НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

**СВОЙСТВА И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОЙ
ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
PROPERTIES AND ELEMENT COMPOSITION OF SOILS
OF THE DENDROLOGICAL TERRITORY
OF THE SIBERIAN BOTANICAL GARDEN**

В.З. Спирина, Л.В. Хоцкова, Е.А. Жарикова

V.Z. Spirina, L.V. Khotskova, E.A. Zharikova

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск

Spirinapochva@mail.ru

Изучены свойства, содержание и профильное распределение макроэлементов в почвах дендрологической территории Сибирского ботанического сада. Выявлен характер распределения химических элементов в профилях почв в зависимости от интенсивности дернового, подзолистого и глеевого процессов почвообразования.

The properties, content and profile distribution of macroelements in the soils of the dendrological territory of the Siberian Botanical Garden were studied. The nature of the distribution of chemical elements in soil profiles is revealed depending on the intensity of sod, podzolic and glue soil formation processes.

Ключевые слова: почва, элементы, гумус, дендрологическая территория, сад.

Key words: soil, elements, humus, dendrological territory, garden.

Сложность геологического строения и рельефа, разнообразие почвообразующих пород дендрологической территории Ботанического сада, расположенного на урбанизированной территории, оказывают непосредственное влияние на процессы почвообразования, свойства и элементный состав почв. Определение валового содержания элементов является необходимым, поскольку с химической характеристикой связан генезис, свойства почв и плодородие. Сибирский ботанический сад – это крупное научно-исследовательское учреждение в Сибири. Он является природоохранным объектом и структурным подразделением Томского государственного университета. Дендрологическая территория ботанического сада представляет собой зеленый массив, расположенный на окраине юго-восточной части города Томска. На дендрологических экспозициях сосредоточены основные коллекционные фонды деревьев и кустарников. Формирование ландшафта проводилось на водораздельной равнине с восточным уклоном террас рек Томи и Ушайки с учетом особенностей рельефа. Самые высокие точки над уровнем моря достигают 140 м, низкие – опускаются до 80 м [1]. Вся территория участка подразделяется на три геоморфологических элемента: первый – повышенные участки террасы реки Томи; второй – склоны между первой террасой реки Ушайки и пятой террасой реки Томи, которые делятся на две генерации склонов – верхнюю и нижнюю; третий – первая терраса реки Ушайки [1]. Микрорельеф в пределах каждого геоморфологического элемента, по данным К.А. Кузнецова и Т.П. Славниной [1], очень сложный. Уничтожение естественной растительности отразилось на гидрологических условиях ландшафта.

Почвообразующие породы представлены разнородным субстратом переотложенного материала рек. Повышенные и выровненные участки сложены суглинистыми отложениями и имеют ясно выраженный лессовидный облик. В пониженных элементах рельефа встречаются разнообразные по гранулометрическому составу почвообразующие породы от глинисто-иловатых до песчаных. Небольшая площадь сада характеризуется одинаковыми климатическими условиями, но сложность литологического и геоморфологического факторов определяет

чрезвычайную пестроту и контрастность почвенного покрова, а также своеобразие свойств почв разных его частей.

На исследованной территории из автоморфных почв наиболее распространен тип серых лесных оподзоленных. Полугидроморфные и гидроморфные почвы представлены лугово-черноземными оподзоленными, дерново-глееватыми (луговыми) оподзоленными и дерново-глеевыми (лугово-болотными), встречаются болотные почвы [1].

Объектом исследования послужили автоморфные серые лесные оподзоленные почвы среднемощных и мощных видов разных разновидностей. Они залегают на вершинах плоских увалов и пологих, наиболее дренированных, склонах северных и южных экспозиций. Также исследовалась влажнолуговая почва, сформированная на пониженном элементе рельефа.

Для определения химических и физико-химических свойств почв использовались общепринятые в почвоведении методы исследования. Валовой химический состав почв определялся методом рентгенфлуоресцентной спектроскопии с использованием спектрометра EDX-800HS (Shinadzu) в аналитическом центре ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток).

Серая лесная обычная мощная среднесуглинистая почва (разрез 1) сформирована на вершине пологого склона. Серая лесная обычная среднемощная среднесуглинистая почва (разрез 2) занимает среднюю часть пологого склона. На слабо дренированном элементе рельефа развита серая лесная грунтово-глееватая мощная легкосуглинистая почва (разрез 3). Почвенный профиль влажнолуговой маломощной укороченной среднесуглинистой почвы был вскрыт в понижении (разрез 4), где грунтовые воды залегают неглубоко.

Основными процессами почвообразования, которые определяют в основном генетические особенности исследованных почв, являются дерновый и подзолистый, в пониженных элементах рельефа они сочетаются с глеевым процессом. Интенсивность процессов почвообразования в данных почвах проявляется неодинаково и отражается, прежде всего, на морфологических признаках. Гумусовый горизонт в серой лесной оподзоленной среднемощной почве составляет 27 см, интенсивность подзолистого процесса выражена ярко, что проявляется в наличии кремнеземистой присыпки во всех горизонтах почвенного профиля. Мощность гумусового горизонта в серой лесной мощной почве значительно больше (до 40 см), подзолистый процесс проявляется слабее, в иллювиальном горизонте кремнеземистой присыпки не наблюдается. Серая лесная грунтово-глееватая почва имеет наибольшую мощность гумусового горизонта (65 см), наличие кремнеземистой присыпки выражено очень слабо. Гумусовый горизонт у влажнолуговой почвы маломощный и составляет всего 14 см. Все почвенные профили не содержат карбонатов, что является результатом сильной выщелоченности почв. В гранулометрическом составе большинства почвообразующих пород высокое содержание мелкого песка и крупнопылеватых частиц.

Серая лесная почва, сформированная на повышенном участке рельефа, и серая лесная на склоне имеют среднесуглинистый крупнопылевато-мелкопесчаный гранулометрический состав; в нижних горизонтах почв он становится супесчаным. Преобладающими частицами является крупная пыль и мелкий песок. Особенностью гранулометрического состава почв является значительно меньшее содержание ила в гумусовых горизонтах (4,8–10,1 %) по сравнению с ранее опубликованными результатами по серым лесным почвам данной территории [1–2]. Количество илистых частиц в иллювиальной части почвенных профилей увеличивается до 14,8–23,2 %, что свидетельствует о наличии элювиально-иллювиальной дифференциации толщи.

Серая лесная грунтово-глееватая почва в гумусовом горизонте имеет легкосуглинистый гранулометрический состав, который в иллювиальной части профиля становится среднесуглинистым, ниже по профилю с горизонта $BC_{\text{гг}}$ переходит в супесчаный. Элювиально-иллювиальная дифференциация профиля данной почвы выражена очень слабо. Верхние гори-

зонты влажнолуговой почвы среднесуглинистого состава, в нижней части профиля, где количество ила увеличивается до 36,7 %, становятся тяжелосуглинистыми. Преобладающими фракциями в большей части профиля грунтово-глееватой и влажнолуговой почвы являются крупная пыль и мелкий песок. В нижних горизонтах почв несколько увеличивается содержание ила.

Серые лесные почвы среднегумусные (4,2–5,3 %). С глубиной содержание гумуса резко уменьшается [2]. Более гумусирована влажнолуговая почва, которая содержит 6,4 % гумуса. Сумма поглощенных катионов у всех почв максимальна в гумусовых горизонтах (22,4–27,6 мг-экв/100 г почвы), к нижним горизонтам она снижается до 16,4–18,6 мг-экв/100 г почвы. В составе ППК преобладает кальций (20,4–24,6 мг-экв/100 г почвы), в глееватых горизонтах по причине гидроморфизма несколько возрастает количество магния (5,8 мг-экв/100 г почвы). Почвы имеют слабокислую среду ($\text{pH}_{\text{водн.}}$ 5,6–5,9) и близкую к нейтральной. Гидролитическая кислотность изменяется от 3,1 до 4,5 мг-экв/100 г почвы.

Плотность сложения гумусовых горизонтов серых лесных почв оптимальна для среднесуглинистого гранулометрического состава (1,25–1,28 г/см³) за исключением серой грунтово-глееватой почвы, которая более уплотнена (1,56 г/см³), что затрудняет проникновение воздуха, влаги, развитие корневой системы и создает неблагоприятные условия для произрастания растений.

Исследованные почвы отличаются по содержанию элементов питания. Серые лесные почвы характеризуются как среднеобеспеченные легкогидролизуемым азотом. В гумусовом горизонте его содержание составляет 7,5–8,5 мг/100 г почвы. Обеспеченность подвижным фосфором низкая (5,6–7,5 мг/100 г почвы). Минимальное количество легкогидролизуемого азота (6,7 мг/100 г почвы) и фосфора (4,5 мг/100 г почвы) характерно для серой лесной грунтово-глееватой почвы, что связано с небольшим содержанием гумуса и низкой нитрификационной способностью. Больше всего легкогидролизуемого азота (10,1 мг/100 г почвы) и фосфора (11,8 мг/100 г почвы) характерно для наиболее гумусированной влажнолуговой почвы.

Валовое содержание химических элементов в почвах отражает особенности минералогического состава пород, свидетельствует о тех изменениях, которые произошли в исходной породе в процессе почвообразования и дает представление об их общем количестве в почвенной толще [3]. Особенности содержания и профильного распределения элементов почвы наследуют от почвообразующих пород, однако почвообразовательные процессы накладывают свой отпечаток в виде специфических проявлений биогенной аккумуляции, физико-химической и механической миграции веществ [4]. Анализ элементного состава дает возможность определить характер почвообразовательных процессов, протекающих в почвах. Развитие отдельных процессов почвообразования и их различное сочетание в той или иной степени влияет на изменение элементного состава в профиле почв. По количественному изменению отдельных элементов, а также различному их соотношению в генетических горизонтах почвы можно судить о направленности процессов почвообразования.

Полученные данные валового химического состава исследованных почв показывают отсутствие равномерного распределения элементов по почвенному профилю, что является результатом процессов почвообразования. При неоднородном гранулометрическом составе наблюдается непостоянство в распределении по профилю силикатной массы. Биологическое накопление элементов-биофилов в верхних горизонтах почв является результатом проявления дернового процесса, интенсивность которого в разных почвах неодинаковая.

Самым распространенным элементом в земной коре является кремний. Его накопление связано с процессами выветривания горных пород и минералов группы кварца и аморфного кремнезема, силикатов и алюмосиликатов [3]. Содержание кремния также зависит от жизнедеятельности организмов, отмершая органическая масса которых после разложения служит важ-

ным источником этого элемента. Для исследованных почв характерно довольно высокое содержание оксида кремния (61,74–74,06 %), что обусловлено широким распространением элемента в природе, гранулометрическим составом и органическим веществом. Распределение кремния по профилю специфично для каждой почвы и является важным диагностическим признаком. Серая лесная среднемощная почва (разрез 2), где подзолистый процесс ярко выражен, характеризуется наиболее четкой дифференциацией по профилю оксида кремния, и его максимальное содержание (75,89 %) отмечается в элювиальном горизонте. В серой лесной грунтово-глееватой (63,07–68,81 %) и влажнолуговой (61,74–63,01 %) почвах существенной дифференциации в распределении кремния по почвенному профилю не наблюдается, о чем свидетельствует постоянная величина коэффициента накопления ($K_n = 0,99$).

Сумма оксидов трехвалентных металлов представлена в основном железом и алюминием и при профильном распределении в значительной мере зависит от типа почвообразования. В серых лесных почвах наблюдается заметное увеличение полуторных оксидов в иллювиальной части почвенных профилей (16,97–21,18 %), что является проявлением элювиально-иллювиальных процессов. Серая лесная грунтово-глееватая почва и влажнолуговая характеризуются постепенным увеличением полуторных оксидов вниз по профилю от 13,67 до 18,06 %.

Важным диагностическим признаком, который позволяет выявить направленность почвообразовательного процесса, является содержание и профильное распределение железа и алюминия. Содержание валового железа в почвенных профилях неодинаковое. Гумусовые горизонты содержат меньше железа (3,15–3,73 %), к породе происходит постепенное увеличение железа до 4,56–5,99 %, что является следствием иллювиального и глеевого процессов. В распределении оксида алюминия, также как и железа, наблюдается постепенное увеличение к породе (до 10,43–14,07 %). Небольшое содержание железа и алюминия в органогенных горизонтах по сравнению с породой, по мнению А. И. Перельмана [5], связано со слабым биологическим накоплением и невысокими значениями гумуса.

Кальций и магний относятся к элементам интенсивного биологического накопления, однако в исследуемых почвах эта закономерность не выражена. Для гумусовой части почвенных профилей содержание оксида кальция находится в пределах 1,61–1,83 %, в горизонтах С и ВС составляет 1,22–1,96 %. Подобная закономерность в распределении по профилю кальция характерна и для валового магния. В гумусовых горизонтах магния содержится 1,01–1,27 %, по профилю несколько увеличивается до 1,09–2,15 %. Оксида магния, как известно, больше содержится в тонких частицах, однако эта закономерность в данных почвах не прослеживается.

Марганец в почвах находится в структуре различных минералов, органо-минеральных и органических соединений. На внутрипрофильное распределение валового марганца наибольшее влияние оказывает реакция среды и содержание гумуса [4]. Марганец относится к числу элементов с высокой биологической активностью. Однако в верхних горизонтах некоторых почв, несмотря на более высокое содержание гумуса (разрез 4), аккумуляции марганца не наблюдается. Подобное явление объясняет различную степень биологического поглощения растениями данного элемента [6]. В серых лесных почвах оксида марганца содержится в верхних горизонтах немного больше (0,07–0,14 %), к породе оно незначительно снижается – до 0,07–0,08 %. В серой лесной грунтово-глееватой почве содержание марганца по профилю практически не изменяется. Наиболее гумусированная влажнолуговая почва характеризуется небольшим накоплением элемента в органогенной части профиля (0,1 %), в оглеенных горизонтах марганца содержится значительно больше (0,25 %), что вероятно связано с его миграцией в форме органических соединений в нижние горизонты и с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом.

Основным фактором, определяющим содержание валового фосфора, как отмечают многие исследователи, является обогащенность данным элементом материнских пород. Содержание и профильное распределение фосфора в почвах зависит от генетических особенностей и условий почвообразования.

В серых лесных почвах и серой лесной грунтово-глееватой максимальное накопление отмечается в гумусовых горизонтах – от 0,1 до 0,28 %, что подчеркивает его ярко выраженную биофильность. В нижних горизонтах данных почв содержание фосфора составляет 0,05-0,1 %. Наименьшее количество оксида фосфора характерно для серой лесной почвы, сформированной на вершине пологого склона. Иная картина наблюдается во влажнолуговой почве, где наиболее высокое содержание фосфора (0,39 %) приурочено к тяжелосуглинистому горизонту BC_{feg} , тогда как в органогенном горизонте не превышает 0,21 %.

Неодинаковое содержание и распределение валового калия по генетическим горизонтам исследованных почв указывает на различные условия их генезиса. Гумусовые горизонты почв за счет биогенной аккумуляции содержат оксида калия 1,57–1,75 %. Количество его у серых лесных почв к породе заметно возрастает (до 1,86–1,95 %), что обусловлено перемещением калия сверху вниз под влиянием периодически промывного водного режима. У влажнолуговой почвы максимальная величина оксида калия характерна для гумусового горизонта (1,75 %), что связано с биологическим накоплением, с глубиной его количество несколько снижается (до 1,69 %).

Содержание и распределение титана определяется количеством титансодержащих минералов, которые, несмотря на их устойчивость, подвергаются процессам выветривания, что приводит к накоплению элемента в горизонтах почв. Исследованные почвы характеризуются невысоким содержанием титана. В гумусовых горизонтах его величина составляет 0,65–0,82 %, с глубиной существенного увеличения содержания титана не происходит (0,72–0,82 %), и коэффициент накопления по профилю не изменяется ($K_n = 1$), что подтверждает слабую миграционную способность этого оксида.

Таким образом, анализ свойств и валового химического состава почв дендрологического участка Ботанического сада показал неодинаковое содержание и распределение элементов по профилю в зависимости от их миграционной способности, интенсивности процессов почвообразования, содержания гумуса и гранулометрического состава.

Литература

1. Кузнецов К.А., Славнина Т.П. Почвы Сибирского ботанического сада // Бюллетень Сибирского ботанического сада. Томск : Изд-во ТГУ, 1971. Вып. 8. С. 99–126.
2. Герасько Л.И., Пашнева Г.Е. Почвы Томского Приобья // Генезис и свойства почв Томского Приобья. Томск : Изд-во ТГУ, 1980. С. 32–84.
3. Сысо А.И. Закономерности химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. С. 158–235.
4. Кулижский С.П., Спирина В.З., Саранчина Е.В. Содержание кислотнорастворимых форм меди и кобальта в почвах Приенисейской части Батеневского кряжа // Вестник КрасГАУ. 2010. Вып. 3. С. 24–28.
5. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М. : Высшая школа, 1975. 342 с.
6. Ивлев А.М. К вопросу о причинах интенсивного поглощения марганца растениями в условиях южной части Сахалина // Макроэлементы в почвах, водах и организмах Сибири и Дальнего Востока и их роль в жизни растений, животных и человека. Улан-Удэ : Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1961. С. 79–87.