

УДК 631.416.9

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Ахметова Г.В.

*ФГБУН «Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук»,
Петрозаводск, e-mail: akhmetova@krc.karelia.ru*

В результате обобщения и систематизации накопленных данных по валовому содержанию микроэлементов (медь, цинк, никель, кобальт, хром, марганец) в лесных почвах среднетаежной подзоны республики Карелия были выявлены особенности их концентрации и географические закономерности распределения. Выявлено что содержание всех изучаемых микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии в среднем невысокое, однако почвы исследуемой территории характеризуются неравномерным распределением микроэлементов. Наиболее распространенные песчаные почвы подзолистого генезиса отличаются низкими значениями концентрации большинства микроэлементов. Достаточно высоким их содержанием отличаются подзолистые суглинистые почвы и буроземы, развитые на почвообразующих породах, характеризующихся высокими значениями содержания химических элементов. Буроземы шунгитовые на шунгитовых сланцах, распространенные на Заонежском полуострове, могут считаться самыми обеспеченными микроэлементами среди почв региона. Установленные закономерности содержания изучаемых микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии отражены на составленных моноэлементных картосхемах.

Ключевые слова: микроэлементы, лесные почвы, среднетаежная подзона, кларк, фоновые концентрации, картосхемы

GEOGRAPHIC PATTERNS OF MICROELEMENTS DISTRIBUTION IN SOILS OF KARELIAN MIDTAIGA ZONE

Akhmetova G.V.

*Forest Research Institute of Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk,
e-mail: akhmetova@krc.karelia.ru*

Previously gathered data on the gross content of microelements (copper, zinc, nickel, cobalt, chromium, manganese) in forest soils of the Karelian mid-taiga zone were summarized and systematized, and patterns were identified in their concentration and geographical distribution. The average content of all these microelements in soils of the Karelian mid-taiga zone was found to be quite low, but their distribution across the territory is rather uneven. The most widespread sandy podzol-type soils feature low concentrations of a majority of the microelements. Their content is relatively high in loamy podzolic soils and brown earths overlying parent rocks with high levels of chemical elements. Shungitic brown earths overlying shungite schists, which are common in Zaonezhsky Peninsula, are arguably the richest in microelements among the region's soils. The patterns detected in the content of the microelements in soils of the Karelian mid-taiga zone are depicted in the schematic maps plotted for each specific element.

Keywords: microelements, forest soils, mid-taiga subzone, clark, background concentrations, map-schemes

Микроэлементы содержатся в почве в очень малых количествах, однако они выполняют важнейшие функции в биохимических процессах и жизненно необходимы для нормального роста и развития живых организмов. Тем не менее, при повышенных концентрациях они относятся к наиболее опасным загрязняющим веществам – тяжелым металлам [7]. Этим определяется актуальность исследований направленных на изучение микроэлементного состава почв. Сведения о содержании микроэлементов в почвах, с одной стороны, необходимы для оценки потребности в них растений, а с другой – для решения задач охраны почв от загрязнения. Также элементный состав почв отражает характер литологического строения территории и особенности тех-

ногенного и биологического круговорота веществ.

Цель данного исследования – выявление особенностей пространственного распределения валового содержания микроэлементов в лесных почвах среднетаежной подзоны Карелии.

Материалы и методы исследования

Главная геохимическая особенность почв Карелии связана с тем, что основная часть региона расположена в пределах восточной части Фенноскандинавского щита, здесь широко распространены различного рода гранитогнейсы, гнейсограниты, гнейдиориты и граниты, которые богаты кремнеземом, алюминием и щелочами, но бедны металлами и почти не содержат микробиогенные элементы. Также эти породы относительно устойчивы к выветриванию в прохладном климате. Образование раннепро-

терозойского чехла, распространенные в северной части Прионежья и Приладожья, представлены различными осадочными породами основного и ультраосновного химического состава и характеризуются более высоким содержанием макро- и микроэлементов [8]. Южная часть республики занимает северную часть Русской равнины, где распространены более мощные осадочные отложения, преимущественно песчаные, в юго-восточной части Карелии распространена суглинистая морена. Из позднеледниковых отложений встречаются ленточные глины и суглинки, которые приурочены к крупным депрессиям рельефа (Шуйская, Ладвинская и Олонецкая равнины).

Почвенный покров Карелии отличается сложным строением, мозаичностью и мелкоконтурностью, что связано с сильной расчлененностью рельефа и частой сменой почвообразующих пород (рис. 1).

В среднетаежной подзоне Карелии наибольшие площади занимают автоморфные почвы, преимущественно подзолы. Наиболее среди них распространены подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусово-железистые. В южной части Карелии для подзолов характерно наличие гумусово-аккумулятивного процесса, который в сочетании с тяжелым гранулометрическим составом приводит к образованию подзолистых почв. Почвенный покров районов Приладожья и Заонежья, в местах распространения почвообразующих пород основного химического состава (элюво-делювий диабазов, моренные и озерные отложения, обогащенные элювием диабазов, шунгиты), представлен буроземами [5].

В настоящее время накоплено большое количество информации о валовом содержании микроэлементов в почвах республики Карелия [1, 3, 5, 7, 9, 10] анализ которых позволяет провести обобщение этих сведений.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате статистической обработки данных по содержанию микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии была получена обобщенная информация о содержании ряда микроэлементов в двух верхних минеральных горизонтах (А и В) почв среднетаежной подзоны Карелии (таблица). По сравнению с относительными показателями (кларк почвы и фоновое со-

держание) концентрация всех микроэлементов характеризуется преимущественно более низкими значениями, то есть, в среднем, их содержание в почвах среднетаежной подзоны Карелии можно оценить как низкое. Однако, диапазоны концентраций изучаемых микроэлементов очень широкие, выявлены очень высокие коэффициенты вариации содержания большинства микроэлементов в изучаемых почвах ($V = 70-100\%$), только хром отличается более равномерным пространственным распределением ($V = 40-50\%$).

Содержание микроэлементов в наиболее распространенных почвах изучаемой территории – подзолах, относительно кларковых и фоновых показателей, очень низкое. Эта особенность связана с почвообразующими породами, на которых формируются данные почвы – в основном это флювиогляциальные пески и песчаная морена, которые бедны химическими элементами. Также для подзолов характерно неравномерное распределение микроэлементов по профилю. Особенно низко содержание их в подзолистых горизонтах данных почв, для меди, кобальта, никеля, цинка – Кс (коэффициент концентрации элемента рассчитанный относительно его фонового значения) = 0,12-0,3, для хрома – Кс = 0,4-0,5, так как в результате разрушения минералов в горизонтах А2 происходит вынос питательных веществ и химических элементов и аккумуляции их ниже по профилю почв. Иллювиальные горизонты подзолов выступают в качестве сорбционного барьера, на котором с разной степенью интенсивности, происходит накопление химических элементов. Коэффициенты концентрации большинства микроэлементов здесь более высокие – до 0,4-0,5, особенно интенсивно накапливается цинк – его концентрация увеличивается в 2-3 раза по сравнению с его содержанием в подзолистых горизонтах (Кс = 0,5-0,7).

Статистические показатели содержания микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии, мг/кг

| Показатель | Горизонт | Cu | Co | Ni | Zn | Cr | Mn |
|-----------------------|----------|-------|------|------|-------|-------|------|
| Ср. арифметическое | A | 8,2 | 3,3 | 10,7 | 21,0 | 27,9 | 131 |
| | B | 10,9 | 4,7 | 13,6 | 33,6 | 44,0 | 160 |
| Минимальное значение | A | 1,3 | 0,4 | 2,3 | 3,8 | 7,2 | 36 |
| | B | 1,9 | 0,9 | 3,5 | 5,2 | 10,0 | 58 |
| Максимальное значение | A | 136,5 | 28,3 | 80,4 | 188,1 | 98,5 | 1500 |
| | B | 164,3 | 46,1 | 82,9 | 242,1 | 102,3 | 1500 |
| V, % | A | 100 | 80 | 80 | 100 | 42 | 100 |
| | B | 100 | 73 | 70 | 72 | 33 | 97 |
| Кларк почвы [2] | - | 20 | 8 | 40 | 50 | 70 | 850 |
| Фон [6] | - | 18,5 | 11,6 | 27,6 | 37,2 | 47,3 | 282 |

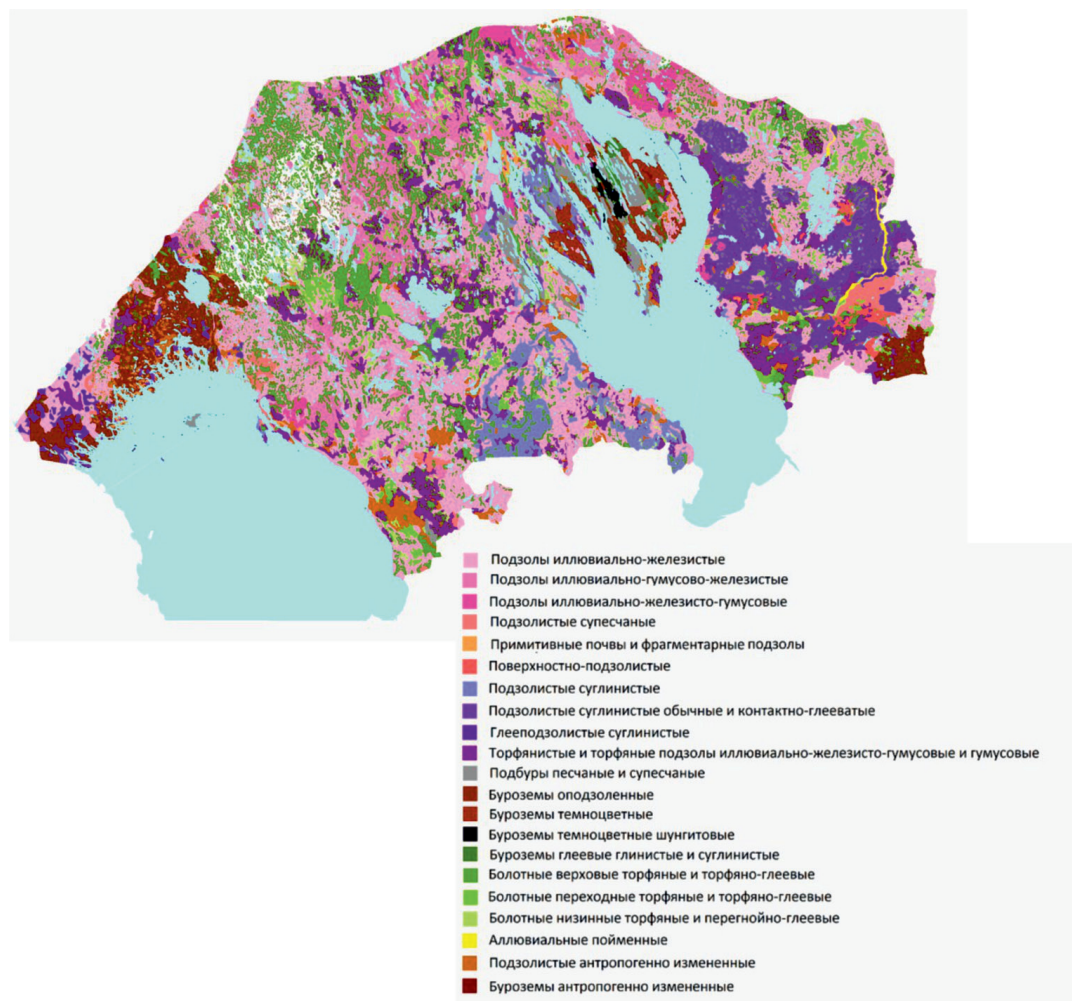


Рис. 1. Почвенная карта среднетаежной подзоны Карелии

В местах выходов коренных скальных пород кислого химического состава часто встречаются фрагментарные подзолы. Они характеризуются более высокими величинами концентрации микроэлементов, что связано с менее интенсивно происходящим процессом разрушения первичных материалов. Тем не менее, рассчитанные коэффициенты концентрации здесь низкие – для элювиальных горизонтов они находятся на уровне 0,2-0,6, для иллювиальных – 0,4-0,8.

Поверхностно-подзолистые почвы в среднетаежной подзоне Карелии встречаются локально, они развиваются на хорошо дренированных песках в водно-ледниковых типах ландшафтов и занимают небольшие площади. Данные почвы отличаются более высокими значениями концентрации меди, цинка, хрома и марганца, их коэффициенты концентрации в иллювиальных горизонтах приближаются к единице.

Подбуры формируются на элювии и элюво-делювии основных кристаллических пород в денудационно-тектонических и скальных типах ландшафтов на побережьях Ладожского и Онежского озер. Данные почвы отличаются более высоким уровнем содержания микроэлементов, чем вышерассмотренные почвы. Коэффициенты концентрации большинства микроэлементов здесь сильно варьирует – от 0,4 (медь, кобальт) до 0,95 (цинк, марганец).

Подзолистые суглинистые почвы формируются в районах распространения суглинистой морены или озерных ленточных глин в южной части Карелии. Так как данные почвы отличаются более тяжелым гранулометрическим составом по сравнению с вышерассмотренными почвами, то содержание микроэлементов в них закономерно намного выше – на уровне фоновых и кларковых показателей, особенно отме-

чается высокое содержание цинка. Профиль данных почв также характеризуется контрастностью относительно содержания изучаемых микроэлементов, однако эта закономерность, по сравнению с подзолами, выражена меньше. Рассчитанные коэффициенты концентрации микроэлементов относительно почвенных кларков в подзолистых горизонтах сильно варьируют – для кобальта вычислены самые низкие значения ($K_c = 0,4$), более высокие ($K_c = 0,8$) для меди, никеля, хрома, а для цинка и марганца коэффициенты концентрации превышают единицу. В иллювиальных горизонтах рассчитанные K_c для большинства микроэлементов превышают единицу.

Как говорилось выше, буроземы формируются в местах распространения почвообразующих пород основного химического состава и на тяжелых суглинках. Они характеризуются наличием дернового процесса, в результате которого формируется гумусово-аккумулятивный горизонт, отличающийся высоким содержанием органического вещества и других питательных веществ, в том числе микроэлементов. Содержание последних в данных почвах превышает фоновые значения в 2-5 раз, особенно высокие значения выявлены для цинка, меди и марганца.

Наибольшая концентрация всех изученных микроэлементов характерна для буроземов развитых на шунгитовых сланцах или морене с высоким содержанием шунгитового материала. Несмотря на высокую степень каменистости, данные почвы могут считаться наиболее плодородными среди почв Карелии.

Полученные данные по содержанию и закономерности географического распространения нашли отражение в построены нами моноэлементных картосхемах содер-

жания микроэлементов в верхних минеральных горизонтах почвах среднетаежной подзоны Карелии (представлена картосхема для меди рис. 2). Таким образом, визуально подтвержден вывод о том, что большая часть территории может быть охарактеризована преимущественно как биохимическая провинция с пониженным содержанием изучаемых микроэлементов. Выделяются несколько районов, которые отличаются высоким содержанием всех микроэлементов: северо-западное Прионежье и Заонежский полуостров, крайняя юго-восточная часть (Пудожский район) и Приладожье.

Заключение

Содержание всех изучаемых микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии в среднем низкое, однако почвы исследуемой территории характеризуются различными концентрациями микроэлементов. Для них выявлен широкий диапазон данных, рассчитаны очень высокие коэффициенты вариации содержания микроэлементов в изучаемых почвах.

Наиболее распространенные почвы Карелии – подзолы, формируются на бедных микроэлементами почвообразующих пород – песках, песчаных и супесчаных моренах, характеризуются самыми низкими значениями концентрации микроэлементов.

Почвы, развитые на богатых химическими элементами почвообразующих породах – подзолы суглинистые и буроземы, характеризуются более высокими уровнями содержания микроэлементов.

Буроземы шунгитовые, развитые на шунгитовых сланцах, распространенные на Заонежском полуострове, могут считаться самыми обеспеченными микроэлементами среди почв региона.

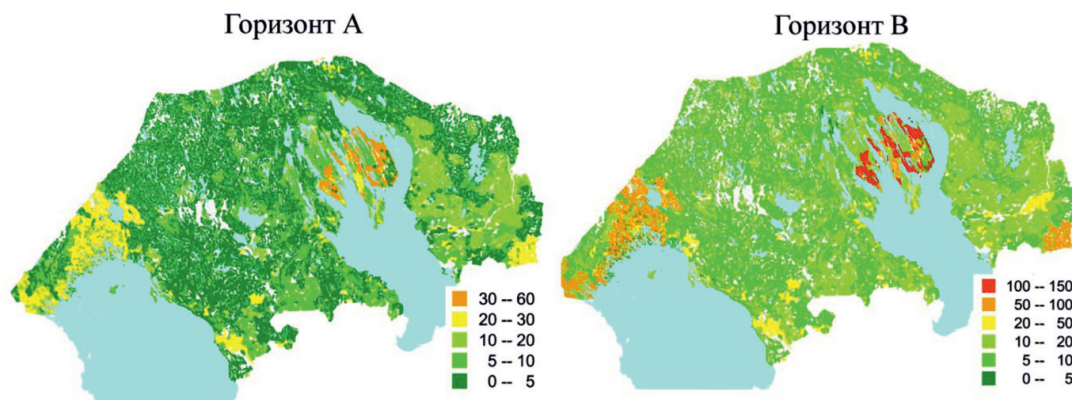


Рис. 2. Картосхема содержания (мг/кг) меди в верхних минеральных горизонтах почв среднетаежной подзоны Карелии

Установленные закономерности содержания изучаемых микроэлементов в почвах среднетаежной подзоны Карелии отражены на составленных моноэлементных картах.

Представленный материал был получен при выполнении государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (0220-2014-0006).

Список литературы

1. Ахметова Г.В. Особенности содержания микроэлементов в лесных почвах трех типов ландшафтов среднетаежной подзоны Карелии // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 4. – С. 49–53.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 239 с.
3. Загрязнение лесной территории Карелии тяжелыми металлами и серой / Федорец Н.Г., Дьяконов В.В., Литинский П.Ю., Шильцова Г.В. – Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 1998. – 47 с.
4. Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. – Л.: Наука, 1991. – 184 с.
5. Морозова Р.М., Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Почвы и почвенный покров Заонежья Карелии // Труды КарНЦ РАН. Выпуск 6. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. – С. 69–89.
6. Орлов Л.П., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 558 с.
7. Почвы Карелии: геохимический атлас / Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Солодовников А.Н., Морозов А.К. – М.: Наука, 2008. – 47 с.
8. Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги / Ред. Н.Г. Федорец. – М.: Наука, 2006. – 287 с.
9. Тяжелые металлы в почвах Карелии / Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Медведева М.В., Ахметова Г.В., Новиков С.Г., Ткаченко Ю.Н., Солодовников А.Н. Отв. ред. Г.В. Ахметова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. – 222 с.
10. Эколого-геохимические и биологические закономерности почвообразования в таежных лесных экосистемах. / Ред. Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – 176 с.