

А.А. Григорьева, Г.Е. Миронова

## ПРЕДПОСЫЛКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНО- ВОДСТВА

УДК 631.4: 636.086.2

В статье представлены результаты изучения влияния автотранспорта на накопление тяжелых металлов свинца, цинка, меди и кадмия в почве и в кормовых растениях пастбищных угодий Хангаласского района Якутии. Исследования свидетельствуют о том, что выпас крупного рогатого скота в непосредственной близости от автотрассы может быть предпосылкой загрязненности продуктов животноводства тяжелыми металлами. Анализ образцов почв, отобранных в Хангаласском районе, показал, что концентрации Pb, Cd, Cu, Zn в почвенном покрове пастбищных угодий сел Тэхтюр и Немюгю не превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы. Выявлено, что содержание Pb, Cd, Zn, Cu в кормовых травах пастбищ сел Тэхтюр и Немюгю зависело от их концентрации в почве. При этом уровень кадмия и свинца в растениях не превышал ПДК, а концентрация цинка и меди в 5 м от автотрассы превышала ПДК.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, кормовые травы, почва, автотрасса, автотранспорт.

This article presented the results of studying influence of motor transport on accumulation of heavy metals (HM) of lead, zinc, copper and cadmium in the soil and in fodder plants of pasturable grounds of the Khangalassky region of Yakutia. Results of our researches testify that the pasture of cattle in close proximity to a highway can be the prerequisite of impurity of animal livestock products by heavy metals. Analyses of samples of the soils selected in the Khangalassky region showed that concentration of Pb, Cd, Cu, Zn in a soil cover of pasturable grounds of the Tekhtyur village and village Nemyugyu don't exceed the established sanitary and hygienic standards. It was revealed that the maintenance of Pb, Cd, Zn, Cu in fodder herbs of pastures of the Tekhtyur village and village Nemyugyu depended on their concentration in the soil. Thus the level of cadmium and lead in plants did not exceed maximum concentration limit (MCL), but concentration of zinc and copper in 5 m from a highway exceeded MCL.

**Keywords:** heavy metals, fodder herbs, soil, highway, motor transport.

**Введение.** Загрязнение окружающей среды химическими соединениями, в том числе и тяжелыми металлами (ТМ) – одна из главных проблем современности. В природе растения испытывают воздействие многих стрессоров как природного, так и антропогенного происхождения. Попадая в почву, тяжелые металлы могут затем накапливаться в растениях и оказывать отрицательное воздействие на процессы метаболизма, что в итоге приводит к уменьшению урожая и загрязнению токсикантами последующих звеньев пищевой цепи. Основными источниками загрязнения тяжелыми металлами являются: дорожно-транспортный комплекс, промышленные предприятия, неutilizированные промышленные и коммунально-бытовые отходы [14–16].

Значительный вклад в загрязнение природной среды вносит автотранспорт. С его эксплуатацией связано интенсивное поступление в окружающую среду тяжелых металлов, которые выделяются с выхлопными газами. Сгоранию этилированного топлива сопутствует выделение свинца. При сгорании смазочных масел выделяется кадмий. Большое количество этого элемента образуется в результате истирания шин об асфальтобетон [9].

Обеспечение населения экологиче-

ски безопасной сельскохозяйственной продукцией является приоритетным направлением развития экономики республики. В рамках сложившейся ситуации важное место отведено вопросам развития животноводства в густонаселенных районах Республики Саха (Якутия). Однако в районах с антропогенной нагрузкой на экосистему решение проблемы невозможно без профессиональных знаний по миграции и накоплению тяжелых металлов в почве, кормах и животноводческой продукции.

Естественные пастбищные угодья в Центральной Якутии, а именно в Хангаласском районе, расположены вдоль автомагистрали республиканского значения. Токсичные соединения из поедаемых животными кормовых растений по трофической цепи переходят в организм крупного рогатого скота, затем в продукты животноводства (мясо, молоко), которые потребляются местным населением.

**Цель:** определить влияние автотранспорта на накопление тяжелых металлов свинца, цинка, меди и кадмия в почве и кормовых растениях пастбищных угодий Хангаласского района.

**Материал и методы.** Исследования проводили на пастбищных лугах сел Тэхтюр и Немюгю (с. Ой) Хангаласского района, расположенных в зоне воздействия выбросов автомобильного транспорта.

Тэхтюрский наслег (с. Тэхтюр) расположен на левом берегу р. Лена, в верховьях междуречья рек Бестях,

Суон Урэх и Кэнкэмэ, в 47 км от центра улуса г. Покровска и в 27 км от г. Якутска. Протяженность республиканской автодороги, проходящей через территорию с. Тэхтюр, составляет 2,15 км, дорога имеет твердое покрытие. Транспортное сообщение круглогодично.

Немюгюнский наслег (с. Ой) расположен на левом берегу р. Лена и находится в 7 км от центра улуса г. Покровска и 67 км от г. Якутска. Транспортное сообщение с г. Якутском и г. Покровском осуществляется круглогодично по автомобильной дороге республиканского значения «Умнас» с твердым покрытием. Общая протяженность внутринаследных дорог составляет 35 км, в том числе с твердым покрытием 7 км, из них покрыто асфальтом 3 км.

Отбор и подготовку проб почвы и кормовых трав проводили по ГОСТ 28168-89, 26929-94 («Почвы. Отбор проб», «Сырье и продукты пищевые»). Концентрацию свинца, кадмия, меди и цинка определяли методом атомно-абсорбционного спектрального анализа (ААС МГА-915) в аккредитованных лабораториях ГБУ «РАПИС МСХиПП РС(Я)» и ГБУ РС(Я) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория» (ГОСТ 30178-96, ГОСТ 28168-89), содержание гумуса – по методу Тюрина (ГОСТ 26213-84), pH в водной вытяжке почвы – по ГОСТ 26423-85 [3–7].

Кормовые травы собирали во время цветения (июль) в сухую солнечную погоду, согласно общепринятым правилам [4].

Концентрацию Pb, Cd, Cu, Zn в об-

разцах почв и трав определяли атомно-абсорбционным методом в пламени ацетилен-воздух на спектрофотометре МГА – 915. Для экстракции ТМ из почв применяли ацетатно-аммонийный буфер с pH-4,8 при соотношении почва/раствор 1/10, время экстракции 24 ч. Пробоподготовка растительного сырья проведена методом сухого озоления с последующей экстракцией азотной кислотой, разбавленной 1:1, время экстракции 24 ч. Анализы выполнены в трехкратной повторности, результаты статистически обработаны с применением программы Excel – 2013.

**Результаты и обсуждение.** Содержание ТМ в почвах пастбищных угодий Хангаласского района.

Особое место среди проявлений антропогенного воздействия на почвы принадлежит загрязнению территории тяжелыми металлами, поскольку быстрое самоочищение почв в условиях многолетней мерзлоты от металлического загрязнения до требуемого по гигиенической и экологической безопасности уровня затруднено [21].

Согласно обобщенной схеме почвенно-географического районирования, зона островного и сплошного распространения многолетней мерзлоты в пределах севера Западно-Сибирской низменности относится к Западно-Сибирской провинции глеево-слабоподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв Центральной таежно-лесной области [10, 11].

Хангаласский район (Центральная Якутия) в основном расположен в зоне распространения мерзлотно-дерново-луговых типов почв, на которых произрастает луговая растительность [22].

Результаты наших исследований показали, что на пастбищных лугах с. Тяхюр содержание гумуса варьировало от 3,2 до 10,2%, кислотность почв – от 6,5 до 7,5 (слабокисло-щелочная среда). Уровень свинца в почве колебался от 0,02 до 0,15 мкг/г, кадмия – от 0,005 до 0,02, цинка – 0,24 до 0,45 и меди – от 0,10 до 0,25 мкг/г.

Согласно полученным нами данным, в почвах пастбищных угодий с. Тяхюр наибольшую аккумуляцию подвижных соединений имеет цинк, наименьшую – кадмий (табл. 1).

Концентрация ТМ зависела от расстояния от автотрассы. В 5 м от автотрассы концентрации всех четырех элементов были выше, чем на расстоянии 200-250 м. При этом уровень ТМ в почве распределялся в порядке убывания  $Zn > Cu > Pb > Cd$ .

Однако биоаккумуляция ТМ и их подвижность определяются величиной

pH и содержанием гумуса в слабощелочной среде. С понижением pH ионообменная абсорбция катионных форм попадающих в почву загрязнителей заметно нарастает; у анионных форм проявляется обратная зависимость – основная их масса сорбируется в слабощелочной среде, в которой преобладают анионы в двузарядной форме [16].

Вероятно, высокая концентрация цинка в почве связана с тем, что цинк является эссенциальным микроэлементом для почв, растений и человека. Кроме того, он относится к элементам, хорошо растворимым в почве. С гумусом этот элемент образует устойчивые соединения. Адсорбция цинка почвой зависит от pH. В щелочной среде цинк адсорбируется по механизму хемосорбции, а в кислой среде происходит катионо-обменное поглощение. При повышенной кислотности возрастает доля подвижного цинка. Наиболее полно цинк адсорбируется оксидами железа [12, 13, 18].

Относительно высокая концентрация меди также связана с pH, поскольку в слабощелочной и даже нейтральной среде медь надолго задерживается в почве. Однако при повышенном содержании медь оказывает токсическое воздействие, как на растения, так и на последующие компоненты пищевой цепи, включая человека, и может быть причиной различных хронических заболеваний [20].

В почвах пастбищных лугов с. Немюгю содержание гумуса варьировало от 1,8 до 3,6%, кислотность почв – от 7,5 до 8,5 (слабощелочная среда).

Аккумуляция и распределение

определяемых нами элементов в почвах с. Немюгю имела такую же закономерность, как и в почвах с. Тяхюр.

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что уровень ТМ на пастбищах с. Немюгю был статистически достоверно выше, чем в пастбищах с. Тяхюр. Цинка в почве было больше в Немюгю в 2,9 раза, меди – в 1,6, кадмия – 2, свинца – 1,7 раза.

Более высокое содержание тяжелых металлов в пастбищных лугах с. Немюгю может быть связано с густонаселенностью (численность населения с. Немюгю в 3,6 раза выше, чем с. Тяхюр) и близким расположением с г. Покровском (7 км). На этом промежутке республиканской дороги повышена нагрузка транспортного потока.

Полученные данные свидетельствуют о том, что выпас крупного рогатого скота в непосредственной близости от автотрассы может быть предпосылкой загрязненности продуктов животноводства тяжелыми металлами.

В результате анализов образцов почв, отобранных в Хангаласском районе, выявлено, что концентрации Pb, Cd, Cu, Zn в почвенном покрове пастбищных угодий сел Тяхюр и Немюгю не превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы [1, 2, 19].

Содержание ТМ в кормовых травах пастбищных угодий Хангаласского района. Растения являются вторым важным фактором на пути перемещения тяжелых металлов по пищевой цепи в организм человека. Корневые системы способны удерживать достаточно большое количество ионов, что связано с совокупным действием мор-

Таблица 1

Концентрация ТМ в почве пастбищных лугов с. Тяхюр Хангаласского района

Тяжелые металлы, мкг/г	ПДК	Расстояние от автотрассы				
		п. Тяхюр	5 м с левой стороны	5 м с правой стороны	200 м с правой стороны	250 м с левой стороны
Pb	6	0,08±0,01	0,15*±0,03	0,14±0,02	0,10±0,03	0,02*±0,01
Cd	-	0,01±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,01±0,001	0,005±0,003
Zn	23	0,32±0,03	0,45*±0,05	0,42±0,03	0,37±0,03	0,24*±0,02
Cu	3	0,10±0,01	0,25±0,02	0,23±0,01	0,15±0,02	0,10*±0,01

Примечание. В табл. 1 и 2 \*  $p < 0,05$  по сравнению 5 м от автотрассы.

Таблица 2

Концентрация ТМ в почве пастбищных лугов с. Немюгю Хангаласского района

Тяжелые металлы, мкг/г	ПДК	Расстояние от автотрассы				
		п. Немюгю	5 м с левой стороны	5 м с правой стороны	80 м с правой стороны	300 м с левой стороны
Pb	6	0,14±0,01	0,28*±0,02	0,25±0,01	0,15±0,02	0,04*±0,01
Cd	-	0,02±0,01	0,04±0,01	0,05±0,02	0,02±0,01	0,01±0,001
Zn	23	0,94±0,05	1,95*±0,10	1,90±0,11	0,52±0,05	0,44*±0,06
Cu	3	0,16±0,02	0,43*±0,03	0,42±0,03	0,19±0,01	0,15*±0,02

фологических структур и химических реакций неспецифической природы, к которым относятся обменная емкость корней, концентрация металлов в вакуолях, химическая инактивация конкретных соединений [17].

Растительные корма являются важным источником питания для животных как в летнее, так и в зимнее время, а загрязненность кормов ТМ отражается не только на животных, но и на здоровье людей. Уже доказано, что такие элементы, как кадмий и свинец, являются канцерогенами. По данным медицинской статистики РС(Я), смертность от онкологических заболеваний за последние пять лет увеличилась более чем в 2 раза [8].

В табл. 3 и 4 представлены данные о содержании ТМ в кормовых травах пастбищ сел Тяхтур и Немюгю. Концентрация свинца в луговых травах колебалась от 0,10 до 0,15 мг/кг, цинка – от 31,34 до 42,70, меди – от 7,80 до 15,23 мг/кг, а кадмий был обнаружен только в самом п. Тяхтур.

Наибольшая аккумуляция ТМ в кормовых травах была выявлена в 5 м от автотрассы, наименьшая – в 250 м. В травах, произрастающих в с. Тяхтур и в 200 м от дороги с правой стороны, уровень меди соответствовал верхней границе ПДК. Полученные нами результаты не противоречат литературным данным [20,21].

Высокая концентрация свинца в 300 м слева от автотрассы с. Немюгю, вероятно, обусловлена антропогенным фактором: автотранспортом местного населения. В отличие от с. Тяхтур в травах пастбищ с. Немюгю был обнаружен кадмий. Однако его концентрации были значительно ниже ПДК (табл.4).

Распределение концентраций ТМ в растительных кормах сел Немюгю и Тяхтур имело такой же характер, как и в почвах пастбищ:  $Zn > Cu > Pb > Cd$ . То есть уровень микроэлементов в растениях прямо зависит от их содержания в почве, в которой они произрастают. Этот факт показывает, что предположкой экологической безопасности продуктов животноводства является мониторинг элементного состава почв.

Высокие уровни цинка и меди в растениях обусловлены их физиологическим значением. Медь в растениях играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах, улучшает интенсивность фотосинтеза, способствует образованию хлорофилла. Цинк в растительном организме активирует 30 ферментных систем в клетке. В растениях, наряду с участи-

**Таблица 3**  
**Концентрация ТМ в кормовых травах пастбищных лугов Хангаласского района с. Тяхтур**

Тяжелые металлы, мг/кг	ПДК	Расстояние от автотрассы				
		п. Тяхтур	5 м с левой стороны	5 м с правой стороны	200 м с правой стороны	250 м с левой стороны
Pb	5,0	0,15±0,02	0,11±0,05	0,10±0,03	0,21±0,03	0,10±0,02
Cd	0,5	0,01±0,00	0	0	0	0
Zn	10-50,0	31,34±0,11	34,49±0,18	42,70±0,20	39,46±0,23	31,98±0,17
Cu	1,0-10	10,55±0,15	7,80±0,10	15,23±0,12	11,18±0,12	8,16±0,11

**Таблица 4**  
**Концентрация ТМ в кормовых травах пастбищных лугов Хангаласского района с. Немюгю**

Тяжелые металлы, мг/кг	ПДК	Расстояние от автотрассы				
		п. Немюгю	5 м с левой стороны	5 м с правой стороны	80 м с правой стороны	300 м с левой стороны
Pb	5,0	0,26±0,05	0,35±0,08	0,22±0,05	0,25±0,06	0,38±0,03
Cd	0,5	0,01±0,00	0,01±0,00	-	0,01±0,00	0,02±0,00
Zn	10-50,0	50,83±0,18	85,84±0,21	61,86±0,40	47,87±0,24	36,16±0,23
Cu	1,0-10*	13,50±0,11	19,23±0,14	16,64±0,13	26,12±0,15	25,39±0,17

ем в дыхании, белковом, углеводном и нуклеиновых обменах, цинк регулирует рост, влияет на образование аминокислоты триптофана и повышает содержание фитогормонов. Цинк необходим для нормального развития яйцеклетки и зародыша растений. Он повышает засухо-, жаро- и холодостойкость растений, а физиологическая роль меди в растительном организме тесно связана с ее участием в ферментативных процессах непосредственно как катализатора или в составе медьсодержащих ферментов. Она усиливает интенсивность дыхания, катализирует окисление аскорбиновой кислоты, обеспечивает ассимиляцию нитратного азота и фиксацию азота атмосферы. Медь нужна растениям для образования хлорофилла, участвует в метаболизме протеинов и углеводов [1,2,21].

Превышение ПДК меди и цинка в кормовых травах приводит к увеличению их содержания в организме домашних животных. Высокая концентрация меди и цинка в мышечной ткани и органах крупного рогатого скота может разбалансировать метаболическое равновесие других металлов, что может нарушить активность многих ферментов и обмен веществ, приводя к патологии не только животных, но и человека. Разбалансировка отношения медь/цинк является главным причинным фактором в развитии ишемической болезни сердца. При увеличении уровня меди в организме человека происходят остановка роста, гемолиз, снижение содержания гемоглобина, деградация тканей печени, почек и мозга [21].

Таким образом, определение уровня тяжелых металлов в почве и кормовых растениях необходимо для экологического мониторинга окружающей среды, так как тяжелые металлы по пищевой цепи попадают в организм человека и могут стать причиной дезадаптационных нарушений и патологических состояний человека на Севере.

#### Выводы

1. Установлено, что в почвах пастбищных угодий сел Тяхтур и Немюгю Хангаласского района концентрация Pb, Cd, Zn и Cu не превышает ПДК.

2. Концентрация тяжелых металлов зависит от расстояния от автотрассы: в 5 м концентрации всех четырех элементов были выше, чем на расстоянии 200–300 м. При этом уровень элементов в почве распределялся в следующем порядке:  $Zn > Cu > Pb > Cd$ .

3. Выявлено, что содержание Pb, Cd, Zn, Cu в кормовых травах пастбищ сел Тяхтур и Немюгю зависело от их концентрации в почве. При этом уровень кадмия и свинца в растениях не превышает ПДК, а концентрация цинка и меди в 5 м от автотрассы превышала ПДК.

#### Литература

1. Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений / Н.П. Битюцкий. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2005. – 256 с.
2. Bityutsky N.P. Necessary microelements of plants / N.P. Bityutsky. – SPb.: Publishing house DEAN. – 2005. – 256 p.
3. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений / Н.П. Битюцкий – СПб. Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2011. – 368 с.
4. Bityutsky N.P. Microelements of the higher plants / N.P. Bityutsky. – SPb.: S-Peterb. Univ. Publishing house, 2011. – 368 p.



3. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 7с.
- GOST 28168-89 Soils. Sampling. - M.: Standards Publishing House, 1989. - 7 p.
4. ГОСТ 26929-94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. - Минск, 1995. - 12 с.
- GOST 26929-94 Raw materials and foodstuff. Preparation of tests. A mineralization for definition of the maintenance of toxic elements. - Minsk, 1995. - 12 p.
5. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. - М., 2010. - 10 с.
- GOST 30178-96 Raw materials and foodstuff. Nuclear and absorbing method of definition of toxic elements. - M., 2010. - 10 p.
6. ГОСТ 26213-94 Почвы. Методы определения органического вещества. - М., 2011. - 8 с.
- GOST 26213-94 Soils. Methods of definition of organic substance. - M., 2011. - 8 p.
7. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. - М., 1985. - 7 с.
- GOST 26423-85 Soils. Methods of determination of specific electric conductivity, pH and dense rest of a water extract. - M., 1985. - 7 p.
8. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Республики Саха (Якутия) в 2009 году / Мин-во здравоохранения РС (Я), ГУ «Якутский республиканский информационно-аналитический центр»; ред. Л.И. Вербицкая. - Якутск, 2010. - 120 с.
- The State report on a health state of the population of the Republic Sakha (Yakutia) in 2009/ Ministry of Health of Republic Sakha (Yakutia), GU «Yakut Republican Information and Analysis Center»: ed. L.I. Verbitskaya. - Yakutsk, 2010. - 120 p.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации 2014» / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. - М., 2015.
- The State report «About a state and environmental protection of the Russian Federation 2014» / the Ministry of natural resources of the Russian Federation. - M., 2015.
10. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л.Г. Еловская. - Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. - 172 с.
- Elovskaya L.G. Classification and diagnostics of cryosolic soils of Yakutia / L.G. Elovskaya. - Yakutsk: YaF SOAcademy of Sciences of the USSR, 1987. - 172 p.
11. Еловская Л.Г. Почвы земледельческих районов Якутии и пути повышения плодородия / Л.Г. Еловская. - Якутск: Кн. изд-во, 1964. - 76 с.
- Elovskaya L.G. Soils of the agricultural regions of Yakutia and way of increase of fertility / L.G. Elovskaya. - Yakutsk: Book Publishing house, 1964. - 76 p.
12. Егоров А.Д. Микроэлементы в почвах и лугопастбищных растениях мерзлотных ландшафтов Якутии / А.Д. Егоров. - Якутск: Якут. кн. изд-во, 1970. - IX ч. - 288 с.
- Egorov A.D. Microelements in soils and the grassland plants of the cryosolic landscapes of Yakutia / A.D. Egorov. - Yakutsk: Yakut. Book Publishing house, 1970. - Part IX. - 288 p.
13. Егоров А.Д. Особенности миграции и аккумуляции микроэлементов в растительности Якутии / А.Д. Егоров, Д.В. Григорьева, Т.Т. Курилюк, Н.Н. Сазонов // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. - Улан-Удэ, 1966. - Т.1. - С. 168-170.
- Egorov A.D. Features of migration and accumulation of microelements in vegetation of Yakutia / A.D. Egorov, D.V. Grigorieva, T.T. Kurilyuk, N.N. Sazonov // Microelements in agriculture and medicine. - Ulan-Ude, 1966. - T.1. - P. 168-170.
14. Жуйкова Т.В. Разные стратегии адаптации растений к токсическому загрязнению среды тяжелыми металлами (на примере *Taraxacumofficinale* S.L.) / Т.В. Жуйкова, В.Н. Позолотина, В.С. Безель // Экология. - 1999. - №3. - С. 189-196.
- Zhuykova T.V. Different strategy of adaptation of plants to toxic pollution of the environment by heavy metals (on the example of *Taraxacumofficinale* S.L.) / T.V. Zhuykova, V.N. Pozolotin, V.S. Bezel // Ecology. - 1999. - № 3. - p. 189 - 196.
15. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. - Новосибирск: Наука, 1991. - 151 с.
- Ilyin V.B. Heavy metals in system the soil - plant / V.B. Ilyin. - Novosibirsk: Nauka, 1991. - 151 p.
16. Микроэлементы в окружающей среде.
- Биогеохимия, биотехнология и биоремедиация / под ред. М.Н. Прасада, К.С. Саджвана, Р. Найду. - М.: Физматлит, 2009. - 815 с.
- Microelements in environment. Biogeochemistry, biotechnology and bioremediation / under the editorship of M.N. Prasad, K.S. Sadzhvan, R. Naidoo. - M.: Fizmatlit, 2009. - 815 p.
17. Микроэлементы в окружающей среде / под ред. П.А. Власюка. - Киев: Наукова думка, 1980. - 57 с.
- Microelement in environment / under the editorship of P.A. Vlasjuk. - Kiev: Naukova dumka, 1980. - 57 p.
18. Минеев В.Г. Цинк в окружающей среде / В.Г. Минеев, А.А. Алексеев, Т.А. Гришина // Агрохимия. - 1984. - №3. - С. 126-138.
- Mineev V.G. Zink in environment / V.G. Mineev, A.A. Alekseev, T.A. Grishina // Agrochemistry. - 1984. - № 3. - P. 126-138.
19. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве // Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. - 2006.
- The Maximum Permissible Concentration (MPC) of chemicals in the soil // Hygienic standards of GN 2.1.7.2041-06. - 2006.
20. Рудакова Э.В. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях / Э.В. Рудакова, К.Д. Каракис, Т.Н. Сидоркина / отв. ред. Л.К. Островская. АН УССР. Ин-т физиологии растений. - Киев: Наук. думка, 1987. - 180 с.
- Rudakova E.V. Microelements: receipt, transport and physiological functions in plants / E.V. Rudakova, K.D. Karakis, T.N. Sidorkina / Ed. L.K. Ostrovskaya. AN USSR. Institute of physiology of plants. - Kiev: Naukova dumka, 1987. - 180 p.
21. Саввинов Д.Д. Микроэлементы в северных экосистемах / Д.Д. Саввинов, Н.Н. Сазонов. - Новосибирск: Наука, 2005. - 288 с.
- Savvinov D.D. Microelements in northern ecosystems / D.D. Savvinov, N.N. Sazonov. - Novosibirsk: Nauka, 2005. - 288 p.
22. Саввинов Д.Д. Почвы Якутии: Проблемы рационального использования почвенных ресурсов / Д.Д. Саввинов. - Якутск: Кн. изд-во, 1989. - 152 с.
- Savvinov D.D. Soils of Yakutia: Problems of rational use of soil resources / D.D. Savvinov. - Yakutsk: Book publishing house, 1989. - 152 p.

## АРКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Т.С. Мостахова

# СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) В АСПЕКТЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 314.42 (571.56)

Представлен анализ уровня смертности в арктических и северных районах РС(Я). Современное состояние смертности населения оценивается как представляющее определенные угрозы для демографической безопасности. За 2009-2014 гг. есть позитивные сдвиги: снизились число умерших и общий коэффициент смертности. Однако коэффициенты смертности значительно превышают средний уровень по республике. На протяжении ряда лет уровень младенческой смертности также выше, чем в среднем по республике.

Абсолютное число умерших от внешних причин в арктических районах сократилось, однако отмечаются стабильно высокие показатели по сравнению со средними коэффициентами по республике. Повышенный уровень потерь населения в результате внешних причин смерти требует принятия особых мер по сохранению демографического потенциала арктических районов, имеющих особую геополитическую значимость и представляющих основной ареал расселения коренных малочисленных народов Севера.

**Ключевые слова:** процессы смертности, младенческая смертность, внешние причины смерти, демографическая безопасность, коренные малочисленные народы Севера.

**МОСТАХОВА Татьяна Семеновна** – д.э.н., ученый секретарь, в.н.с. ЯНЦ СО РАН, mostakhovats@mail.ru.