

УДК 631.47 (470-67)

UDC 631.47 (470-67)

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (NI, CR, PB) В
ОСНОВНЫХ ТИПАХ ПОЧВ ПРЕДГОРНОГО
ДАГЕСТАНА**

**PATTERNS OF THE DISTRIBUTION OF
HEAVY METALS (NI, CR, PB) IN THE MAIN
SOILS TYPES OF THE FOOTHILLS OF
DAGESTAN**

Салихов Шамиль Курамагомедович
научный сотрудник

Salikhov Shamil Kuramagomedovich
researcher

Баширов Рашид Раdifович
старший лаборант

Bashirov Rashid Radifovich
senior laboratory worker

Магомедалиев Али Заирбекович
инженер-исследователь
*ФГБУН Прикаспийский институт биологических
ресурсов Дагестанского научного центра РАН,
Махачкала, Россия*

Magomedaliev Ali Zairbekovich
research engineer
*Pricaspian Institute of Biologic Resources of
Daghestan Scientific Center RAS, Makhachkala,
Russia*

Рассмотрены основные типы почв (коричневые, бурые лесные) предгорной зоны Дагестана. Выявлено, что распределение никеля, хрома и свинца в почвах зависит от различных факторов: почвообразующей породы, физической глины, гумуса, pH. Определено фоновое содержание изученных тяжелых металлов в исследованных почвах региона

We investigated the basic soil types (brown, brown wood) of foothill zone of Dagestan. We revealed that the distribution of nickel, chromium and lead in the soils depends on several factors: soil-forming rock, physical clay, humus and pH. We defined the background content of heavy metals in the studied soils of the region

Ключевые слова: ПРЕДГОРНАЯ ЗОНА
ДАГЕСТАНА, КОРИЧНЕВЫЕ ПОЧВЫ, БУРЫЕ
ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ, НИКЕЛЬ, ХРОМ, СВИНЕЦ,
ФОНОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ, ПРЕДЕЛЬНО-
ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

Keywords: FOOTHILL ZONE OF DAGESTAN,
BROWN SOIL, BROWN FOREST SOIL, NICKEL,
CHROMIUM, LEAD, BACKGROUND CONTENT,
MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION

Почва является связующим звеном между живой и неживой природой, основной функций которого является возникновение и поддержание жизни на нашей планете. Она является местом обитания микроорганизмов, почвенных животных, корней растений. В ней концентрируются химические элементы, и поскольку почва является началом трофической цепи, от уровня их содержания в ней зависят многочисленные процессы, происходящие в организме растений, животных и человека.

Необходимость изучения содержания тяжелых металлов в почвах, в частности хрома, никеля, свинца, обусловлено их влиянием на развитие растений, физиологическое состояние организма животных и здоровье

человека [1, 2, 5, 6, 10, 14, 17, 18, 21]. Биологическая роль никеля заключается в участии в структурной организации и функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК и белка. По своим биохимическим свойствам никель весьма схож с железом и кобальтом. Избыточное поступление металла в организм животных и человека может быть связано с интенсивным техногенным загрязнением почв и растений этим элементом. Избыточное содержание никеля приводит к подавлению процессов фотосинтеза и транспирации у растений, у животных проявляется в снижении активности металлоферментов, нарушением синтеза белка, развитием повреждений в тканях и органах. Избыток свинца в растениях, связанный с высокой его концентрацией в почве, ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза [19]. Вследствие этого снижается урожайность растений и резко ухудшается качество производимой продукции. При избытке свинца в организме животных поражаются в первую очередь нервная система, органы кроветворения и почки. Основные функции хрома – участие в структуре и функции нуклеиновых кислот, взаимодействие с инсулином в процессах углеводного обмена. Избыток хрома вызывает ослабление иммунитета организма, приводящий к снижению восстановительных процессов в клетках, ингибированию активности ферментов, поражению печени, нарушению процессов биологического окисления, в частности цикла трикарбоновых кислот [20].

Работ посвященных влиянию различных факторов на накопление и миграцию тяжелых металлов и их фонового содержания в почвах республики Дагестан мало [4, 12, 13].

Целью нашего исследования было выявление связи содержания никеля, хрома и свинца с количеством физической глины, гумуса, рН, а также определение фонового содержания их в основных типах почв (коричневые, бурые лесные) предгорной зоны Дагестана.

Объекты и методы

Были проанализированы три подтипа коричневых (коричневая карбонатная, коричневая типичная, коричневая выщелоченная) и два подтипа бурых лесных (бурая лесная типичная, бурая лесная олуговелая) почв, которые являются широко распространенными типами в предгорной зоне Дагестана. Для каждого подтипа исследованных почв были заложены 8-10 почвенных разрезов, с которых отбирались образцы по генетическим горизонтам. Для общей характеристики почв и в целях выявления корреляционных зависимостей между почвенными показателями проводилось определение гумуса по методу Тюрина [15], рН – потенциометрическим методом [8] и гранулометрический состав по Качинскому [16].

Определение общего содержания тяжелых металлов (Ni, Pb, Cr) проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на ААС ЭТА Hitachi 170-70 [11] в лаборатории биогеохимии ПИБР ДНЦ РАН и в Аналитическом центре коллективного пользования ДНЦ РАН.

Полученные данные были статистически обработаны в программе Microsoft Office Excel 2010.

Обсуждение результатов

Показатели содержания физической глины, гумуса, рН, а также никеля, свинца, хрома в почвах предгорной зоны Дагестана варьируют в зависимости от подтипа почв (табл.).

Таблица. Среднее содержание гумуса, рН, Cr, Ni, Pb по генетическим горизонтам коричневых и бурых лесных почв предгорной зоны Дагестана

Подтип почвы	Горизонт	Физ. глина	Гумус, %	рН	Тяжелые металлы, мг/кг		
					Ni	Cr	Pb
Коричневая почва							
Коричневая карбонатная	A	50,3	4,7	7,3	69,3±3,0 33-105	135,4±4,1 81-210	15,3±1,9 11-23
	B	46,9	2,1	7,2	66,2±2,7 34-171	139,2±3,6 80-206	16,2±1,4 8-30
	C	62,4	0,85	7,4	54,8±1,9 33-100	149,4±2,8 95-237	20,6±0,9 9-42
Коричневая типичная	A	51,4	4,2	7,1	56,2±4,8 42-83	107,2±5,1 67-134	18,1±2,8 12-37
	B	60,5	2,22	7,2	65,3±3,9 41-101	132,2±3,8 72-174	14,1±2,1 11-27
	C	67,8	0,98	7,3	64,7±3,1 37-109	117,9±2,4 57-143	15,6±1,0 8-26
Коричневая выщелоченная	A	48,2	2,9	6,9	108,4±3,6 55-192	151,2±3,7 99-209	23,2±2,1 16-34
	B	53,4	1,38	7,0	105,1±5,7 56-180	137,8±4,2 72-207	17,2±1,7 10-29
	C	45,4	0,64	7,2	107,2±2,8 58-229	139,4±2,3 76-221	20,3±1,2 10-38
Буряя лесная почва							
Буряя лесная типичная	A	59,4	4,42	5,3	84,3±3,9 35-115	124,3±4,3 63-158	27,3±1,9 17-49
	B	56,2	0,75	5,7	109,4±3,4 78-170	96,4±3,6 65-132	16,8±1,6 11-27
	C	63,2	0,54	6,4	123,7±2,8 110-198	137,2±2,4 140-184	19,4±0,8 13-28
Буряя лесная олуговелая	A	62,2	6,26	5,8	54,7±2,8 49-96	119,4±3,2 84-167	21,4±1,3 8-34
	B	52,3	2,60	6,4	68,4±2,3 44-93	91,2±2,5 65-141	10,5±1,1 9-16
	C	48,7	1,32	6,9	58,7±1,3 39-67	89,4±1,9 72-128	12,6±0,9 6-14

Примечание: в числителе – $M \pm m$; в знаменателе – Lim

Территория предгорной зоны Дагестана составляет 0,84 млн. га или 15,8% всей площади республики. Основными типами почв данного региона являются коричневые и бурые лесные почвы, которые занимают более половины площади почвенного покрова предгорий [9].

Коричневые почвы исследуемого региона формируются при непромывном водном режиме под ксерофитными кустарниками на карбонатных и бескарбонатных породах, в пределах высотных отметок 200-500 м. Географическое распространение рассматриваемых почв позволяет отметить приуроченность их к сравнительно увлажненной части предгорий, где они граничат с лесными бурыми почвами, а на севере – с каштановыми карбонатными. В коричневых почвах имеет место большая продолжительность микробиологических, химических, физических процессов связанных с положительными температурами и сравнительно повышенной степенью увлажнения.

Подтип коричневые карбонатные почвы распространены в нижней части ареала почв коричневого типа. Они приурочены к центральным и юго-восточным предгорьям, характеризующимся сравнительно высокой аридностью. Мощность горизонта А+В варьирует от 30 до 50 см. Вниз по профилю почв в целом происходит увеличение содержания глинистых частиц (от 50,3% в гор. А до 62,4% в гор. С). Среднее содержание гумуса в гор. А – 4,7 %. Реакция почвенного раствора слабощелочная по всему почвенному профилю.

Подтип коричневые типичные почвы занимают промежуточное положение, верхняя граница их соприкасается с выщелоченными, нижняя – с карбонатными. Мощность горизонта А+В коричневых типичных почв составляет 30-60 см. В гранулометрическом составе наблюдается закономерность – увеличение физической глины от гор. А (51,4%) до гор. С (67,8%). Отличаются относительно укороченным гумусовым профилем. Среднее содержание гумуса – 4,2% , с глубиной постепенно уменьшается. рН почвы слабощелочная, с небольшим увеличением показателя вниз по профилю.

Подтип коричневые выщелоченные почвы приурочены к южной и юго-западной возвышенной части полосы распространения

рассматриваемых почв. Мощность горизонта А+В варьирует от 25 до 45 см. Содержание физической глины не имеет выраженной закономерности и колеблется от 45,4% в гор. С до 53,4% в гор. В. Среднее содержание гумуса в горизонте А – 2,9 %. Реакция почвенного раствора нейтральная с тенденцией к слабощелочной вниз по профилю.

В предгорной зоне и в переходной полосе от предгорий к горной зоне значительную площадь занимают бурые лесные почвы. Общая площадь бурых лесных почв в Дагестане с учетом олуговелых, остепненных разностей составляет 506,8 тыс. га [9]. Высотные отметки приурочены к 350-400, 600-1200, до 1600-2200 м, в зависимости от экспозиции склона. Остальные массивы сосредоточены в северных, северо- западных склонах, крутизной 10- 40 пределах верхнепредгорного Дагестана. В них происходит интенсивный биологический круговорот веществ, способствующий развитию внутрипочвенного глинообразования склонам северо-восточных экспозиций, залегают сосново- березовым криволесьем, переходя в горную зону.

Бурые лесные типичные почвы формируются на высотах 500-1200-1700 м [7] над уровнем океана под дубово-грабовыми, с примесью других пород и буковыми сомкнутыми мезофильными лесами в условиях периодически промывного режима на элювиально-делювиальных и делювиальных бескарбонатных тяжелых суглинках и глинах, подстилаемых породами различного литологического состава. Мощность горизонтов А+В варьирует от 40 до 70 см. Гранулометрический анализ бурых лесных типичных почв иллюстрирует незначительное увеличение сверху вниз по профилю содержания глинистых фракций (от 59,4% в гор. А до 63,2% в гор. С). Среднее содержание гумуса в горизонте А – 4,4%, с резким падением в горизонте В до 0,75%. Реакция почвенного раствора меняется от слабокислой до почти нейтральной.

Бурые лесные олуговелые почвы сформировались на высотах от 800-1200 м на элювиальных и элювиально-делювиальных карбонатных и бескарбонатных породах тяжело- и среднесуглинистого состава под мезофильными разнотравными растительными группировками, образующие послелесные луга. Мощность горизонта А+В до 40 см. Гранулометрический состав характеризуется уменьшением содержания глинистых частиц от 62,2% в гор. А до 48,7% в гор. С. Среднее содержание гумуса в гор. А – 6,26%. Реакция почвенного раствора – слабокислая, с глубиной переходящая в нейтральную.

Содержание никеля, хрома, свинца в коричневых и бурых лесных почвах варьирует в зависимости от подтипа, генетического горизонта, гранулометрического состава, содержания гумуса, рН (табл.).

В исследованных почвах была выявлена положительная корреляция содержания никеля, хрома и свинца в почвах с количеством их в почвообразующей породе: в коричневых ($r = 0,93; 0,65; 0,27$) и бурых лесных почвах ($r = 0,87; 0,18; 0,50$), соответственно. Накопление элементов в почвах в основном было обусловлено гранулометрическим составом, реакцией среды, количеством гумуса. Прямо пропорциональная зависимость между их содержанием и изученными параметрами почв не всегда прослеживалась, что вероятно обусловлено другими факторами: содержание в почвах карбонатов, влияние других макро- и микроэлементов, физико-химические свойства тяжелого металла и т.д.

ПДК изучаемых тяжелых металлов составляет, в мг/кг: для никеля – 85, для хрома – 90 и для свинца – 32 [3].

В коричневых карбонатных и коричневых типичных почвах по никелю показатели были ниже ПДК (0,66-0,82 ПДК), а в выщелоченном подтипе почв содержание его по горизонтам было почти одинаковое и превышало ПДК в 1,3 раза. Распределение валовых форм хрома указывало на большее содержание его в нижележащих слоях подтипов почв, за

исключением подтипа коричневых выщелоченных почв, где содержание его в гор. А было выше (1,5 ПДК), что свидетельствует о вероятном влиянии антропогенного фактора. Содержание свинца во всех подтипах исследуемой почвы не превышало ПДК (0,5-0,7 ПДК), причем содержание его также было большим в коричневом выщелоченном подтипе.

В бурых лесных почвах содержание хрома незначительно превышало ПДК – 1,3-1,4 раза. В распределение никеля, в целом, в изученных подтипах (бурая лесная типичная, бурая лесная олуговелая) почв наблюдалось повышение концентрации от гор. А (84,3 и 54,7 мг/кг) до горизонта С (123,7 и 58,7 мг/кг). Таким образом, содержание никеля обусловлено влиянием почвообразующей породы. ПДК его была ниже (0,64 ПДК) в случае олуговелого подтипа бурой лесной почвы или было на уровне (0,99 ПДК) в бурой лесной типичной почве. По свинцу наблюдалось биогенное накопление в изученных подтипах бурой лесной почвы в горизонте А в обоих подтипах (27,3 и 21,4 мг/кг), с понижением в 1,5-2 раза в горизонтах В и С (В – 16,8 и 10,5 мг/кг; С – 19,4 и 12,6 мг/кг) в бурой лесной типичной и бурой лесной олуговелой, соответственно. Несмотря на накопление свинца в верхних горизонтах данных почв, содержание его не превышало допустимых концентраций (0,9-0,7 ПДК), что вероятно обусловлено слабо развитой инфраструктурой и отсутствием источников техногенного загрязнения на исследованной территории. В общем, сравнивая оба подтипа бурой лесной почвы, можно отметить, что концентрация валовых форм всех исследуемых элементов, была заметно выше в бурых лесных типичных почвах. Эта разница была наиболее заметна в гор. С, что связано с общим уровнем содержания тяжелых металлов в естественных ценозах, который, в основном, определяется их количеством в почвообразующей породе.

Заключение

Анализ данных исследования в целом указывает на связь содержания никеля, хрома и свинца в исследованных почвах с их гранулометрическим составом, с содержанием гумуса и рН. Большое влияние на накопление элементов (Ni, Pb, Cr) в почвах имело содержание их в почвообразующих породах.

Фоновые показатели содержания тяжелых металлов (60-80% от всего количества определений) естественных почв предгорий в коричневых карбонатных и коричневых типичных колебались в пределах, в мг/кг: никель – 40-80; хром – 100-150; свинец – 15-20. В коричневых выщелоченных: никель – 90-115; хром – 140-180; свинец – 20-25. В бурых лесных типичных почвах фоновые показатели: никель – 70-90; хром – 100-130; свинец – 20-30. В бурых лесных олуговелых: никель – 50-70; хром – 110-130; свинец – 20-25.

В целях недопущения загрязнения тяжелыми металлами необходим мониторинг состояния химического состава исследованных почв, так как при сельскохозяйственном освоении этих территорий, возможно, их поступление при нерациональном применении удобрений, пестицидов и других ядохимикатов.

Литература

1. Алексеенко В.А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Логос, 2011. 244 с.
2. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. М.: Изд-во КМК, 2001. 83 с.
3. Башкин В.Н. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 584 с.
4. Баширов Р.Р., Салихов Ш.К., Магомедалиев А.З. Хром, никель, свинец в коричневых почвах предгорной зоны Дагестана // Матер. межд. научно-практ. конф. «Наука и образование 2010». Мурманск, 2010. С. 541-544
5. Бокова Т.И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва растение - животное - продукт питания человека / Т.И. Бокова // РАСХН. сиб. отд-ние ГНУ СибНИПТИП. Новосибирск, 2004. 206 с.
6. Ермохин Ю.И. Агроэкологическая оценка действия кадмии, никеля и цинка в системе почва-растение-животное / Ю.И. Ермохин, А.В. Синдирева, Н.К. Трубина: монография. Омск: Ом. гос. аг-рар. ун-т, 2002. 117 с.
7. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. М. 2010. 243 с.

8. Зырин Н.Г., Орлов Д.С. Физико-химические методы исследования почв. Издательство: МГУ, 1980. 383 с.
9. Классификация и диагностика почв Дагестана// под ред. С.В. Зонна. Махачкала: Даг. филиал АН СССР, 1982. 84 с.
10. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 232 с.
11. Крысанова Т.А., Котова Д.Л., Бабенко Н.К., и др. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Воронеж, 2005. 31 с.
12. Магомедалиев З.Г., Баширов Р.Р. Экологическая оценка загрязненности почв Северо-Западного Прикаспия некоторыми тяжелыми металлами//Матер. межд. научно-практ. конф. «Современная экология наука XXI века». Рязань, 2008. С. 86-89.
13. Магомедалиев А.З., Салихов Ш.К., Баширов Р.Р. Содержание отдельных тяжелых металлов в бурых лесных почвах Дагестана//Матер. IV всеросс. науч. конф. «Отражение био-гео-антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове». Томск, 2010. Т. 2. С. 120-123
14. Орлов Д.С. Микроэлементы в почвах и живых организмах //СОЖ. 1998. № 1. С. 61-68.
15. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие / Под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
16. Практикум по почвоведению /Под ред. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1980. 272 с.
17. Сидоров Н.Ф. Проблема тяжелых металлов в сельском хозяйстве / Н.Ф. Сидоров. Иваново, 1995. 59 с.
18. Черных Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. М.: Агроконсалт, 2002. 200 с.
19. Шепелев В.В. Эколого-агрохимическая оценка почв и растений при длительном применении удобрений: Автореф. ...канд. с./х. наук. Омск, 1999. 16 с.
20. Angelone M. Bini C. 1992. Trace elements concentrations in soil and plants of western Europe. In Adriano DC, ed. Biogeochemistry of trace metals. Boca Raton, Lewis Publishers, P. 19-60.
21. Dietz K.-J., Baier M., Krämer U. Free Radicals and Reactive Oxygen Species as Mediators of Heavy Metal Toxicity in Plants. Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems. // Eds. Prasad M.N.V., Hagemeyer J. Berlin: Springer, 1999. P. 73-97.