

УДК 55:631.416.8

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В БУРОЗЕМАХ ОСТРОВА РУССКИЙ**Латышева Л.А.***ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: l.a.lat@mail.ru*

Приводятся данные по содержанию микроэлементов и тяжелых металлов в основных типах буроземов острова Русский. Установлено, что в ряду исследованных буроземов различных растительных сообществ вариабельность по содержанию в них основных микроэлементов незначительна. Наиболее существенные отличия в них обнаружены в накоплении Mn и Cd, что в значительной мере отражает различия биоценологических условий их формирования. Рассмотрено влияние физико-химических показателей этих почв на аккумуляцию и профильное распределение в них тяжелых металлов и микроэлементов (Mn, Cu, Zn, Pb, Co, Cr, Ni, Cd). Выявлена различная степень корреляции содержания микроэлементов и тяжелых металлов в буроземах острова с содержанием гумуса, обменных катионов и pH. Установлено, что наиболее значимым фактором в распределении и накоплении подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов в островных буроземах являются аккумулятивно гумусовый и иллювиально-гумусовый процессы почвообразования.

Ключевые слова: тяжелые металлы, буроземы, физико-химические свойства, остров Русский

HEAVY METALS IN BUROZEMS OF THE RUSSKY ISLAND**Latysheva L.A.***Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: l.a.lat@mail.ru*

The levels of the accumulation of heavy metals and microelements given for the main burozems types of the Russian Island. It is founds, that in the burozems, under different vegetation communities, differences in the contents of the main heavy metals did not vary significantly. The most considerable distinctions observed in the contents of Mg and Cd, which be related with differences in biocenotic conditions of their forming. We were investigated the impact of physicochemical properties on fixation and distribution of heavy metals in profiles of the burozems studied. Different degrees of correlation of the contents of heavy metals with the contents of humus, soil reaction and exchangeable Ca and Mg founded. The contents and profile distributions of mobile forms of heavy metals in the studied burozems is related to the humus accumulation and humus illuvial soil-forming process.

Keywords: heavy metals, burozems, physicochemical properties, Island Russky

В современных условиях в связи с активным освоением территории острова Русский и включением ее в программу ТОР (территории опережающего развития) создается угроза для значительной антропогенной трансформации природной среды острова и возникновения дополнительных рисков для загрязнения ее почвенного покрова. Оценить уровень загрязнения прилегающих к строительству участков в будущем возможно будет, только сравнивая показатели измененного состояния окружающей среды с естественными (фоновыми) характеристиками. При этом очень важна проблема выбора точки отсчета, характеризующей чистый объект. Сегодня практически невозможно найти абсолютно чистую почву, которая хотя бы в малой степени не испытывала бы влияния деятельности человека. Поэтому фоновыми считаются не территории отсутствия антропогенного воздействия, а подвергающиеся ему в незначительной степени. Целью настоящего исследования – оценить уровень концентрации тяжелых металлов и микроэлементов в фоновых почвах острова Русский до на-

чала большой стройки (объектов Саммита АТЭС), выявить диапазоны варьирования их содержания и особенности профильной дифференциации.

Материалы и методы исследования

Остров Русский – самый крупный остров в заливе Петра Великого (Японское море). Его площадь около 100 км², длина острова – 18 км, ширина – 13 км. Характерным типом рельефа острова является низкогорье с абсолютными высотами до 300 м. Большая часть его сложена пермскими гранитами, гранодиоритами, диоритами, которые на западе острова сменяются песчаниками, алевролитами, аргиллитами и конгломератами. Климат – резко выраженный муссонный, с повышенным количеством атмосферных осадков и более низкими значениями среднемесячных температур, чем на континенте, значительным числом дней с морозящими дождями, туманами и ветрами. Одной из характерных черт островного климата является активное геохимическое воздействие моря на процессы почвообразования, которое ослабевает по мере продвижения от побережья в глубь острова.

Лесная растительность на территории острова представлена вторичными дубовыми, дубово-липовыми лесами с примесью березы, клена, ясеня, граба, часто изреженными с хорошо развитым травяно-кустарниковым ярусом или отдельными травяно-кустарниковыми группировками. В почвенном покрове преобладают буроземы, которые отличаются существенным разнообразием, как по морфологическим, так и по физико-химическим показателям, отражающим в значительной степени сукцессионные изменения островной растительности [1]. В качестве объекта исследований были выбраны наиболее распространенные на данной территории типы этих почв, которые согласно классификации почв России [2] соответствуют типу буроземов и буроземов темных. Среди последних на уровне подтипа были выделены буроземы со всеми признаками иллювирирования гумуса в их профиле – буроземы темные иллювиально-гумусовые [1]. Под дубово-липовыми лесами со слабо развитым кустарниковым ярусом широко распространены буроземы типичные (разрез 27-02), имеющие следующее строение профиля: O–AY–BM–BMC. Под изреженным дубовыми лесами, со сравнительно хорошо развитым травяно-кустарниковым ярусом, формируются буроземы темные (разрез 21-02): AU–AUBM–BMC. Буроземы темные иллювиально-гумусовые (разрез 23-02) с набором генетических горизонтов: AU–AUBMhi–BMhi формируются под изреженным дубовым лесом с хорошо развитым кустарниковым ярусом и травянистым напочвенным покровом. Отбор образцов из этих почв проводился по почвенным генетическим горизонтам в полевой период 2002 г. [1]. В почве определяли содержание кислоторастворимых соединений тяжелых металлов (Mn, Pb, Zn, Cu, Cd, Co, Ni, Cr) – в вытяжке 5 М HNO₃ в соотношении почва – раствор 1: 5; подвижные их формы – в вытяжке ацетатно-аммонийного буфера (ААБ) рН 4.8, соотношении почва – раствор 1:10 [3]. Все определения проводили с атомно-адсорбционным окончанием и в трехкратной повторности. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Естественное содержание и распределение микроэлементов и тяжелых металлов в почвенном покрове в значительной степени определяется зональными процессами

почвообразования. Специфика буроземов острова Русский заключается в том, что наряду с процессами характерными для типичных буроземов континентальных территорий Приморья, таких как гумусонакопление и оглинивание верхней и средней частях почвенного профиля, в современных условиях на отдельных участках острова в буроземах активизируются аккумулятивно-гумусовый и иллювиально-гумусовый процессы почвообразования. Интенсивность проявления этих процессов в ряду рассматриваемых буроземов находится в тесной связи с состоянием растительных сукцессий, под которыми они формируются и степенью геохимического воздействия моря на почвенный покров, предопределяя формирование их морфологического и химического разнообразия. Генетические и физико-химические свойства почв являются наиболее важными факторами, ответственными за аккумуляцию и миграцию микроэлементов в почвах [4].

Рассматриваемые буроземы, формируются в условиях слабокислой реакции среды (табл. 1). С глубиной кислотность почвенного раствора возрастает, оставаясь в буроземах темных иллювиально-гумусовых в пределах слабокислой, а в буроземах типичных и буроземах темных увеличиваясь до кислой. Содержание гумуса в ряду: бурозем типичный → бурозем темный → бурозем темный иллювиально-гумусовый заметно возрастает не только в гумусово-аккумулятивном горизонте (11,02–14,05–14,92%), но и в нижележащем (2,00–3,41–6,23%). На этом фоне увеличивается содержание обменных щелочноземельных элементов в почвенном профиле, снижается содержание обменного водорода и величины гидролитической кислотности (12,32–11,87–7,61 мг-экв/100г почвы), что обуславливает нарастание степени насыщенности почв основаниями в горизонте AU (82–87–95%) [1].

Для оценки влияния почвенных свойств на закрепление в их профиле различных микроэлементов и тяжелых металлов был рассчитан коэффициент корреляции между содержанием микроэлементов и основными показателями почв: гумусом, рН, гидролитической кислотностью, суммой обменных катионов [5].

При интерпретации полученных данных, согласно имеющимся указаниям в нормативных и методических документах [6–7], нами использовались как региональные кларки микроэлементов [7], так и данные по фоновому содержанию кислоторастворимых форм тяжелых металлов в буроземах заповедников южного Сихотэ-Алиня [9–10].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высоком уровне концентрации Mn в островных буроземах (табл. 2). Содержание Mn в их гумусово-аккумулятивном горизонте колеблется от 3444,67 до 6505,15 мг/кг, что значительно превышает предложенный Головым его региональный кларк (1510 мг/кг), но остается в пределах, им же установленных максимальных значений для почв Приморья – 7000 мг/кг [8]. Максимальное содержание марганца отмечается в гумусовом горизонте буроземов темных иллювиально-гумусовых. Этому способствует и более высокий уровень накопления его в подстилке этих почв [11], и высокое содержание в них гумуса, обладающего способностью к адсорбции Mn [3]. Профильное распределение Mn во всех буроземах острова отличается характерным максимумом в верхней части почвенного профиля. Результаты корреляционного анализа показывают заметную связь (по шкале Чеддока [5]) профильного распределения кислоторастворимого Mn с Mg ($r = 0,70$), а также Mn с гумусом ($r = 0,61$). Полученные нами результаты согласуются с данными других исследователей, отмечавших повышенный природный региональный уровень содержания Mn в буроземах Приморья. По мнению Александрова с соавторами [9], в качестве фонового показателя следует считать содержание кислоторастворимых форм Mn – 3330 мг/кг. Более высокое содержание Mn было зафиксировано в буроземах типичных Лазовского заповедника – 9846 мг/кг [10].

В меньшей степени в буроземах острова происходит биогенное накопление кислоторастворимых соединений Zn, Pb, Cu, Cd.

Содержание Zn в буроземах исследуемого ряда варьирует незначительно – 91–96 мг/кг, что в 1,3 раза превышает его региональный кларк, но ниже данных (121,51 мг/кг), приводимых для аналогичных почв Лазовского и Уссурийского заповедников [9–10]. Профильное распределение Zn характеризуется отчетливым максимумом в верхней части профиля и постепенным снижением в нижележащих горизонтах. Наибольшая концентрация этого элемента приходится на гумусовый горизонт буроземов типичных, что может быть связано с более сильной реакцией почвенного раствора этих почв по сравнению с другими буроземами. Цинк относится к наиболее растворимым в кислых почвах микроэлементам, и смещение pH в сторону щелочной реакции уменьшает количество его кислоторастворимых соединений [4].

Полученные данные по содержанию Pb в буроземах острова (38,0–43,5 мг/кг) в 1,2–1,4 выше значений его регионального кларка и показателей, приводимых другими авторами для данного типа почв региона [8, 9–10]. Профильное распределение Pb имеет сходный характер с распределением Zn, с максимальным уровнем накопления в верхнем горизонте буроземов типичных. Нами получены значимые положительные коэффициенты корреляции между содержанием кислоторастворимых форм Zn и Pb ($r = 0,89$).

Таблица 1

Физико-химические свойства буроземов острова Русский

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Гидролитическая кислотность	Mг/экв на 100 г почвы					Степень насыщенности почв, %
			H ₂ O	KCl		Поглощенные катионы					
						По Соколову		По Гедройцу			
						Al ⁺⁺⁺	H ⁺	H ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Бурозем типичный, разрез 27-02											
AУ	0,5–8(15)	11,02	5,8	5,0	12,32	0,18	0,08	6,18	14,58	11,37	82
ВМ	8(15)–38	2,00	5,3	4,3	10,10	1,53	0,03	5,10	1,82	2,34	45
ВМС	38–46	1,46	5,4	4,3	10,87	2,19	0,05	5,30	1,56	3,12	47
Бурозем темный, разрез 21-02											
AУ	2,5–13(27)	14,05	6,4	5,5	11,87	0,14	0,14	6,20	29,67	10,78	87
AUBM	13(27)–35	3,41	5,3	4,3	10,81	0,94	0,06	4,08	2,59	5,69	67
ВМС	35(40)–58	1,38	5,5	4,2	6,27	0,74	0,03	3,23	2,03	5,06	69
Бурозем темный иллювиально-гумусовый, разрез 23-02											
AУ	5–16	14,92	6,0	5,4	7,61	0,12	0,14	1,87	20,40	15,62	95
AUBMhi	16–25(27)	6,23	5,6	4,6	11,65	0,18	0,06	3,26	14,02	4,11	85
ВМhi	25(27)–53	4,08	5,5	4,3	7,17	0,42	0,04	3,88	4,83	2,88	66

Концентрация кислоторастворимых форм Cu в исследуемых почвах незначительно превышает его кларковые значения для почв Приморья, а с продвижением вглубь профиля снижается до величины ниже кларка. Cu наряду с Pb относятся к элементам, отличающихся высокой аккумуляцией органическим веществом почв, что подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции между содержанием гумуса и количеством кислоторастворимых соединений Cu в буроземах острова ($r = 0,97$). На профильное распределение Cu помимо гумуса оказывает влияние реакция среды ($r = 0,9$) и степень насыщенности почв оснований ($r = 0,97$). Сравнение данных по содержанию Cu в буроземах острова показало, что уровень накопления Cu возрастает от буроземов типичных к буроземам темным и буроземам темным иллювиально-гумусовым как в гумусово-аккумулятивном, так и в нижележащем горизонте.

Уровень накопления Cd в буроземах острова в 1,3–2,8 выше значений регионального кларка и максимальных значений (0,77 мг/кг), установленных для буроземов заповедников южной части Сихотэ-Алиня [8–9]. Наиболее близкие нашим результаты по концентрации Cd были получены Шутовой [10] для буроземов Лазовского заповедника (0,9–1,0 мг/кг). Накопле-

ние Cd в таких количествах в буроземах острова может быть обусловлено как его высоким сродством с гумусом ($r = 0,89$), так и его биогенным накоплением, о чем свидетельствует высокое содержание Cd (1,18–1,30 мг/кг) в золе мортмассы островных буроземов [11]. Профильное распределение кислоторастворимого Cd имело те же особенности, что и Cu, что подтверждается высокой корреляционной связью ($r = 0,85$) между Cd и Cu.

Присутствие Ni и Cr в буроземах острова в целом ниже значений региональных кларков, а Co очень близкое к кларку. Количественные показатели содержания и внутрипрофильного распределения Ni, Cr и Co связаны, прежде всего, с величиной гидролитической и обменной кислотности. Выявлена умеренная положительная связь Ni с гидролитической кислотностью и заметная – с величиной обменной кислотности. Также выявлена высокая степень положительной связи содержания кислоторастворимых соединений Cr и Co с величиной обменной кислотности и умеренная и заметная с гидролитической кислотностью. Профильное распределение кислоторастворимых соединений Ni, Cr и Co во всех исследуемых буроземах имеет однотипный характер, с максимальной аккумуляцией в иллювиальном горизонте.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в буроземах острова Русский

Горизонт	Pb	Ni	Zn	Cr	Co	Cu	Cd	Mn
Бурозем типичный, разрез 27-02								
AУ	<u>43,46</u> 0,24	<u>14,63</u> 0,02	<u>95,51</u> 1,24	<u>22,54</u> 0,58	<u>21,71</u> 0,16	<u>21,62</u> 0,20	0,82 следы	<u>4503,63</u> 66,24
ВМ	<u>20,99</u> 0,61	<u>20,37</u> 0,31	<u>75,76</u> 0,22	<u>30,15</u> 0,38	<u>35,41</u> 0,14	<u>12,33</u> следы	0,64 следы	<u>3771,78</u> 14,58
Бурозем темный, разрез 21-02								
AУ	<u>38,03</u> 0,20	<u>13,24</u> 0,21	<u>95,05</u> 1,84	<u>15,24</u> 0,12	<u>18,89</u> 0,44	<u>27,43</u> 0,10	1,19 следы	<u>3444,67</u> 75,95
AУВМ	<u>15,59</u> 0,30	<u>14,45</u> 0,24	<u>60,12</u> 0,43	<u>18,03</u> 0,56	<u>27,33</u> 0,14	<u>14,03</u> следы	0,67 следы	<u>3043,47</u> 7,07
Бурозем темный иллювиально-гумусовый, разрез 23-02								
AУ	<u>41,66</u> 0,17	<u>16,94</u> 0,22	<u>90,85</u> 1,55	<u>12,31</u> 0,29	<u>21,24</u> 0,30	<u>29,09</u> следы	1,66 следы	<u>6505,15</u> 87,29
AУВМ	<u>13,21</u> 0,31	<u>17,695</u> 0,42	<u>79,59</u> 0,83	<u>14,29</u> 0,38	<u>23,55</u> 0,11	<u>17,98</u> 0,06	0,84 следы	<u>4573,241</u> 35,31
ВМhi	<u>6,29</u> 0,14	<u>12,09</u> 0,28	<u>45,96</u> 0,01	<u>13,76</u> 0,27	<u>20,73</u> 0,08	<u>10,37</u> 0,11	0,14 следы	<u>2891,51</u> 3,24
Региональный кларк в почве	32	46	70	66	22	20	0,6	1510

Примечание. В числителе – содержание кислоторастворимой формы; в знаменателе – содержание подвижной формы.

Содержание подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов в почве особенно важно для прогнозной оценки возможностей их внутрисочвенной миграции и угрозы загрязнения почвенного профиля. В исследуемых буроземах острова Русский содержание подвижных форм основных микроэлементов и тяжелых металлов очень низкое, меньше 1 мг/кг, что значительно ниже установленных для них ПДК. Более высокий уровень накопления отмечается для Mn (66–87 мг/кг) и Zn (1,24–1,84 мг/кг), но он укладывается в установленный для почв Приморья нижний диапазон их содержания [12]. Сопоставление аналитических данных профильного распределения подвижных форм микроэлементов в буроземах острова показывает как определенное сходство, так и различия.

Подвижные формы соединений Mn, Co, Zn во всех исследуемых буроземах аккумулируются в верхней части почвенного профиля. Корреляционный анализ выявил значимые коэффициенты корреляции содержания гумуса и реакции среды с распределением подвижных соединений Mn, Co, Zn. Уровень накопления подвижных соединений Mn увеличивается в ряду: бурозем типичный → бурозем темный → и бурозем темный иллювиально-гумусовый, на фоне увеличения в них содержания гумуса. Для Co и Zn такой закономерности не обнаружено. Относительное накопление подвижных форм Pb и Ni в подгумусовых горизонтах отчетливо прослеживается для всех исследованных почв. Корреляционный анализ показал заметную связь содержания подвижных соединений свинца с величиной обменной кислотности ($r = 0,56$). В отношении Ni установлена отрицательная сопряженность профильного распределения с Mg ($r = -0,57$).

Распределение подвижных соединений Cu и Cr в буроземах острова неоднозначно. В буроземах типичных максимальное содержание подвижных форм Cu и Cr отмечается в верхней части их профиля. В профиле буроземов темных только подвижные формы Cu накапливаются в гумусово-аккумулятивном горизонте, а подвижные соединения Cr – в нижележащем. Для буроземов темных иллювиально-гумусовых характерна несколько иная картина. Повышенные концентрации подвижных соединений, как Cu, так и Cr фиксируются в иллювиальном горизонте, что является, на наш взгляд, следствием активного развития в профиле этих почв иллювиально-гумусового процесса и увеличением в составе их гумуса доли гуминовых кислот, обладающих высокой сорбционной способностью [13].

Заключение

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что для рассматриваемого ряда буроземов острова Русский характерно незначительное варьирование по содержанию большинства тяжелых металлов и микроэлементов, а высокие концентрации их в почвах отражают природные особенности территории и высокую сорбционную способность почв буроземного ряда. Более существенные отличия в накоплении Mn и Cd в сравниваемых почвах обусловлены в первую очередь биоценологическими различиями условий их формирования. Содержание и распределение кислоторастворимых соединений Zn, Cu, Pb, Cd напрямую связано с количеством органического вещества, pH, содержанием обменного кальция и магния в почвах. В профиле всех исследуемых буроземов эти формы соединений металлов распределяются по аккумулятивному типу. Кислоторастворимые формы соединений Ni, Cr и Co аккумулируются в иллювиальном горизонте, что обусловлено особенностями их миграции и характером профильной дифференциации показателей гидролитической и обменной кислотности. Уровни концентраций подвижных соединений микроэлементов и тяжелых металлов в буроземах острова значительно ниже установленных для них ПДК. Профильное распределение их неоднозначно и в значительной мере обусловлено различиями в интенсивности проявления аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов почвообразования в буроземах рассматриваемого ряда. Вследствие чего наиболее значимые коэффициенты корреляции были получены нами для подвижных форм микроэлементов с гумусом и реакцией среды (Mn, Co, Zn, Cu) и с суммой обменных оснований (Pb). Полученные результаты позволяют установить фоновые значения концентраций ряда микроэлементов и тяжелых металлов для буроземов острова Русский и могут быть использованы при проведении почвенно-экологического мониторинга.

Список литературы

1. Пшеничников Б.Ф. Антропогенная динамика морфологического строения и лесорастительных свойств буроземов острова Русский / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, Л.А. Латышева // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 12. – С. 24–28.
2. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Руководящий документ. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля,

кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом в лабораториях Общегосударственной службы наблюдения и контроля загрязнения природной среды. РД 52.18.191 – 89. М., 1990. – 32 с.

4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

5. Кремлев А.Г. Математика. Раздел «Статистика». – Екатеринбург: Изд-во УрГЮА, 2001. – 140 с.

6. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

7. Нестерова О.В. Использование нормативных документов для оценки степени загрязнения для тяжелыми металлами / О.В. Нестерова, В.Г. Трегубова, В.А. Семаль // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1375–1380.

8. Голов В.И., Тимофеев А.Н. Экологические и агрохимические основы производства и применения минеральных удобрений из местного агросырья на почвах Дальнего Востока // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2006. – № 3. – С. 110–124.

9. Александров М.Н. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах юга Сихотэ-Алиня / М.Н. Александров, В.А. Семаль, О.В. Нестерова // Современные исследования в естественных науках [Электронный ресурс] (CD-ROM): материалы II межд. науч. конф. (Владивосток, 26–28 августа 2015 г.). – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. – С. 154–157.

10. Шутова Ю.А. Содержание тяжелых металлов и редких рассеянных элементов в почвах Сихотэ-Алинского и Лазовского заповедников // Почвы Дальнего Востока России: генезис, география, картография, плодородие, рациональное использование и экологическое состояние (к 90-летию Г.И. Иванова) [Электронный ресурс] (CD-ROM): материалы IV Всерос. науч. конф. с межд. участием (Владивосток, 26–29 августа 2014). – Владивосток, 2014. – С. 228–232.

11. Макаревич Р.А. Тяжелые металлы в мортмассе некоторых элементарных геохимических ландшафтов острова Русский / Р.А. Макаревич, Л.А. Латышева // Современные проблемы регионального развития: тезисы докл. VI междунар. науч. конф. (Биробиджан, 4–6 октября 2016 г.). – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН – ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2016. – С. 35–38.

12. Голов В.И. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в пахотных почвах Дальнего Востока / В.И. Голов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 6. – С. 19–22.

13. Латышева Л.А. Влияние антропогенной трансформации лесной растительности на динамику содержания и состава гумуса в буроземах островных территорий юга Приморья / Л.А. Латышева // Вестн. Томск. гос. ун-та. Сер. Биология. – 2014. – № 2 (26). – С. 23–32.

References

1. Pshenichnikov B.F. Antropogennaja dinamika morfoloģičeskogo stroenija i lesorastitelnyh svojstv burozemov ostrova

Russkij / B.F. Pshenichnikov, N.F. Pshenichnikova, L.A. Lатыsheva // Vestnik KrasGau. 2010. no. 12. pp. 24–28.

2. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii. Smolensk: Ojkumena, 2004. 342 p.

3. Rukovodjashhij dokument. Metodicheskie ukazanija. Metodika vypolnenija izmerenij massovoj doli kislotorastvorimyh form metallov (medi, svinca, cinka, nikelja, kadmija, kobalta, hroma, marganca) v probah pochvy atomno-absorbicionnym analizom v laboratorijah Obshhegosudarstvennoj sluzhby nabljudenija i kontrolja zagrjaznenija prirodnoj sredy. RD 52.18.191 89. М., 1990. 32 p.

4. Kabata-Pendias A., Pendias H. Mikrojelementy v pochvah i rastenijah. М.: Mir, 1989. 439 p.

5. Kremlev A.G. Matematika. Razdel «Statistika». Ekaterinburg: Izd-vo UrGJuA, 2001. 140 p.

6. Metodicheskie ukazanija po provedeniju kompleksnogo monitoringa plodorodija pochv zemel selskohozjajstvennogo naznachenija. М.: FGNU «Rosinformagroteh», 2003. 240 p.

7. Nesterova O.V. Ispolzovanie normativnyh dokumentov dlja ocenki stepeni zagrjaznenija pochv tjazhelymi metallami / O.V. Nesterova, V.G. Tregubova, V.A. Semal // Pochvovedenie. 2014. no. 11. pp. 1375–1380.

8. Golov V.I., Timofeev A.N. Jekologičeskie i agrohimicheskie osnovy proizvodstva i primenenija mineralnyh udobrenij iz mestnogo agrosyrja na pochvah Dalnego Vostoka // Izvestija Dalnevostochnogo federalnogo universiteta. Jekonomika i upravlenie. 2006. no. 3. pp. 110–124.

9. Aleksandrov M.N. Fonovoe sodержanie tjazhelyh metallov v pochvah juga Sihotje-Alinja / M.N. Aleksandrov, V.A. Semal, O.V. Nesterova // Sovremennye issledovanija v estestvennyh naukah [Elektronnyj resurs] (CD-ROM): materialy II mezhd. nauch. konf. (Vladivostok, 26–28 avgusta 2015 g.). Vladivostok: Izd-vo Dalnevost. un-ta, 2015. pp. 154–157.

10. Shutova Ju.A. Soderzhanie tjazhelyh metallov i redkih rassejannyh jelementov v pochvah Sihotje-Alinskogo i Lazovskogo zapovednikov // Pochvy Dalnego Vostoka Rossii: genezis, geografija, kartografija, plodorodie, racionalnoe ispolzovanie i jekologičeskoe sostojanie (k 90-letiju G.I. Ivanova) [Elektronnyj resurs] (CD-ROM): materialy IV Vseros. nauch. konf. s mezhd. uchastiem (Vladivostok, 26–29 avgusta 2014). Vladivostok, 2014. pp. 228–232.

11. Makarevich R.A. Tjazhelye metally v mortmasse nekotoryh jelementarnyh geohimičeskijh landshaftov ostrova Russkij / R.A. Makarevich, L.A. Lатыsheva // Sovremennye problemy regionalnogo razvitija: tezisы dokl. VI mezhdunar. nauch. konf. (Birobidzhan, 4–6 oktjabrja 2016 g.). Birobidzhan: IKARP DVO RAN FGBOU VPO «PGU im. Sholom-Alejhe-ma», 2016. pp. 35–38.

12. Golov V.I. Soderzhanie mikrojelementov i tjazhelyh metallov v pahotnyh pochvah Dalnego Vostoka / V.I. Golov // Vestnik rossijskoj selskohozjajstvennoj nauki. 2010. no. 6. pp. 19–22.

13. Lатышева Л.А. Vlijanie antropogennoj transformacii lesnoj rastitelnosti na dinamiku sodержanija i sostava gumusa v burozemah ostrovnnyh territorij juga Primorja / L.A. Lатышева // Vestn. Tomsk. gos. un-ta. Ser. Biologija. 2014. no. 2 (26). pp. 23–32.