

**Н.К. КУЛДАНБАЕВ1,4, Р.Д. ФОГТ2, А. АРНОЛДУССЕНЗ, Т.Н. СЫДЫКБАЕВ1,
Т.И. ОКЛАНДЗ, О. ЭЙЛЕРТСЕНЗ**

1Общественный фонд «Реласкоп» (г. Бишкек, Кыргызская Республика), 2Факультет химии Университета Осло (г. Осло, Норвегия), 3Норвежский институт леса и ландшафта (г. Ос, Норвегия), Норвежская лесная группа (г. Осло, Норвегия).

4Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина» (г. Бишкек)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕШ-ТАШ»

Изучено содержание тяжелых металлов (ТМ) в пробах почвы, отобранных еловых лесах местности Беш-Таш (Кыргызская Республика, Таласская обл.), которая является частью системы мониторинга. Превышение содержания ТМ в почве относительно транслокационной ПДК установлены для As, Zn, Ni и Cu. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о наличии 33 взаимосвязей между концентрациями 16 следовых элементов в почве. Исключение составили Pb, Ba и Zn: отсутствие сильной корреляционной связи ($r > 0,7$) с другими элементами и их высокое содержание в верхних слоях почвы могут свидетельствовать о частичном антропогенном характере этих ТМ.

Ключевые слова: *гигиеническая оценка территорий, мониторинг окружающей среды, ICP-Forest, тяжелые металлы, почва, лес.*

ВВЕДЕНИЕ

Ферганская долина является территорией, где все проблемы Центральной Азии (ЦА) представлены в концентрированном виде и сплетены в сложный клубок противоречий. По оценкам экспертов, в районе Ферганской долины (ФД) проживает более 20% процентов населения всей ЦА - 11-12 млн. чел. [Данков, 2006]. Средняя плотность населения в долине составляет около 100 чел./км², а в ее равнинной части - 350 чел./км² и более.

Основными секторами экономики Ферганской долины являются сельское хозяйство, металлургия, нефтегазовая и угольная промышленность. Регион, расположенный в ртутном геохимическом поясе, содержит большие запасы минеральных отложений ртути, сурьмы и других редкоземельных металлов. Кроме того, на протяжении нескольких десятилетий, особенно в период СССР, для получения рекордных урожаев хлопка в почву долины вносились огромные массы различных удобрений. Поэтому сегодня почва Ферганской долины загрязнена ТМ и другими токсическими соединениями, которые превышают ПДК в несколько раз [Богдецкий, 2009]. Эти почвенные загрязнители, частично улетучиваясь и/или адсорбируясь на пылевых частицах, регионально распределяются во время пылевых штормов и воздействуют на чувствительные горные леса ЦА. Горные леса региона играют важную экологическую роль: сохраняют и развивают биоразнообразие, аккумулируют влагу, препятствуют образованию селевых потоков, оползней и снежных лавин, регулируют расходы воды в реках, делая их более равномерными в течение года [Космынин, 1990; Колов, 2003].

При оценке влияния воздушных загрязнений на человека и природу изучению физико-химических свойств почвы уделяется особое внимание: эти объекты являются наиболее легкодоступными и информативными для мониторинговых целей. Систематический контроль качества и свойств почвы позволяет выявлять изменения плодородия почвы, устанавливать возможное увеличение уровней загрязнителей, в т.ч. в результате неправильного землепользования [Дмитриев, 1989; Мудрый, 2002; Ляпкало, 2005; Мамытов, 1996; Неверова, 2004; Tabatabai, 1982; Olsen, 1982; Lucassen, 2010].

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования было изучение содержания тяжелых металлов в почве еловых лесов Национального парка «Беш-Таш» (Кыргызская Республика, Таласская обл.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Геоботаническое описание местности

По ботанико-географическому районированию территория Беш-Таш относится к Древнесредиземноморскому подцарству Голарктики, Среднеазиатской провинции Таласскому району [Камелин, 2002]. Растительный покров местности Беш-Таш представлен северо-тянь-шанским типом вертикальной поясности. Распространенными типами растительности изучаемого района являются леса, которые представлены двумя видами семейства сосновых - *Picea schrenkiana* F. et M. и *Abies semenovi* Fedtsch.

Характерным для района является наличие значительных площадей высокотравных лугов, скал и каменисто-щебнистых склонов. Для ландшафтов характерны северные элементы флоры, преобладание лугостепных и степных сообществ, развитие лесо-лугового пояса, получивших отражение в своеобразном северо-тянь-шанском типе структуры высотной зональности. Выделяется на северном макросклоне хребтов 6 вертикальных зон, которые наиболее ярко выражены в Таласском хребте [Атлас КССР, 1987; Камелин, 2002].

Установка мониторинговых площадок

Мониторинговые площадки, где проводились исследования, в т.ч. отбор проб почвы, устанавливались по стандартной методике, которая была разработана в 1985 г. по программе ICP-Forests под эгидой Конвенции CLRTAP ЕЭК ООН [Økland, 1990, 1996; Krogstad, 1992; Økland, Eilertsen, 1993; Oksanen et al., 1997; Lawesson et al., 2000; ICP Forests, 2006].

Десять макро-плотов, каждая размером 10x10 м, размещались субъективно с таким учетом, чтобы представить всю разновидность окружающей среды вдоль важных экологических градиентов: по склону, условиям питания, свету, топографии, влажности почвы и т.д. Каждый макро-plot (10 м²) размещался в центре плота размером 30x30 м, в котором исследовалось каждое дерево. Все площадки устанавливались в местности с общим небольшим водным бассейном. Внутри каждого макро-плота путем случайной выборки (20 из 100), устанавливались 5 мезо-плотов 1 м², при этом каждый plot не соприкасался с соседним и расстояние между ними составляло 1 м.

Все углы мезо-плотов маркировались алюминиевыми трубочками (реперами длиной 10-15 см), которые вбивались в почву. В каждый угол плота 30 м² и макро-плота 10 м² также вбивались алюминиевые трубки, при этом географические координаты левого нижнего угла площадки (10 м²) фиксировались с помощью GPS.

Отбор проб почвы

Количество и вид проб почвы зависело от рода почвенных горизонтов. Всего на мониторинговом участке Беш-Таш летом 2006 г. было отобрано 99 проб, из них 76 проб с А горизонта, 23 пробы с Б горизонта. Пробы отбирались с 3-х внешних сторон каждого мезо-плота (1 м²) на расстоянии 10-15 см от края, чтобы исключить повреждение и нарушение почвенного покрова внутри пробной площадки. Для отбора проб почвы использовался буров Эдельмана с максимальной глубиной достижения в 120 см. Наличие карбонатных пород подтверждалось с помощью 1 М раствора HCL [Økland, 1990, 1996; Krogstad, 1992; Økland, Eilertsen, 1993; Oksanen, Minchin, 1997; Lawesson et al., 2000; ICP Forests, 2006]. С каждого 1 м² плота отбиралась смешанная проба для каждого горизонта почвы и помещалась в картонную коробку объемом 0,5 л. Отобранные пробы хранились в сухом и прохладном месте до проведения лабораторных анализов в стационарных условиях.

Химический анализ почвы, листьев деревьев

Многоэлементный анализ проб почвы проводился согласно международным стандартным методам в лаборатории ОсОО «Алекс Стюарт энд Инвайронментал Лэборэторис» (г. Кара-Балта, КР) с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой [16-18; Olsen, 1953; Olsen, Sommers, 1982].

Гигиеническая оценка почв

Для гигиенической оценки почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, полученные значения по ТМ сравнивались с транслокационным показателем вредности (ПДК). Во-первых, это обусловлено тем, что с продуктами питания растительного происхождения в организм человека может поступать в среднем до 70% вредных химических веществ. Во-вторых, уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания и влияет на их качество [ГОСТ 12.1.007-76; Романенко, 2004; Гидрогель, 2010]. Оценка уровня химического загрязнения почв, как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье человека, проводилась по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды, это:

1. коэффициент концентрации химического вещества (Kc), который определяется как отношение реального содержания вещества в почве (C) к его фоновому значению (Cф):

$$Kc = C/Cф;$$

2. суммарный показатель загрязнения (Zc), который равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражен следующей формулой:

$$Zc = \sum_{j=1}^n Kc_j;$$

где n - число суммируемых элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание тяжелых металлов в почве

Химический состав почвы участка Беш-Таш на тяжелые металлы в сравнении с таковыми, установленными для земной коры (Taylor, McLennan 1985) и соответствующими нормативами – ПДК и ПДУ - (Lacatusu 1998), представлен в Табл. 1.

Коренная подстилающая порода изучаемого района, в основном, относится к вторичным минералам (песчаник, глина и известняк), которые со временем были трансформированы в сланец и мрамор в результате различных природных метаморфических явлений. Поэтому содержание следовых элементов здесь в целом невысокое по сравнению с их концентрациями в земной коре, за исключением мягких металлов (тип Б) – мышьяк, свинец и кадмий. Тем не менее, содержание ТМ в почве данной местности, в целом, было выше, чем их мировые фоновые значения, и их концентрации находились между величинами установленных и адаптированных для разных стран ПДК и ПДУ [Naturvårdsverket, 1997].

Как видно из Табл. 1, значения ТМ в пробах почв А и Б горизонтов, отобранных на мониторинговых участках местности Беш-Таш, превышали их соответствующие ПДК по: As – в 7 и 11 раз для горизонтов А и Б, соответственно; Zn – в 3 раза для обоих горизонтов; Ni – в 4 и 5 раз и Cu – в 6 и 7 раз для А и Б горизонтов, соответственно.

Результаты, заслуживающего особого внимания, получены для свинца, бария и цинка. Хотя концентрация свинца для обоих горизонтов почвы была в пределах его ПДК, однако его содержание в А слое (верхний гумусо-аккумулятивный слой почвы) было в 1,2 раза больше, чем в Б - 32,8±1,0 мг/кг против 26,7±2,2 мг/кг (p<0,01). Содержание бария в верхнем А слое почвы было также в 1,2 раза больше, чем в нижнем - 195,1±7,1 мг/кг против 158,6±15,1 мг/кг (p<0,05). Кроме того, корреляционный анализ 16 следовых элементов выявил 33 сильных взаимосвязей между ними (r>0,7), при этом для свинца, бария и цинка не было установлено ни одной взаимосвязи с другими элементами. На основе этих результатов можно предположить, что происхождение данных элементов в почве местности Беш-Таш может иметь, отчасти, антропогенную природу происхождения.

Таблица 1 - Содержание тяжелых металлов I-III классов опасности в почве, отобранных в лесном массиве ущелья Беш-Таш (Таласская обл., КР)

| Показатели | ПДК1 | ПДУ2 | Cф3 | Kc=C/ Cф | Концентрация ТМ (C) в почве, горизонты: | |
|--------------------|------|------|-----|----------|---|---------------|
| | | | | | А (n=76), M±m | В (n=23), M±m |
| ТМ-класс опасности | | | | | | |
| As -I | 2 | | 6 | 2,2 | 12,9±2,8 | 21,2±6,0 |
| Cd -I | 2 | 3 | 0,1 | 11 | 1,1±0,1* | 0,29±0,01* |
| Hg - I | 2,1 | 50 | 0,2 | | <0,5 | <0,5 |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|------|--------------|---------------|
| Pb - I | 35 | 100 | 4,1 | 8 | 32,8±1,0** | 26,7±2,2** |
| Zn - I | 23 | 300 | 50 | 1,3 | 66,6±2,4 | 71,2±7,7 |
| Co - II | 25 | 50 | 8 | 1,3 | 9,9±0,5* | 14,2±1,2* |
| Ni - II | 6,7 | 100 | 40 | 0,6 | 25,3±1,2** | 32,5±2,6** |
| Cu - II | 3,5 | 100 | 20 | 1,2 | 23,0±1,0 | 26,2±2,1 |
| Mo - II | | | | | 0,7±0,1 | 0,7±0,1 |
| Cr - II | | 100 | 100 | 0,01 | 27,4±1,3** | 39,5±3,2** |
| Sb - II | 4,5 | | | | <2,5 | <2,5 |
| Ba - III | | | | | 195,1±7,1*** | 158,6±15,1*** |
| Sr - III | | | 300 | 0,1 | 49,7±1,8 | 41,1±5,2 |
| Zc - суммарный показатель загрязнения | | | | 26 | | |

Примечания: 1транслокационное ПДК (http://www.gidrogel.ru/ecol/hv_met.htm); 2http://eusoiils.jrc.it/esdb_archive/eusoiils_docs/esb_rr/n04_land_information_systems/5_7.doc; 3средние мировые концентрации элементов в незагрязненных почвах (Allaway, 1968); * - p<0,001; ** - p<0,01; *** - p<0,05.

Согласно Naturvårdsverket (1997), корреляционный анализ содержания железа, алюминия и других элементов является одним из важных составляющих геохимической оценки почвы местности. Результаты настоящих исследований показали, что содержание Al и Fe сильно коррелировало с таковыми большинства элементов. Исключение составили мягкие металлы (Б тип) - Pb, Mo, Cd и некоторые твердые элементы (А тип) - Ba и Sr (Табл. 2).

Мягкие металлы положительно коррелировали между собой и имели отрицательную взаимосвязь с твердыми металлами. Анализ наших данных по участку Беш-Таш установил положительную сильную корреляционную связь между Sr и Ca (r=0,718).

Кроме того, только для данной территории сильная отрицательная взаимосвязь определена между содержанием Be и %Ctot (r=-0,796), P (r=-0,706) и Sr (r=0,729), а также между Fe и Sr (r=-0,721) и между Sr и Sc (r=-0,734). Всего, как было отмечено выше, установлено 33 сильных взаимосвязей среди 16 рассмотренных элементов (Табл. 2). Больше всего количество взаимосвязей установлено, как обычно, для пограничных элементов - Co, Ni, V и Cr.

Некоторые металлы Б типа (Pb, Mo и Cd) и А типа (Ba и Sr) показали слабую отрицательную корреляционную связь с другими следовыми элементами. И, наоборот, сильная отрицательная связь была установлена между Sr и Cr, V, Ni и Co.

Таблица 2 - Элементы с коэффициентом корреляции r>0,7 для проб почвы участка Беш-Таш

| Элементы | Число корреляций | Коррелирующий элемент | Коэффициент корреляции |
|----------|------------------|-----------------------|------------------------|
| Pb | 0 | - | - |
| Mo | 0 | - | - |
| Cd | 0 | - | - |
| As | 1 | Cu | 0,729 |
| Cu | 7 | V | 0,853 |
| Co | 10 | Cr | 0,969 |
| Ni | 10 | Co | 0,965 |
| Zn | 0 | - | - |
| V | 9 | Sc | 0,967 |
| Be | 5 | V | 0,941 |
| Cr | 10 | Sc | 0,973 |
| Sc | 6 | Cr | 0,973 |
| Y | 4 | V | 0,828 |
| Zr | 4 | V | 0,844 |
| Ba | 0 | - | - |
| Sr | 4 | Cr | -0,733 |

Примечание: химические элементы отсортированы в порядке уменьшения их валентности от Б типа вверху к А типу внизу.

Гигиеническая оценка местности, рекомендации

Для оценки опасности загрязнения почв тяжелыми металлами, отобранных в районе елового урочища Беш-Таш, был рассчитан суммарный показатель загрязнения почвы - Zc (Табл. 2), который составил 26 ед. На основе полученных результатов, а также с учетом рекомендаций по оценке почв для сельскохозяйственного назначения, территорию елового урочища Беш-Таш можно классифицировать как умеренно опасную.

Таким образом, почва данной местности может быть использована для выращивания любых сельскохозяйственных культур при условии контроля качества продуктов на загрязнители. Выполнение настоящего условия строго рекомендуется, так как в местной почве установлены высокие уровни мышьяка, меди, цинка и никеля, тяжелых металлов I-II классов опасности, значения которых превышают их ПДК в несколько раз. Дополнительно, следует уделить особое внимание проведению мероприятий по снижению уровня этих элементов в почве и их доступности для растений, таким как, внесение органических удобрений, гипсование и т.п. В случаях определения концентраций ТМ в сельхозпродуктах значительно

превышающих ПДК, необходимо данную партию смешивать с таковыми, которые выращены на полях, где уровни токсичных веществ значительно ниже установленных норм.

ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Данная работа была выполнена в рамках проекта «Мониторинг земной окружающей среды и лесов Центральной Азии (TEMP-CA, 2004-2010)», которая финансировалась МИД Норвегии. Участники проекта с ЦА благодарят своих коллег из Норвежского института леса и ландшафта, Норвежской лесной группы и Университета Осло за плодотворное сотрудничество. Химические анализы проб почвы были выполнены в ОсОО «Алекс Стюарт энд Инвайронментал Лэборэторис»: коллектив авторов благодарит администрацию лаборатории, а именно, г-на О.А. Садырова, г-на В.К. Щудро, г-на С.Б. Иманакунуова, а также всех сотрудников, принимавших участие в данной работе. Особая благодарность за организацию полевых исследований сотрудникам Госагентства по охране окружающей среды и лесному хозяйству при Правительстве КР: г-ну А.М. Бурханову, д-ру В.М. Сураппаевой и г-же А.К. Мадиевой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Атлас Киргизской ССР. Том 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК СССР, 1987. – 157 с.
- 2 Богдецкий В.Н, Ибраев К., Суюмбаева М. и др. Экономическая и инфраструктурная оценка. Обзор возможностей для альтернативного развития и потенциала для осуществления мер восстановления окружающей среды в районе Хайдаркана. - Кыргызстан. Бишкек-Женева: 2009. – 63 с.
- 3 Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Клименко Г.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. – М.: Изд-во МГУ. - 1989. -95 с.
- 4 Камелин Р.И. Краткий очерк растительного покрова Киргизии. В кн.: Пименов М.Г., Ключков Е.В. Зонтичные Киргизии.- М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2002. – С. 5-18.
- 5 Колов О.В. Современное состояние биоразнообразия орехоплодовых лесов Южного Кыргызстана. // Материалы международного симпозиума «Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов». – Б.: - 2003. - С. 157-161.
- 6 Космынин А.В. Интродуценты арчевого пояса и их влияние на водно-физические свойства почв. //Проблемы геоэкологии и природопользования горных территорий. – Фрунзе: Илим, 1990. – С. 126 – 128.
- 7 Ляпкало А.А., Гальченко С.В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы Рязани тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. – 2005. - №1. – С. 8-11.
- 8 Мамытов А.М. Почвенные ресурсы и вопросы земельного кадастра Кыргызской Республики. – Бишкек, Кыргызстан: 1996. – 240 с.
- 9 Мудрый И.В. Эколого-гигиеническая оценка микробиологических процессов в почве при загрязнении анионными поверхностно-активными веществами и тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. – 2002. - №1. – С. 22-25.
- 10 Неверова О.А. Биогеохимическая оценка городских почв (на примере Кемерово) // Гигиена и санитария. – 2004. - №2. – С. 18-21.
- 11 Романенко Н.А., Крятов И.А., Тонкопий Н.И. Методология оценки качества почвы для социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2004. - №5. – С. 17-18.
- 12 Стандарт ГОСТ 12.1.007-76 «Классификация и общие требования безопасности». – М.: Стандартиформ. – 2007. - 7 с.
- 13 Э. Гриза, Б.И. Венгловский, З. Сарымсаков и др. Типология лесов Кыргызской Республики /. – Б.: 2008. – 264 с.
- 14 Allaway W.H. 1968. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. *Advan. Agronomy* 29: 235-74.
- 15 ICP Forests 2006. II. Crown condition assessments. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessments, monitoring and analysis of the effect of air pollution on forests. Part II. Visual assessment of crown condition. http://www.icp-forests.org/N8f/Chapt2_compl06.N8f.
- 16 ISO10390 1994. Soil quality - Determination of pH. International standard. 5 pp.
- 17 ISO10694 1995. Soil quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis). International standard. 7 pp.
- 18 ISO11048 1995. Soil quality - Determination of water-soluble and acid-soluble sulphate. International standard. 18 pp.
- 19 ISO11261 1995. Soil quality - Soil quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method. International standard. 4 pp.
- 20 ISO11465 1993. Soil quality - Determination of dry matter and water content on a mass basis - Gravimetric method. International standard. 3 pp.
- 21 ISO13536 1995. Soil quality - Determination of the potential cation exchange capacity and exchangeable cations using barium chloride solution buffered at pH = 8.1. International standard. 7 pp.
- 22 Krogstad T. 1992. Methods for soil analysis (In Norwegian). NLH report no. 6. Institutt for Jordfag, Ås-NLH, ISSN 0803-1304. 32 pp.
- 23 Lacatusu R. 1998. Appraising levels of soil contamination and pollution with heavy metals. In: Heineke H.J., Eckelmann W., Thomasson A.J., Jones R.J.A., Montanarella L., Buckley B. (Eds). ESB Research Report no. 4: Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources. EUR 17729 EN. 546 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Pp. 393-402.
- 24 Lawesson J., Eilertsen O., Diekmann M., Reinikainen A., Gunnlaugsdóttir E., Fosaa A.M. Carøe, I., Skov, F. Groom G., Økland T., Økland R.H., Andersen P.N., Bakkestuen V. 2000. A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. In: Tema Nord 517: 1-125.
- 25 Lucassen E.C.H.E.T., M.M.L. van Kempen, Roelofs J.G.M., G. van der Velde. Decline in metallophytes in tertiary polluted floodplain grasslands in the Netherlands: experimental evidence for metal and nutritional changes in soil as driver factors // *Chemistry and Ecology*. – 2010. - Vol. 26, №4. - P. 273-287.
- 26 Naturvårdsverket 1997. Bakgrundshalter i mark. Rapport 4640. Stockholm.

- 27 Økland R.H., Eilertsen O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. *Sommerfeltia* 16: 1-254.
- 28 Økland T. 1990. Vegetational and ecological monitoring of boreal forests in Norway. I. Rausjømarka in Akershus county, SE Norway. *Sommerfeltia* 10: 1-52.
- 29 Økland T. 1996. Vegetation-environment relationships of boreal spruce forest in ten monitoring reference areas in Norway. *Sommerfeltia* 22: 1-349.
- 30 Oksanen J., Minchin P.R. 1997. Instability of ordination results under changes in input data order: explanations and remedies. *J. Veg. Sci.* 8: 447-454.
- 31 Olsen S.R. 1953. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture. Circular 939.
- 32 Olsen S.R., Sommers L.E. 1982. Phosphorus. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. (Eds.). *Methods of Soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph no. 9 (2nd edition) ASA-SSSA, S. Segoe., Madison, WI 53711, USA, pp.403-430.*
- 33 Tabatabai M. A. 1982. Sulfur. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney. D. R. (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph no. 9 (2nd edition) ASA-SSSA, S. Segoe., Madison, WI 53711, USA, pp. 501-538.*
- 34 Taylor St.R., McLennan S.M. 1985. *The Continental Crust: its Composition and Evolution.* Blackwell Scientific Publications (Oxford). Geoscience texts. 312 pp.
- 35 http://www.kgau.ru/distance/ebtf_01/mahlaev/geohimiya-bad/04_03.html.
- 36 <http://www.fundeh.org/files/publications/24/dankov.doc>.
- 37 <http://www.eawarn.ru/pub/AnnualReport/AnnualReportWebHome2001/2001anrep05.htm>.
- 38 <http://www.biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/monografi/1/1.htm>.
- 39 http://www.gidrogel.ru/ecol/hv_met.htm.
- 40 <http://www.skogoglandskap.no/Oppdragsrapport/1305788365.43>.
- 41 http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/EBIA_rus.pdf.

**N. K. KULDANBAEV^{1,4}, ROLF D. VOGT², ARNOLD ARNOLDUSSEN³, TALANT N. SYDYKBAEV¹,
TONJE ØKLAND³, ODD EILERTSEN^{3†}**

¹Public Foundation «Relascope» (Bishkek, the Kyrgyz Republic (KR)), ²Department of chemistry, University of Oslo (Oslo, Norway),
³Norwegian Forest and Landscape Institute (Ås, Norway), Norwegian Forestry Group (Oslo, Norway), ⁴Scientific and Production
Center for Preventive Medicine (Bishkek, the KR)

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN SOIL OF THE NATIONAL PARK «BESH-TASH»

Resume: The content of heavy metals in soil was studied in Besh-Tash monitoring site (Talas district, Talas Oblast, the Kyrgyz Republic). Concentrations exceeding maximum permissible concentration (MPC) of heavy metals in soil were found for As, Zn, Ni and Cu. A large number (33) of strong correlations were found between the 16 measured trace elements. The exception was that no strong ($r < 0,7$) correlation was found for Pb, Ba and Zn. The lack of correlation, the high Pb, Ba and Zn amount compared to earth crust, and the higher concentration of these elements in the top horizon relative to deeper in the soil profile, all indicate an anthropogenic deposition of the elements at this site.

Keywords: hygienic assessment of territories, environmental monitoring, ICP-Forest, heavy metals, soil, green spaces.