

РАЗНООБРАЗИЕ ГУМУСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВ ЭКОТОНА ТАЙГА-СТЕПЬ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Познание истории формирования почв и построение модели их эволюции является одной из основных проблем генетического почвоведения, решение которой направлено на усовершенствование прогнозов поведения почв и ландшафтов в меняющейся природной и антропогенной обстановке. Почва интегрально отражает и записывает в своих свойствах действие во времени всей совокупности факторов педогенеза и выполняет глобальную функцию в биосфере – информационную. Одним из наиболее надежных носителей почвенной памяти является гумус, структура которого сохраняется в почве длительное время. Гумусовый профиль почв представляет собой своеобразный «архив», хранящий зашифрованную информацию об эволюции природной среды на разных этапах формирования почвы.

Цель данной работы – выявить особенности гумусовых профилей и показать разнообразие и сложность их строения, отражающие смену природной обстановки на территории экотона тайга–степь юго-восточной части Западной Сибири.

Гумусовые профили как носители «почвенной памяти» рассматриваются на примере дерново-подзолистых и серых лесных почв подтайги, сформированных на Томь-Яйском междуречье, и черноземов выщелоченных лесостепной зоны на территории Присалаирской равнины.

Гумусовые профили почв отражают контрастную их эволюцию и фиксируют в своем строении фазы и стадии почвообразования, связанные с изменением влаго– и теплообеспеченности территории. В гумусовых профилях выявляется несколько максимумов в содержании гуминовых кислот и отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, что указывает на изменение климатических условий в период формирования почв.

Таким образом, гумусовые профили почв сохраняют в своих характеристиках информацию об особенностях природной среды на протяжении периода формирования почвенного тела, в связи с чем могут служить «инструментом» для реконструкции палеогеографической среды и использоваться для построения моделей поведения почв в будущем.

Ключевые слова: почвы экотона тайга-степь, гумусовый профиль, фазы и стадии почвообразования.

Почвы развиваются на протяжении длительного временного периода, в течение которого природная среда не остается постоянной. Проблема сопряженной эволюции почвообразования и формирующих почвы условий среды является в почвоведении одной из фундаментальных. Для составления прогнозов развития почв в меняющейся обстановке необходима реконструкция фаз, стадий и этапов их формирования, информация о смене которых сохраняется в морфологических, химических и иных свойствах и параметрах почв. Вопросы устойчивости и чувствительности почв в целом, и почвенного органического вещества в частности, к изменению атмосферных температур и других климатических параметров, определяющих экологическую обстановку почвообразования, активно обсуждаются в зарубежной научной литературе [1]–[9]. Имеются публикации и по отражению древних процессов почвообразования в профилях современных почв [10]. Однако далеко не все почвенные свойства и признаки можно использовать в качестве источника ин-

формации об эволюции физико-географической среды. Как показали ранее проведенные исследования, одним из важнейших носителей «памяти почв» является гумусовый профиль, четко фиксирующий изменения в функционировании ландшафтов на протяжении истории развития почвы [11], [12]. Характеристики гумусовых профилей, изображенных в виде профилиграмм [13], позволяют представить схемы формирования каждого почвенного индивидуума, выявить фазы и стадии их развития, проследить смены типов почвообразования и вычленить изменения природной среды, обусловленные локальными и глобальными причинами. Стадии и фазы почвообразования (понятийная нагрузка этих терминов дана в работе [14]) четко выделяются по особенностям гумусовых профилей в виде смены количественных характеристик групп и фракций гумусовых веществ и их отношения.

Наиболее сложной эволюцией отличаются почвы, развитые на «сенсорных» породах (лёссах, лессовидных и покровных суглинках)

в регионах, расположенных в пределах смещения ландшафтов, и, следовательно, почвенных границ, т.е. в зонах экотона.

Цель настоящей работы – выявить особенности гумусовых профилей и показать сложность их строения, отражающие смену природной обстановки на территории экотона тайга–степь Западной Сибири.

Под экотонном в данной работе понимается переходная зона между тайгой и степью, включающая подтаежную и лесостепную зоны, в пределах которых на протяжении голоцена происходили смещения ландшафтных и почвенных границ в результате изменения физико-географической обстановки. Эволюция почв в экотонах является, как правило, контрастной.

В экотоне тайга–степь формируется широкий спектр типов и подтипов почв, но в рамках данной статьи рассматриваются гумусовые профили на примере следующих объектов: дерново-подзолистых и серых лесных почв подтайги, сформированных на Томь-Яйском междуречье, и черноземов выщелоченных лесостепной зоны на территории Присалаирской равнины.

С целью изучения гумусовых профилей был определен качественный состав гумуса в почвенных образцах, отобранных сплошной колонкой через каждые 5-10 см с учетом границ генетических горизонтов, по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [15].

Подтаежная зона является зоной неустойчивого климатического равновесия между юж-

ной тайгой и лесостепью, в связи с чем даже небольшие изменения климатических параметров могут приводить к значительным смещениям границ растительных формаций с последующей активизацией почвообразовательного процесса, направленного на трансформацию свойств почв к достижению равновесия с комплексом новых условий. В период голоцена подобные изменения происходили неоднократно и имели достаточную для перестройки ландшафтов и почвенных профилей продолжительность. Ниже рассматриваются гумусовые профили почв, отражающие смену биоклиматических условий в период их формирования и фиксирующие фазы и стадии развития почв в подтайге.

Серая лесная среднесуглинистая почва (разрез 5–К), характеризующаяся отсутствием явных признаков полигенезиса в морфологическом облике, имеет следующие особенности гумусового профиля (рис. 1): наличие 3-х зон с относительно повышенным накоплением гуминовых кислот (ГК) за счет гуматов кальция (фракция 2) и максимальными относительными величинами $C_{гк}:C_{фк}$, колебательный характер внутрипрофильного распределения фульвокислот (ФК) и негидролизуемых форм гумуса.

В составе ГК по всему профилю преобладают гуматы кальция, бурые ГК (фракция 1) и прочносвязанные с минеральной частью почвы ГК (фракция 3) присутствуют в составе гумуса лишь в верхней полуметровой толще. Распределение свободных ФК (фракция 1а) не типично для серых лесных почв. Доля их невысокая (1-6% от $C_{общ}$), и лишь в иллювиальных

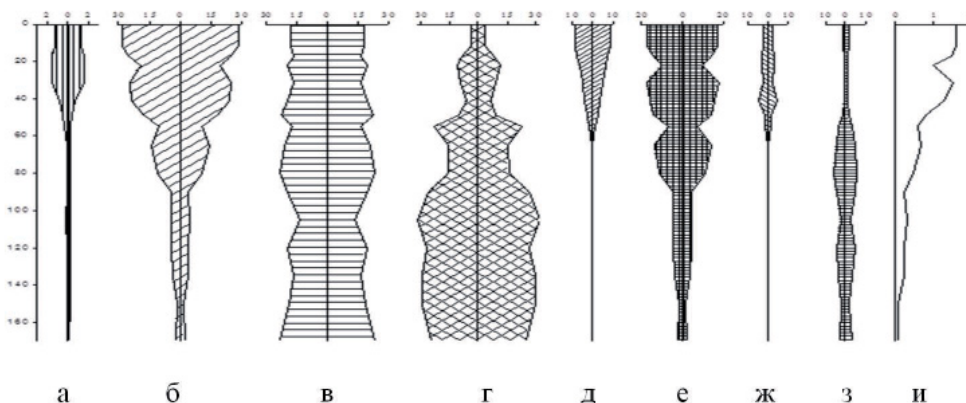


Рисунок 1 – Гумусовый профиль серой лесной почвы (р. 5-К).

Условные обозначения: а – содержание органического углерода, % к почве; содержание углерода групп и фракций гумусовых веществ, % к общему углероду; б – гуминовые кислоты (ГК); в – фульвокислоты (ФК); г – негидролизуемые формы гумуса; д – ГК фракции 1; е – ГК фракции 2; ж – ГК фракции 3; з – ФК 1а; и – $C_{гк}:C_{фк}$.

горизонтах отмечается увеличение их количества до 9-11%. Четко выраженное нарастание с глубиной, характерное для лесных почв, отсутствует.

Анализ гумусового профиля позволяет отметить, что гумусовый горизонт этой почвы полифазный. Характеристики соответствуют 2-м фазам потепления (слои 2-17 см и 22-41 см), которое прерывалось фазой похолодания (слой 17-22 см). Полифазной является и иллювиальная толща почвы, что отражается в колебательном характере отношения $C_{гк}:C_{фк}$. Почву можно рассматривать как условно моногенетичную с полифазными горизонтами.

Другим типом почв, распространенным на территории подтаежной зоны юго-восточной части Западной Сибири, являются дерново-подзолистые, гумусовый профиль которых рассматривается на примере дерново-подзолистой тяжелосуглинистой глееватой почвы (разрез 3-10К) со 2-м гумусовым горизонтом на глубине 40-50 см. Гумусовый профиль почвы неоднородный (рис. 2).

В нем выделяется несколько зон с различными характеристиками гумуса: первая, представляющая верхнюю 15-см толщу с преобладанием ФК в составе гумуса ($C_{гк}:C_{фк}$ 0,86-0,91) и бурых гуминовых кислот в составе ГК; вторая, совпадающая с горизонтом А2, где гумус относится к тому же фульватному типу, что и в предыдущем случае ($C_{гк}:C_{фк}$ 0,78-0,73), но в составе ГК превалируют черные их формы (гуматы кальция); третья зона, соответствующая верхней части горизонта [А2h], с высокой

долей ГК (до 22-24%), равными долями ГК и ФК (отношение их 1,06), большей долей в ГК фракции 2 (20% от $C_{общ}$); четвертая зона – мало мощная, находящаяся в пределах нижней части горизонта [А2h], с максимальным содержанием ГК и гуматов кальция среди них (31 и 27% соответственно), минимальным количеством ФК (14%), и, как следствие, самой высокой величиной $C_{гк}:C_{фк}$ (2,14), что типично для черноземного типа почвообразования; и, наконец, пятая зона соответствует иллювиальному горизонту и характеризуется резким снижением гуматов кальция и ГК в целом, отсутствием иных фракций ГК и максимальной долей ФК фракции 1а. Характеристики гумусового профиля дают основание отнести эту почву к полигенетичной, прошедшей, кроме современной лесной, иную стадию развития (степную или лугово-степную) в условиях, способствующих накоплению ГК.

Лесостепная зона юго-восточной части Западной Сибири, по сравнению с подтаежной, отличается сокращением обводненных площадей и общим обсыханием территории. Лесостепные ландшафты этого региона очень специфичны и разнообразны. Здесь наблюдается одновременное развитие процессов остепнения и облесения, засоления и рассоления, в связи с чем почвенный покров характеризуется большой пестротой и типовым разнообразием. Наибольшее распространение имеют темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные и выщелоченные. Гумусовые профили этих почв всегда сложные и отражают все сдвиги природных зон, происходившие в голоцене.

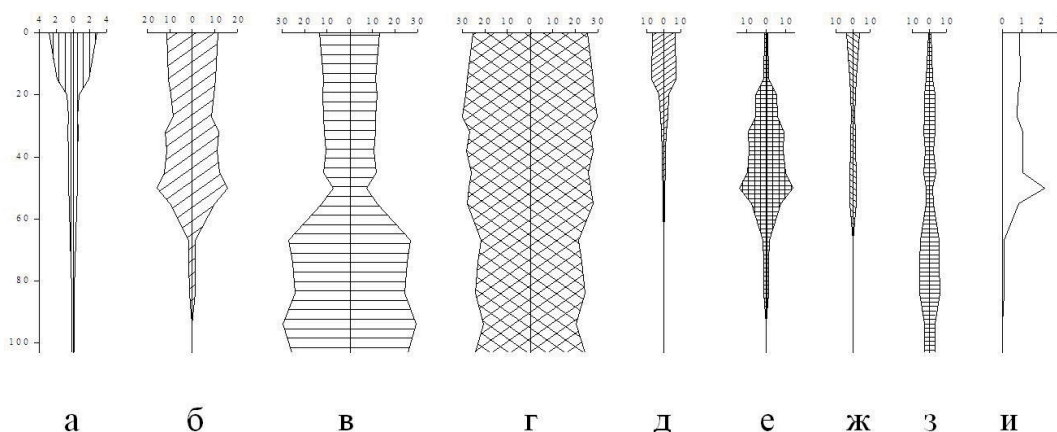


Рисунок 2 – Гумусовый профиль дерново-подзолистой почвы со ВГГ (р. 35-05).
Условные обозначения: см. рис. 1.

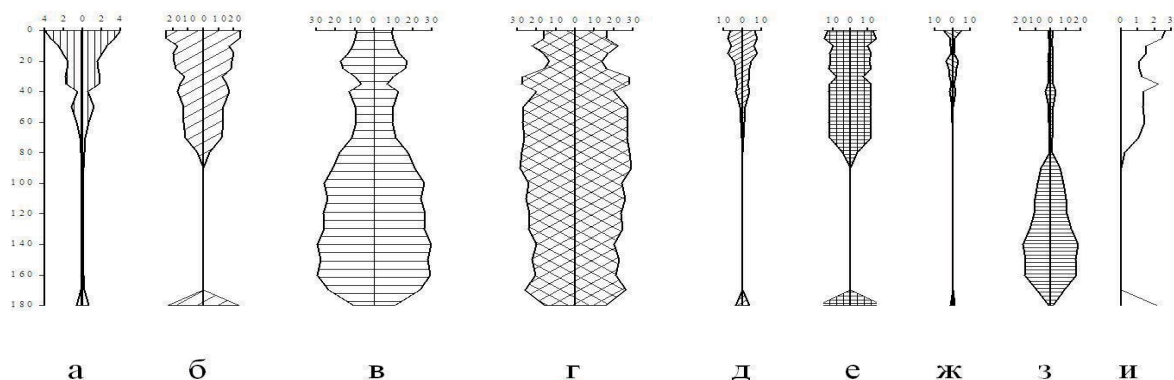


Рисунок 3 – Гумусовый профиль дерново-подзолистой почвы со ВГГ (р. 35-05).
Условные обозначения: см. рис. 1.

Ниже рассматривается гумусовый профиль чернозема выщелоченного среднесуглинистого (разрез 259-Д), сформированного в колючей лесостепи Присалаирья. Почва характеризуется высоким содержанием гумуса (11-13%) и наличием, кроме верхнего гумусо-аккумулятивного горизонта, еще 3-х слоев (25-35 см, 40-50 см, 170-180 см) с относительным накоплением органического вещества. Анализ гумусового профиля (рис. 3) указывает на сложную историю формирования чернозема в условиях меняющейся природной обстановки, что позволяет отнести ее к полигенетичной с полифазным гумусовым горизонтом.

В пользу полигенетичности свидетельствует иной состав почвы на глубине 170-180 см по сравнению с перекрывающей этот слой толщей. Формирование погребенного горизонта происходило, скорее всего, в довольно теплых условиях при невысокой влажности, на что указывает значительная доля ГК, на которую приходится почти половина всех гумусовых веществ, и низкая доля ФК, а также широкое отношение $C_{гк} : C_{фк}$, превышающее 2,0. Гумус вышележащей толщи (горизонты B_1, B_{2Ca}, BC_{Ca}) формировался,

возможно, в холодных и влажных условиях (ГК отсутствуют, доля ФК составляет половину и более всех гумусовых веществ). В пользу полифазности гумусового горизонта свидетельствует наличие в нем 3-х относительных максимумов и 2-х минимумов в содержании ГК, что, скорее всего, было обусловлено колебаниями температурных и влажностных характеристик климата.

Таким образом, на территории экотона тайга–степь юго-восточной части Западной Сибири формируются почвы с разнообразными гумусовыми профилями, однако все они имеют непростое строение, что обусловлено неоднократными изменениями факторов почвообразования на протяжении голоцена и сложной эволюцией почв переходных пространств между различными почвенно-климатическими зонами. В гумусовом профиле почв зафиксирована информация об особенностях природной обстановки, о фазах и стадиях почвообразования, в связи с чем они могут использоваться в качестве «инструмента» для реконструкции палеогеографической среды и использоваться для построения моделей поведения почв в будущем.

21.09.2017

Список литературы:

1. Conant R.T., Drijber R.A., Haddix M.L., Parton W.J., Paul E.A., Plante A.F., Six J., Steinweg J.M. Sensitivity of organic matter decomposition to warming varies with its quality // *Global Change Biology*. 2008. Vol. 14. PP. 868–877.
2. Conant R.T., Steinweg J.M., Haddix M.L., Paul E.A., Plante A.F., Six J. Experimental warming shows that decomposition temperature sensitivity increases with soil organic matter recalcitrance // *Ecology*. 2008. Vol. 89. PP. 2384–2391.
3. Pesochina L.S. The Formation of the Humus Profile of Chernozems in the Azov Pvince // *Eurasian Soil Science*. 2008. Vol. 41. №13. PP. 51–56.
4. Lutzow M., Kodel-Knabner I. Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition – what do we know? // *Biology and Fertility of soils*. 2009. Vol. 46. PP. 1–15.

5. Meier H., Driese S., Nordt L., Forman S., Dworkin S. Interpretation of Late Quaternary climate and landscape variability based upon buried soil macro- and micromorphology, geochemistry and stable isotopes of soil organic matter, Owl Creek, central Texas, USA // *Catena*. 2014. Vol. 114. P. 157-168.
6. Sauer D., Schellmann G., Stahr K. A soil chronosequence in the semi-arid environment of Patagonia (Argentina). // *Catena*. 2007. Vol. 71. PP. 382–393.
7. Sauer D., Schulli-Maurer I., Sperstad R., Sorensen R., Stahr K. Podzol development with time in sandy beach deposits in southern Norway // *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2008. Vol. 171. P. 483-497.
8. Sauer D., Schulli-Maurer I., Wagner S., Scarciglia F., Sperstad R., Svendgard-Stokke S., Sorensen R., Schellmann G. Soil development over millennial timescales – examples from different climates // *Earth and Environmental Science*. 2015. Vol. 25 (1). P. 1-19.
9. Vancampenhout K., Langohr R., Slaets J., Buurman P., Swennen R., Deckers J. Paleopedological record of the Rocourt pedosequence at Veldwezelt–Hezerwater (Belgian Pleistocene loess belt): Part 2 – Soil formation // *Catena*. 2013. Vol. 110. P. 8-23.
10. Кулижский С.П., Родикова А.В. Отражение древних процессов в профилях современных почв степей Минусинской впадины / Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем [Электронный ресурс]: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск. (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска. – С. 155-159.
11. Каллас Е.В., Дергачева М.И. Гумусовый профиль почв как отражение стадийности почвообразования // *Сибирский экологический журнал*. 2007. №5. С. 711-717.
12. Каллас Е.В., Дергачева М.И. Гумусовые профили почв Сибири разных условий почвообразования // *Сибирский экологический журнал*. 2011. №5. С. 633-640.
13. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. 155 с.
14. Каллас Е.В. Гумусовые профили почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины. Новосибирск: Изд-во «Гуманитарные технологии», 2004. 170 с.
15. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 222 с.

Сведения об авторе:

Каллас Елена Витальевна, доцент кафедры почвоведения и экологии почв
Биологического института Национального Исследовательского Томского государственного университета,
кандидат биологических наук, доцент
E-mail: lkallas@sibmail.com
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел. (3822) 529654