Ulan-Ude 670000, The Republic of Buryatia, Russian Federation.