

546.42:631.442.1:582.28(574.41)

## **СОДЕРЖАНИЕ Cr В ПЕСКАХ СОСНОВОГО БОРА СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Сибиркина А. Р.**

*ФГБОУ ВПО Челябинский государственный университет, Челябинск  
Челябинск, Россия (454001, г. Челябинск, ул. Бр. Кашириных, 129) E-mail: sibirkina\_alfira@mail.ru*

К числу слабо изученных относится вопрос об аккумуляции тяжелых металлов почвами в конкретных географических зонах и регионах. В пределах сосновых боров СП пески боровые, в зависимости от особенностей рельефа подразделяются на пески равнинные и бугристые. Установлено, что исследуемые боровые пески, являясь слабогумусированными и промытыми от карбонатов на большую глубину, не способны к активному накоплению в них хрома. Содержание хрома в боровых песках соснового бора Семипалатинского Прииртышья значительно ниже его фоновых значений для почвы, меньше кларка в литосфере и в почве. Исследование подвижных форм хрома и их соотношения к валовому содержанию в почве позволило отнести изученные пески к категории фоновых почв.

*Ключевые слова:* хром, почвы, сосновый бор, Семипалатинское Прииртышье.

## **CONTENTS Cr IN SOG OF PINE FORESTS NEAR THE IRTISH RIVER IN SEMEY**

**Sibirkina A. R.**

*FSBEIVT Chelyabinskii state university, Chelyabinsk, Russia (454001, Chelyabinsk, street Br. Kashirinyh, 129)  
E-mail: sibirkina\_alfira@mail.ru*

To count calculate list weakly studied pertains the question about cumulations heavy metal ground in concrete geographical zone and region. Within of pine forests near the Irtysh River in Semey sand, depending on particularities of the relief subdivide on flat and hills. It Is Installed that under investigation sand, being with low contents organic material and washed from carbonate on greater depth, not capable to active accumulation of chromium in them. The Contents of chromium in song of pine forests near the Irtysh River in Semey vastly below his (its) background importances for ground, less average contents in lithosphere and in ground. The Study of the rolling forms of chromium and their correlations to gross contents in ground, has allowed to refer studied sand to categories of background ground.

*Keywords:* chromium, ground, pine forests, the Irtysh River in Semey.

В настоящее время накоплен обширный материал о содержании и распределении химических элементов в породах, почвах, растениях и других объектах окружающей среды. Вместе с тем к числу малоизученных относится вопрос об аккумуляции ТМ почвами в конкретных географических зонах и регионах. Изучение закономерностей распределения химических элементов в почвах представляет собой фундаментальную научную проблему, имеющую важное практическое значение для почвоведения, биогео- и агрохимии, экологии и др. наук.

Почва – специфический компонент биосферы, связующее звено между живой и неживой природой. На почвах оседает большая часть загрязнителей из аэральных потоков, в том числе и тяжелые металлы (ТМ), к которым относится и хром. От количества и соотношения химических элементов в почвах во многом зависят их растительный покров, природный фон ТМ в почвах. В связи с этим изучение природных и антропогенных факторов, определяющих пространственное распределение ТМ в почвах, доступность их растениям, актуально (Сысо, 2004).

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Уникальные сосновые боры Семипалатинского Прииртышья (СП) располагаются в ложбинах древнего стока, протягивающихся с юго-запада на северо-восток. Боровые ложбины сложены четвертичными песчаными отложениями и представляют собой бугристо-грядовые и грядово-ложбинные формы рельефа, существенно преобразованные эоловой деятельностью (Почвы..., 1959). В почвах ленточных боров исключается возможность подзолообразования, а почвообразование протекает в направлении выщелачивания – осолодения. Почвы боровых песков исследуемой территории свободны от легкорастворимых солей на большую глубину [10]. В пределах сосновых боров СП пески боровые, в зависимости от особенностей рельефа подразделяются на пески равнинные и бугристые.

Пески боровые равнинные характеризуются по механическому составу как образования рыхлопесчаные, содержащие в поверхностных горизонтах около 5 % частиц «физической глины». По гранулометрическому составу они представлены преимущественно фракцией мелкого песка, в глубоких горизонтах местами обнаруживаются более тяжелые по механическому составу прослойки, что свидетельствует о древнеаллювиальном происхождении этих песков. Имеют как морфологические, так и химические признаки осолодения, и им наиболее подходит генетическое название – лесостепные осолоделые рыхлопесчаные почвы [10].

Пески боровые бугристые закрепленные отличаются всхолмленным бугристым рельефом с довольно многочисленными замкнутыми депрессиями – котловинами выдувания. Относительные высоты бугров составляют 3–6 м, достигая 8 м. Почвообразующими породами служат также первоначально аллювиальные пески, но с поверхности, перевеянные на большую или меньшую глубину, в результате чего они отличаются лучшей отсортированностью, меньшей пылеватостью и карбонатностью, а также более рыхлым сложением. Грунтовые воды в основном пресные, залегают в большинстве случаев глубоко (до 6–10 м) на буграх и значительно ближе к поверхности – в котловинах. Почвообразование здесь протекает так же, как и на боровых равнинных песках, но морфологические и химические свойства проявляются в ослабленной степени вследствие более молодого возраста почв. Почвенный профиль отличается более слабой дифференциацией на генетические горизонты, более глубоким вскипанием от соляной кислоты и более рыхлым сложением [10].

Отбор проб проводили в летне-осенний период (август – сентябрь) 2007 года на различных участках Семипалатинского равнинного и бугристого песчаных лесных районов: в окрестностях г. Семей с углублением в лес на 500–1500 м к западу и северо-

западу от города, в Бескарагайском районе (в районах сел Долонь, Бегень и Сосновка), в Бородулихинском районе.

При отборе, транспортировке, хранении и подготовке проб почв для анализа были использованы методические указания, инструкции, опубликованные во многих научных работах и утвержденные в стандартах (Добровольский, 1999; Ринькис и др., 1987).

Для определения валового содержания Сг бралась навеска почвы 10 г, которую озоляли в муфельной печи при  $t$  450–500 °С в течение 5–8 часов. Полученную золу переводили в раствор ускоренным методом с применением концентрированных минеральных кислот и перекиси водорода (Охрана ..., 1985). Всего было проанализировано 78 почвенных проб. Определение содержания гумуса проводили по методу Тюрина, физической глины – по методу Качинского, емкость поглощения – по методу Бобко – Аскинази в модификации Грабарова с окончанием по Айдиняну, рН водный – потенциометрически (Аринушкина, 1970; Лактионов, 1976; Метод ..., 1985; Охрана ..., 1985; Уваров и др., 2004).

С целью более полной агрохимической и экотоксикологической оценки почв в задачи эксперимента, наряду с валовым анализом, входило изучение подвижных форм Сг. Фракционирование осуществлялось из отдельных навесок почвы массой 5 г. Соотношение «почва : экстрагент» составляло 1:10, время экстракции – 1 час, после экстрагирования суспензии фильтровали и в фильтрате атомно-абсорбционным методом определяли содержание Сг. Были определены подвижные формы: кислоторастворимая (1н. раствор HCl), обменная (ацетатно-аммонийный буфер с рН 4,8), водорастворимая (бидистиллированная вода).

Вклад техногенной составляющей в общее содержание химического элемента в почве можно оценить, используя экстракционный критерий, представляющий собой отношение содержания химического элемента в кислых вытяжках к их валовому содержанию, выраженное в процентах. В зависимости от физико-химических свойств и гранулометрического состава для фоновых почв это отношение составляет 5–20 %, а для техногеннозагрязненных – более 50 %. Вытяжка 1 н. раствором HCl является показательной для сравнительной характеристики уровня загрязнения почв и выявления наиболее загрязненных участков [1,2,7,8].

Для оценки уровня накопления Сг в почвах был рассчитан кларк концентрации (Кк), представляющий отношение содержания элемента в пробе почвы к его кларку в земной коре.

Полученные экспериментальные данные были обработаны вариационно-статистическими методами, описанными в учебнике Н. А. Плохинского с использованием программы Microsoft Excel (Плохинский, 1975).

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Содержание общего хрома в почвах, а особенно в борových песках соснового бора СП изучено недостаточно. Практически отсутствуют сведения о содержании его подвижной формы в почвах, которая определяет экологическую характеристику биосистемы. Известно, что органическое вещество в почвенных процессах выступает в роли аккумулирующего агента, обеспечивая биогенное накопление ТМ, и в то же время способствует миграции и перераспределению их по почвенному профилю [3]. Исследуемые борových пески являются обедненным органическим веществом, слабогумусированными почвами (общее содержание гумуса составляет всего 0,7 %), не способными к активному накоплению в них ТМ. В то же время отмечается, что прямой корреляции между содержанием металлов в почвах и содержанием органического вещества, как правило, не наблюдается. Это связано с тем, что качественный состав гумуса разных почв неодинаков [4,5]. Пределы колебаний и среднее валовое содержание хрома в борových бугристых и равнинных песках соснового бора представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Валовое содержание хрома в борových песках ( $A_{\text{пах}}$ , глубина 1-20 см), мг/кг**

В совокупности борových бугристых и равнинных песков, n=78	В борových бугристых песках, n=48	В борových равнинных песках, n=30	Фоновое содержание в почве [20]
$\frac{19,86 \pm 1,13}{8,93-28,42}$ (67,6)	$\frac{21,56 \pm 1,25}{13,76-25,95}$ (102,3)	$\frac{18,87 \pm 1,11}{8,93-28,42}$ (47,2)	60,0

Примечание. В таблицах в числителе -  $\bar{x} \pm m \bar{x}$ , в знаменателе - min-max.

Сорбционная активность почв по отношению к ТМ определяется количеством содержащихся в ней карбонатов, на которых могут осаждаться металлы, входя в их структуру (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Исследованные борových пески отличаются небольшим количеством карбонатов. Следовательно, борových пески, являясь слабогумусированными и промытыми от карбонатов на большую глубину, не способны к активному накоплению в них Cr. Кларк общей концентрации хрома в литосфере 83 мг/кг, в почвах – 200,0 (Алексеев, 2006). И как видно из таблицы 1, среднее содержание Cr

в борových песках соснового бора СП значительно меньше его фонового содержания в почве, кларка в литосфере и в почве. Рассчитанный кларк концентрации Cr ( $K_k = 0,2$ ) свидетельствует о низкой аккумуляционной способности борových песков к его соединениям.

Содержание Cr в борových равнинных песках в 1,1 раза ниже, чем в бугристых песках. Различная сорбционная способность определяется их физико-химическим и морфологическим составом. Пески равнинных ленточных боров Прииртышья являются более древними, им характерны морфологические и химические признаки осолодения, в отличие от бугристых песков, отличающихся более слабой дифференциацией на генетические горизонты, более глубоким вскипанием от соляной кислоты (еще более глубокое залегание карбонатов) и более рыхлым сложением.

Для выявления обеспеченности почв химическими элементами для нормального роста и развития растений изучение валового их содержания в почвах является недостаточным и малоэффективным. Более важным и перспективным является исследование химических форм соединений элементов, главным образом «подвижных» [9]. Растения усваивают подвижные формы элементов, активно вовлекая их в биогеохимический круговорот веществ. В таблице 2 отражена информация о содержании подвижных форм Cr. Как показали исследования, содержание подвижных форм Cr в борových песках значительно ниже его ПДК для подвижной формы [6]. Соотношение подвижных форм Cr к его валовому содержанию, а, следовательно, и доступность для растений невелико и составляет 0,3 %. По отношению кислоторастворимой формы Cr к валовому содержанию, изученные пески относятся к категории фоновых почв.

**Таблица 2. Вариационно-статистические показатели содержания подвижных форм хрома в борových песках ( $A_{пах}$ , глубина 1-20 см), мг/кг**

Кислоторастворимая	Обменная	Водорастворимая	ПДК для подвижной формы [6]
$0,10 \pm 0,006(228,1)$ 0,02-0,84	$0,06 \pm 0,003(44,9)$ 0,05-0,16	$0,02 \pm 0,001(30,6)$ 0,01-0,03	6,0

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах сосновых боров СП пески боровые в зависимости от особенностей рельефа подразделяются на пески равнинные и бугристые. Установлено, что исследуе-

мые боровые пески, являясь слабогумусированными и промытыми от карбонатов на большую глубину, не способны к активному накоплению в них хрома. Содержание хрома в боровых песках соснового бора Семипалатинского Прииртышья значительно ниже его фоновых значений для почвы, меньше кларка в литосфере и в почве. Исследование подвижных форм хрома и их соотношения к валовому содержанию в почве позволило отнести изученные пески к категории фоновых почв.

#### Список литературы

1. Ладонин Д. В. Влияние техногенного загрязнения на фракционный состав меди и цинка в почвах // Почвоведение. 1995. № 10. С. 1299-1305.
2. Ладонин Д. В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения // Почвоведение. 2002. № 6. С. 682-692.
3. Панин М. С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана (фоновый уровень). Семипалатинск: ГУ «Семей», 1999. 329 с.
4. Пинский Д. Л. Формы соединения цинка и кадмия в естественных и загрязненных почвах. Цинк и кадмий в окружающей среде. М.: Наука, 1992. С. 74-83.
5. Плеханова И. О. Экстракционные методы изучения состояния тяжелых металлов в почвах и их сравнительная оценка. / И. О. Плеханова, В. А. Бамбушева // Почвоведение. 2010. №9. С. 1081-1088.
6. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). ГН 2.1.7.2041-06. – введ.. 2006-01.23. М., 2006. 10 с.
7. Решетников С. И. Формы соединений меди в загрязненных и фоновых дерново-подзолистых почвах. // Биологические науки. 1990. № 4. С. 114-123.
8. Садовникова Л. К. Физические и химические методы исследования почв. / Л. К. Садовникова, Д. В. Ладонин / Под. ред. Д. С. Орлова и А. Д. Воронина. М., 1994. С. 130-141.
9. Сиромля Т. И. К вопросу о подвижных формах соединений химических элементов в почвах // Сиб. экол. журн. 2009. № 2. С. 307-318.
10. Соколов А. А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. М.: Наука, 1968. Т.8. С. 9-24.

#### Рецензенты:

Лихачев С. Ф., д.б.н., профессор, декан факультета экологии Челябинского государственного университета, г. Челябинск.

Сатаева А. Р., д.б.н., профессор, зав. кафедрой экологии и защиты окружающей среды Семипалатинского государственного университета имени Шакарима, г. Семей.