

Содержание макро- и микроэлементов в серой почве под разными видами и климатипами кедровых сосен

Macro- and micronutrients content in grey soil under different pine species and climatypes

Р.П. Макарикова¹, Н.Б. Наумова¹, Г.В. Кузнецова², О.В. Чанкина³

R.P. Makarikova¹, N.B. Naumova¹, G.V. Kuznetsova², O.V. Chankina³

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, makarikova@issa.nsc.ru

²Институт леса СО РАН им. В.Н. Сукачева, г. Красноярск, galva@ksc.krasn.ru

³Институт кинетики и горения СО РАН, Новосибирск, chankina@kinetics.nsc.ru

*В длительном полевом опыте на юге Красноярского края выявлено влияние межвидовой изменчивости кедровых сосен на элементный состав серой почвы. Под сосной сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) по сравнению с сосной корейской (*Pinus koraeansis* Siebold et Zucc.) содержание Fe, Ni, Zn, Cu, Br, Rb, Cr и Pb ($P \leq 0,05$), что связано с большим выносом из почвы и иммобилизацией элементов в фитомассе быстрее растущих деревьев сосны корейской, несмотря на непривычные для нее окружающие условия. Влияние внутривидовой изменчивости сосен на элементный состав почвы оказалось сравнимо с межвидовой. Выявленные особенности влияния сосен на химические свойства и состав почвы важны для направленной биогеохимической селекции деревьев.*

Ключевые слова: серая почва, сосна сибирская, сосна корейская, элементный состав, длительный полевой опыт

Расширение применения деревьев хвойных видов для формирования защитных лесополос [1], интродукция хвойных для создания лесных культур и озеленения [2], для рекультивации нарушенных территорий [3] сильно повысило интерес к изучению влияния деревьев на свойства почв. В связи с деградацией органического вещества почв и загрязнением территорий промышленными отходами актуальной становится селекция основных древесных пород по таким физиологическим признакам, как использование макро- и микроэлементов, поглощение тяжелых металлов и т. п.

В нашей стране есть длительные опыты по выращиванию в одинаковых почвенно-климатических условиях семенных потомств деревьев разных видов и/или насаждений разного географического происхождения [4], которые являются уникальными объектами, позволяющими изучать влияние деревьев на свойства почвы.

Целью данной работы было выявление а) влияния генотипической изменчивости двух видов кедровых сосен (сосны сибирской *Pinus sibirica* Du Tour) и сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et. Zucc.) на химические свойства почв в условиях длительных (более 30

лет) полевых опытов на юге Красноярского края, и б) взаимосвязи между особенностями роста и развития деревьев и химическими свойствами почвы.

Опыт с географическими культурами кедровых сосен заложен в трехкратной повторности в 1983 г на юге Красноярского края на серой суглинистой почве [4]. Географические культуры представлены 5 климатипами сосны сибирской – таштагольским Кемеровской области (К), шегарским (Тш) и васюганским (Тв) Томской области, ермаковским (Е) и северо-енисейским (СЕ) Красноярского края, а также двумя климатипами сосны корейской – облученским Хабаровского края (Х) и чугуевским Приморского края (Пр).

Образцы почвы отбирали из слоя 0-20 см на расстоянии 60 см от дерева. Один смешанный образец составляли из 6-ти индивидуальных почвенных монолитов. Валовое содержание различных химических элементов проводили рентгенофлюоресцентным методом с использованием синхротронного излучения на станции элементного анализа ИЯФ СО РАН (накопитель ВПП-3) [5] в воздушно-сухих образцах. Сравнение почвенных образцов из-под сосны сибирской и сосны корейской в связи с разным объемом выборки и неоднородностью дисперсии большинства изученных показателей проводили методом непараметрической статистики (критерий серий Вальда-Вольфовица), а также методом главных компонент (логарифмически трансформированных данных) с помощью пакета *Statistica v.6.1*.

Межвидовая гетерогенность сосен влияла на содержание таких элементов, как Fe, Ni, Zn, Cu, Br, Rb, Sr и Pb (таб.): пониженное содержание этих элементов под сосной корейской, растущей быстрее сосны сибирской несмотря на непривычные для нее условия Средней Сибири [6], и особенно быстрорастущего хабаровского климатипа, очевидно, связано с выносом и иммобилизацией элементов в фитомассе этого вида и этого климатипа.

Анализ матрицы данных со всеми изученными почвенно-химическими свойствами в качестве переменных и всеми объектами позволил наглядно представить структуру взаимосвязей между различными почвенными образцами по их расположению в плоскости первых двух главных компонент, совместно отвечающих за 90% общей дисперсии данных по содержанию химических элементов в почве (рис.). Почвенные образцы из-под разных видов сосны лежат в разных полуплоскостях по 1-ой главной компоненте, а 2-ая главная компонента связана с внутривидовыми различиями под сосной сибирской.

Таким образом, продукционные характеристики видов и климатипов деревьев влияют на процессы и компоненты круговорота химических элементов в искусственных фитоценозах, что отражается на валовом содержании химических элементов в свойствах гумусово-аккумулятивного слоя почвы. В целом на изученном этапе развития искусственных лесных фитоценозов (25 лет) варьирование элементного состава почвы, обусловленное межвидовой

Таблица. Содержание (мг/кг) некоторых химических элементов в почве под разными видами сосны (среднее \pm ошибка среднего) и влияние вида сосны

Свойство	Сосна сибирская	Сосна корейская	Уровень значимости
K*	12,8 \pm 0,2	9,6 \pm 2,6	0,88
Ca*	12,8 \pm 0,3	9,4 \pm 2,7	0,88
Ti*	5,2 \pm 1,2	3,9 \pm 1,0	0,88
V	108 \pm 4	86 \pm 19	0,88
Cr	108 \pm 5	72 \pm 14	0,05
Mn	903 \pm 85	723 \pm 260	0,88
Fe*	33 \pm 1	24 \pm 6	0,05
Co	16,4 \pm 0,3	13,5 \pm 2,6	0,88
Ni	60 \pm 2	38 \pm 5	0,05
Cu	24 \pm 1	15 \pm 2	0,05
Zn	63 \pm 2	47 \pm 8	0,05
Ga	14 \pm 1	12 \pm 2	0,88
As	4,2 \pm 0,9	4,0 \pm 1,1	0,22
Br	7,3 \pm 0,8	4,3 \pm 0,1	0,05
Rb	72 \pm 1	65 \pm 3	0,05
Sr	215 \pm 1	209 \pm 11	0,88
Y	37 \pm 2	41 \pm 4	0,88
Zr	316 \pm 24	286 \pm 9	0,36
Nb	15,6 \pm 0,4	15,4 \pm 0,6	0,22
Mo	0,34 \pm 0,06	0,32 \pm 0,03	0,36
Pb	20 \pm 1	16 \pm 0,5	0,05

* В г/кг

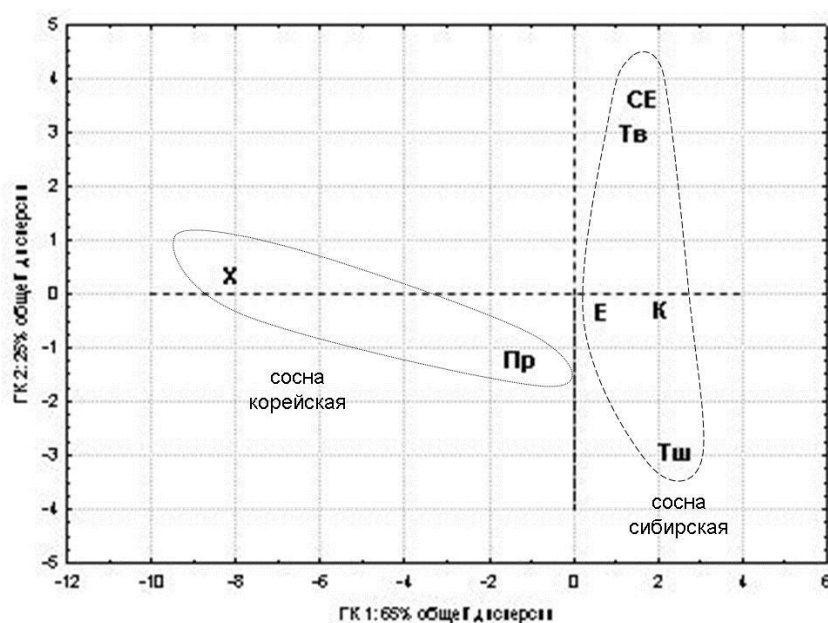


Рисунок. Расположение почвенных образцов из-под разных климатипов и видов кедровых сосен в плоскости первых двух главных компонент. Обозначения климатипов – в тексте

изменчивостью физиолого-биохимических и продукционных особенностей сосен, сравнимо с варьированием, связанным с внутривидовой изменчивостью деревьев. Следовательно, эту изменчивость можно и нужно использовать для биогеохимической селекции деревьев и детального изучения механизмов адаптации сосен к отличным от привычных почвенно-климатических условий.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского Фонда
Фундаментальных Исследований (проект № 13-04-01671) и проекта VI.54.1.4.
«Биологические и биогеохимические функции почв как компонента наземных экосистем
Сибири» (№ государственной регистрации 01201350243).*

Литература

1. Трофимов И.Т., Беховых Ю.В., Болотов А.Г., Сизов Е.Г. Физические свойства черноземов под хвойными лесополосами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 9 (107). С.23- 27.

2. Матвеева Р. Н., Братилова Н. П., Буторова О. Ф. Изменчивость показателей роста и генеративного развития кедровых сосен на плантации зеленой зоны города Красноярска // Сибирский лесной журнал. 2014. Т.2. С.81-86.

3. Zinn Y. L., Guerra Adriano R., Silva C. A., Faria J. A., Silva T. A. C. Soil organic carbon and morphology as affected by pine plantation establishment in Minas Gerais, Brazil // Forest Ecol. Manage. 2014. N.318. P.261–269.

4. Ирошников А. И. Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. Новосибирск: 1977. С. 104-110.

5. Барышев В.А., Колмагоров Ю.П., Кулипанов Г.Н., Скринский А.Н. Рентгенофлуоресцентный элементный анализ с использованием синхротронного излучения. Журн. аналит. химии.1986. Т.41. С.389-401.

6. Кузнецова Г. В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVII. № 1-2. С. 102-107.

Summary

*In the long-term field provenance experiment the interspecies variability of pines was shown to influence soil elemental composition as estimated by X-ray fluorescent analysis. Under Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) as compared with the Korean pine (*Pinus koraeansis* Siebold et Zucc.) the soil had higher contents of Fe, Ni, Zn, Cu, Br, Rb, Cr u Pb ($P \leq 0,05$) due to the increased uptake of these elements from the soil and their higher immobilization in the woody phytomass of Korean pine trees, growing much faster despite the non-native environment. Soil samples variability related to the intraspecies pine heterogeneity was found to be comparable with the one related to the interspecies heterogeneity, thus providing ample pool for the targeted biogeochemical selection of pines.*