

Гумусовые профили почв Сибири разных условий почвообразования

Е. В. КАЛЛАС¹, М. И. ДЕРГАЧЕВА^{1,2}

¹Томский государственный университет
634000, Томск, просп. Ленина, 36

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: mid555@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются гумусовые профили почв Сибири разных условий и моделей почвообразования. Показано, что гумусовые профили почв, формирующихся в районах смещения ландшафтных и почвенных границ и развивающихся по полигенетической модели, а также почв синлитогенного типа педогенеза имеют сложное строение. Простым строением гумусового профиля характеризуются почвы, развитие которых осуществляется в рамках простой (идеальной, нормальной) модели почвообразования.

Ключевые слова: почва, гумусовый профиль, эволюция, модели почвообразования.

В настоящее время в научной литературе широко обсуждаются вопросы отражения истории развития почв в их морфологическом облике, химических и физических свойствах, формирующих память почв [1]. Не все почвенные компоненты способны сохранять информацию об условиях образования почв в течение длительного времени, но гумусовые вещества, образуя особый класс природных соединений, состав и структура которых обуславливаются термодинамической (климатической) обстановкой их формирования [2, 3], сохраняют свои параметры на протяжении всего периода эволюции (развития) и даже в случае погребения почвы [3]. Как показано в более ранних работах [4–7], гумусовый профиль, являясь интегральным показателем, отражающим историю формирования почвы, фиксирует все состояния, ко-

торые проходит почва в период своего развития, поскольку соотношение и свойства компонентов системы гумусовых веществ обусловлены гидротермическим режимом, в котором проходило образование гумусовых кислот и их органоминеральных производных.

В Сибири с ее многообразием условий природной среды можно обнаружить почвы всех моделей почвообразования. Цель данной работы – анализ информации об условиях и моделях формирования почв в гумусовых профилях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

На примере серых лесных и аллювиальных почв подтайги Западной Сибири, лесных и степных почв межгорных котловин Горного Алтая, а также черноземов южных Чулымо-Енисейской впадины (Хакасия) показаны особенности гумусовых профилей, обус-

Каллас Елена Витальевна
Дергачева Мария Ивановна

ловленные эволюционным ходом гумусо- и почвообразования. С целью выявления специфики гумусовых профилей почвенные образцы отбирали сплошной колонкой каждые 5–10 см с учетом границ генетических горизонтов. Групповой и фракционный состав гумуса изучался по методу И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее сложной моделью формирования почв, характеризующейся сменой сочетания участвующих в почвообразовании элементарных почвенных процессов, обуславливающих тип почвообразования и комплекс свойств, является полигенетичная. Подобная модель широко распространена в регионах, расположенных в пределах смещения ландшафтных и почвенных границ [9]. Так, в подтаежной зоне Сибири, относящейся к переходной полосе от тайги к лесостепи, в развитии почв выделяются два основных этапа [10, 11]: остепнение в раннем и среднем голоцене и облесение в позднем. В ксеротермическую эпоху с сухим и теплым климатом происходило расширение площадей степной растительности, особенно на водоразделах и прогреваемых южных склонах, где формировались почвы по черноземному и лугово-черноземному типу [12, 13]. В атлантическом и суббореальном периодах голоцена, как показывают палеопочвенные данные, степи распространялись значительно дальше к северу, чем в настоящее время [11]. Позднее в результате похолодания и некоторого увеличения осадков произошло смещение ландшафтных границ к югу, что отмечается многими исследователями на территории от юга средней тайги до лесостепи включительно [11, 14–16], а в почвенном покрове начинают доминировать серые лесные почвы. Изменения природной среды нашли отражение в свойствах этих почв, в частности в характеристиках их гумусовых профилей, имеющих сложное строение.

Сложность гумусовых профилей большинства исследованных серых лесных почв проявляется в наличии двух, а иногда и трех зон (слоев) с относительным расширением от-

ношения углерода гуминовых кислот ($C_{гк}$) и углерода фульвокислот ($C_{фк}$), повышенной долей гуминовых кислот в составе гумуса, особенно гуматов кальция, и относительно пониженной долей фульвокислот (рис. 1). Первый относительный максимум $C_{гк} : C_{фк}$ обнаруживается в современном гумусово-аккумулятивном горизонте, он обусловлен повышенными долями ГК фракций 1 и 2 и невысоким содержанием ФК. Второй максимум отмечается на глубине 20–40 или 40–55 см и фиксируется по увеличению гуматов кальция. В редких случаях выделяется третий относительный максимум на глубине 110–120 см или ниже. Гумус в этом слое характеризуется повышенным содержанием ГК фракции 2, а иногда и 3.

Неоднородность гумусового профиля обусловлена не только изменениями содержания гуминовых и фульвокислот, но и разной степенью прочности связи ГК и ФК между собой, а также с минеральной частью почвы. Растворимость гумусовых веществ сказывается на доле негидролизующихся форм гумуса в его составе.

В гумусовых профилях исследованных серых лесных почв наиболее сложным является распределение гуминовых кислот, связанных с кальцием, которое позволяет выявить несколько зон с относительно повышенными и пониженными долями этого компонента. Распределение этой фракции по гумусовому профилю может свидетельствовать о том, что в истории развития почв имела место не только современная лесная стадия почвообразования, но и, возможно, черноземная или лугово-черноземная, а также разные фазы, обусловленные колебаниями тепло- и влагообеспеченности.

Таким образом, анализ гумусовых профилей серых лесных почв позволил выявить их неоднородность и сделать заключение о полигенетичности почв, поскольку в их гумусовых профилях имеются признаки былых стадий и фаз гумусо- и почвообразования в виде нескольких зон (слоев) с иным соотношением компонентов гумуса. Все это указывает на сложную историю формирования серых лесных почв, обусловленную сменой характеристик климата в голоцене и, как следствие, смещением растительных зон. Гумус

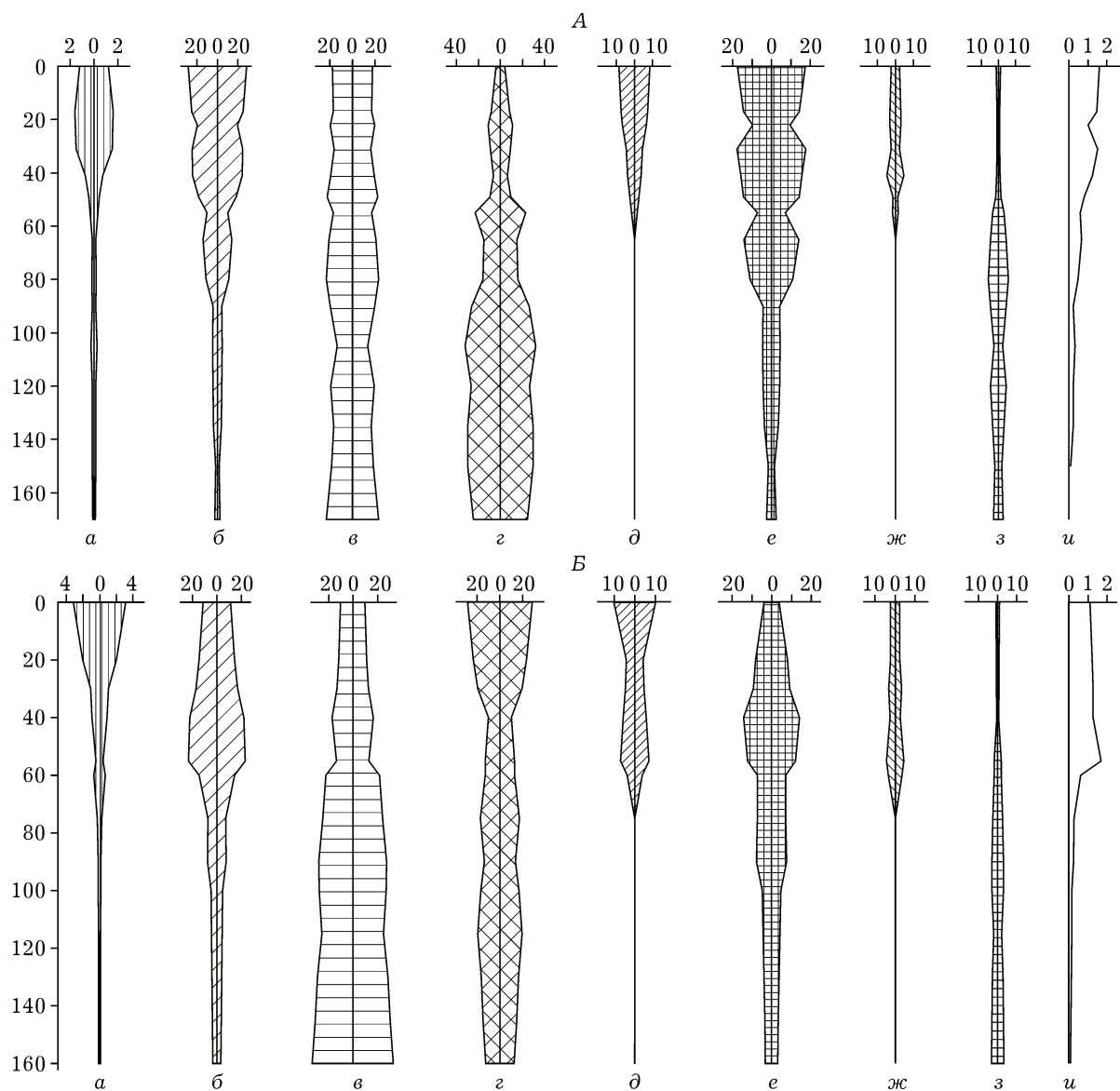


Рис. 1. Гумусовые профили серых лесных почв: А – серая лесная оподзоленная мощная среднесуглинистая (разрез 5); Б – темно-серая лесная оподзоленная легкосуглинистая (разрез 32).

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 – негидролизующие формы гумуса, д – ГК фракции 1, е – ГК фракции 2, ж – ГК фракции 3, з – ФК фракции 1а, и – $C_{ГК} : C_{ФК}$

нижней части гумусово-элювиального горизонта (A_1A_2) с относительно повышенным накоплением органического углерода и гуматов кальция, наиболее широким отношением $C_{ГК} : C_{ФК}$ и пониженным содержанием свободных фульвокислот мог формироваться в более теплых и менее влажных условиях (на которые наложилось влияние лесной стадии почвообразования), что позволяет говорить о нали-

чии здесь второго (реликтового) гумусового горизонта степных природных условий.

Признаки, унаследованные от предыдущих стадий почвообразования, обнаруживаемые не только аналитически, но и в морфологическом облике, имеются и в исследованных дерново-подзолистых почвах подтаежной зоны Западной Сибири. Здесь вторые гумусовые горизонты, резко выделяющиеся

более темной гумусовой окраской, а также по характеристикам гумуса и соотношению основных его компонентов на фоне выше- и нижележащих слоев, выявлены на глубинах 40–50 и 23–33 см. Хорошая сохранность вторых гумусовых горизонтов обусловлена тяжелым гранулометрическим составом, поскольку процессы деградации темноцветного гумуса и эволюция почвенного профиля протекают в таких почвах замедленными темпами. Несмотря на то что вторые гумусовые горизонты, как правило, приурочены к нижней части элювиального горизонта, их можно отнести, согласно [17], к разным типам, а именно: первому (залегаящие глубоко, при этом почвы формируются по чернозему) и второму (залегаящие неглубоко, когда почвы формируются по серым и темно-серым лесным почвам), поскольку они существенно отличаются по величине отношения $C_{гк} : C_{фк}$, уровню накопления ГК и гуматов кальция в их составе. В почвах, отнесенных к первому типу, отношение углерода ГК к углероду ФК во втором гумусовом горизонте значительно шире и составляет более 1,6, доля ГК превышает 40 % от $C_{общ}$, а гуматов кальция – 23 %, что в целом типично для черноземного и лугово-черноземного типа почвообразования [18]. В гумусовых горизонтах второго типа в среднем $C_{гк} : C_{фк} = 1,13$, сумма гуминовых кислот – около 25 %, а их доля, связанная с кальцием, хоть и является преобладающей, но всего лишь незначительно превышает 10 %, что сближает гумус этого горизонта с гумусом, типичным для серых лесных почв.

В составе гумуса вторых гумусовых горизонтов всех исследованных дерново-подзолистых почв отмечается снижение содержания свободных ФК (фракция 1а) и фульвокислот в целом, что может указывать на формирование системы гумусовых веществ этой части профиля в менее влажных условиях, а если учитывать аккумуляцию здесь гуматов кальция и гуминовых кислот в целом, то можно предположить, что процесс гумусообразования протекал еще и в более теплых условиях.

Таким образом, анализ гумусовых профилей серых лесных и дерново-подзолистых почв отражает эволюционный ход со сменой типов почвообразования в подтаежной зоне Запад-

ной Сибири на протяжении голоценового периода, климатические условия которого существенно изменялись в сторону увеличения теплообеспеченности и уменьшения увлажненности от раннего голоцена к атлантическому периоду (климатический оптимум, термический максимум по [11]) с последующим похолоданием и нарастанием увлажнения.

Специфический характер гумусового профиля, связанный со сменой ландшафтной обстановки, широко проявляется на всей территории Сибири не только в почвах равнинных территорий, но и в горных условиях. Так, в межгорных впадинах Центрального Алтая гумус горной черноземовидной почвы, развитой на кварцево-хлоритовых окисленных сланцах под изреженным листовничником паркового типа с остепненной разнотравно-злаковой растительностью (разрез 8), характеризуется высокими долями ГК, широкими отношениями $C_{гк} : C_{фк}$ и сложным типом распределения по профилю компонентов гумуса. В распределении $C_{гк} : C_{фк}$ выявлено 4 относительных максимума (рис. 2, А), что свидетельствует, скорее всего, о полигенетической модели почвообразования, протекающего в меняющейся природной среде.

Местоположение этой почвы относится к пограничной зоне между лесом и степью. В связи с колебаниями климатических показателей могло происходить смещение этих зон. При повышенной влагообеспеченности в почве усиливаются процессы, характерные для лесной стадии развития, тогда как уменьшение, сопровождаемое увеличением температуры, приводит к остепнению почв. В результате в гумусовом профиле сочетаются зоны (слои), имеющие признаки, характерные для лесного почвообразования ($C_{гк} : C_{фк}$ несколько меньше 1, относительно увеличена доля ФК, а в составе гуминовых кислот возрастает доля бурых, связанных с полуторными оксидами фракций) и зоны (слои) с признаками степного почвообразования ($C_{гк} : C_{фк}$ выше 1, уменьшена доля ФК, увеличена доля ГК, а в составе последних – черных ГК (гуматов кальция)). Можно предположить, что разные зоны гумусового профиля формировались в неоднородных условиях, а в истории эволюции почвы имели место как стадии лесного, так и остепненного (лесостепного) типа почвообразования.

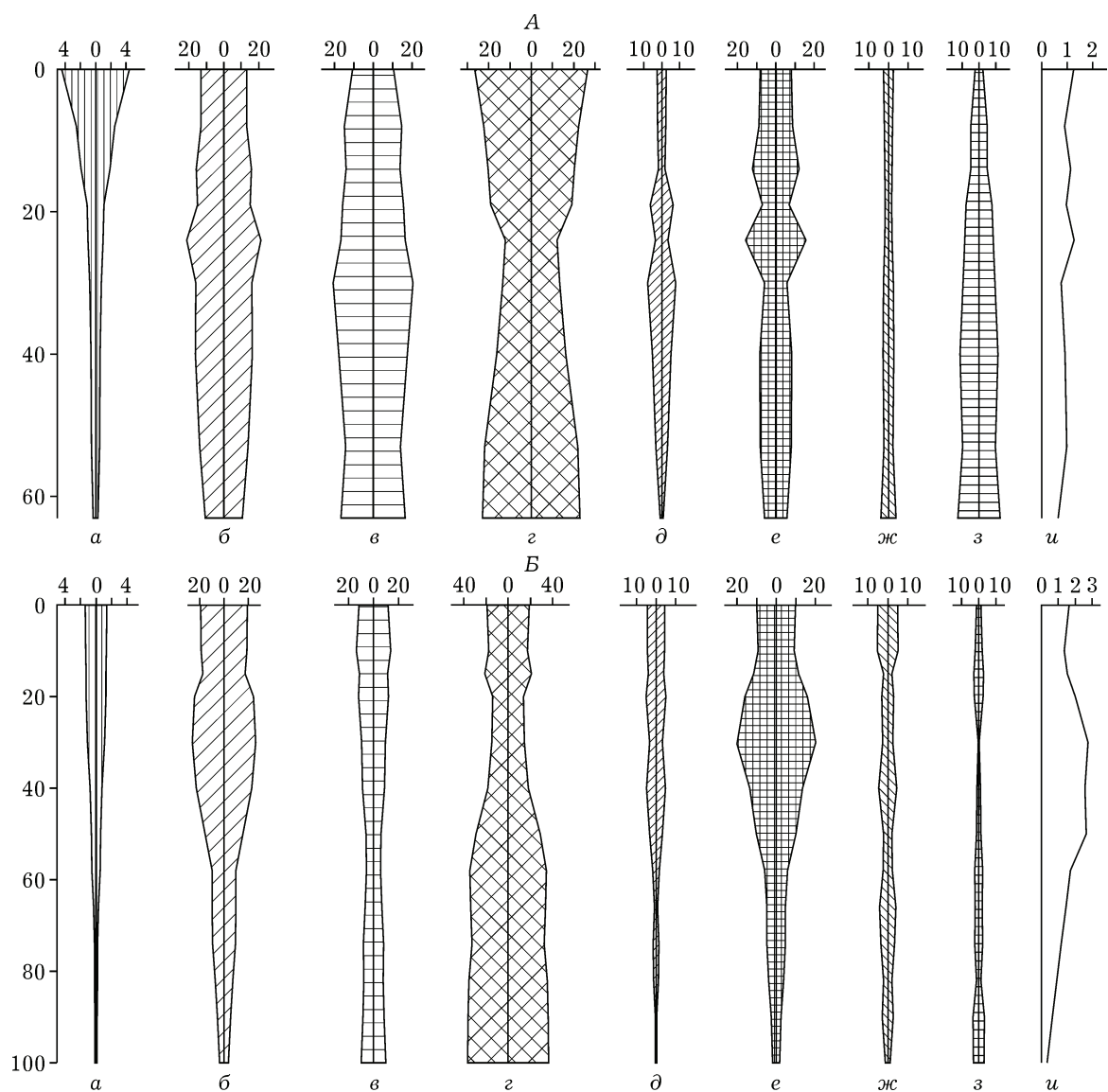


Рис. 2. Гумусовые профили почв Центрального Алтая: А – черноземовидная почва (разрез 8), Б – чернозем обыкновенный (разрез 13–02). Условные обозначения см. рис. 1

Полигенетичная модель почвообразования реализуется не только в пограничных между различными природными зонами районах, но и непосредственно внутри них. Так, исследованные горные черноземы обыкновенные (Центральный Алтай, Урскульская котловина) имеют гумусовый профиль, в целом типичный для степного типа почвообразования: отношение углерода ГК к углероду ФК в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 1,43–1,65, в составе ГК доминируют гуматы кальция, характер распределения гуминовых и фульвокислот «ножничный». Однако в слоях 20–30(50) см выделяется зона (слой) с

очень широким отношением $C_{гк} : C_{фк}$ (2,4–2,7) за счет существенного (в 1,5 раза) увеличения содержания компонентов группы ГК и некоторого снижения доли ФК (см. рис. 2, Б).

Вероятно, формирование системы гумусовых веществ в этой части профиля протекало в более благоприятной для гумусообразования обстановке – при оптимальном для этого процесса сочетании тепла и влаги.

Сложный эволюционный путь прошли почвы, развивающиеся по синлитогенной модели почвообразования, к которым относятся и аллювиальные. Прямые воздействия климата и биоты, а также косвенное влияние

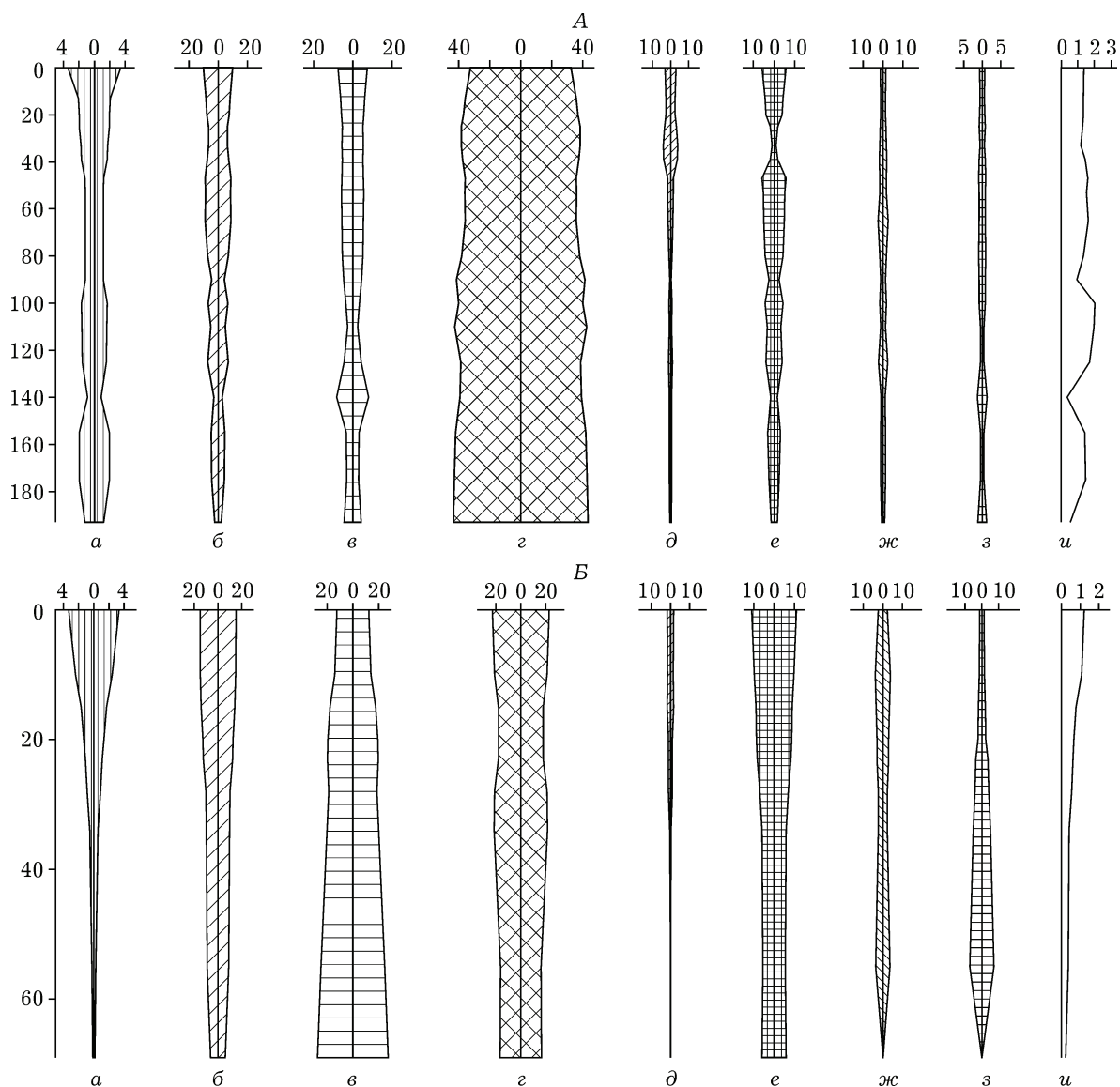


Рис. 3. Гумусовые профили почв: А – аллювиальная темногумусовая гидрометаморфическая почва (разрез 2, центральная пойма р. Томи), Б – чернозем южный (разрез 27–95, Чулымо-Енисейская впадина). Условные обозначения см. рис. 1

эволюционирующих ландшафтов водоразделов и склонов долин, геохимически связанных с ландшафтами пойм, отражаются в гумусовых профилях развивающихся здесь почв. Отложение аллювиальных наносов обуславливает постоянное омолаживание почв и рост их вверх. В силу специфичности условий формирования (особое соотношение биологического и геологического круговоротов веществ в поймах рек; затопление паводковыми водами, что сообщает почвам специфический “земноводный” характер и особые

черты водно-воздушного режима; отложение на поверхности речного аллювия, содержащего различные элементы; высокая населенность почв микроорганизмами и почвообитающими животными, обуславливающими высокую интенсивность почвенных процессов [19]) аллювиальные почвы отличаются чрезвычайно большим разнообразием, сложным строением и специфичными свойствами.

Аллювиальные темногумусовые почвы центральной части поймы нижнего течения р. Томи содержат в гумусово-аккумулятив-

ных горизонтах 4–12 % гумуса, распределение его вниз по профилю редко оказывается закономерно убывающим. Как правило, на фоне тенденции снижения гумусированности с глубиной в этих почвах выделяются три слоя с относительно повышенной аккумуляцией гумуса, а в его составе – гуминовых кислот за счет преимущественного накопления черных фракций при одновременном снижении доли ФК, что обуславливает расширение $C_{гк} : C_{фк}$ до величин, характеризующих гуматный тип гумуса (рис. 3, А).

В пределах почвенных горизонтов выделяется по нескольку зон (слоев) с разным сочетанием характеристик гумуса (соотношением основных компонентов и их фракций), отличающимся от таковых в современном гумусовом горизонте, что указывает на формирование этих слоев в иных биоклиматических условиях, при ином гидрологическом режиме и позволяет считать почвы полигенетичными и полифазными.

В отличие от рассмотренных выше почв, формирующихся по сложным моделям почвообразования, моногенетичные почвы, развитие которых может быть описано в рамках простой (нормальной, идеальной) модели почвообразования [20], характеризуются простым гумусовым профилем, отражающим одну стадию почвообразования. В качестве примера в настоящей работе приводится чернозем южный, развитый на известковых породах в Чулымо-Енисейской впадине. Представленная почва имеет типичный для черноземов гумусовый профиль (см. рис. 3, Б), который характеризуется отсутствием каких-либо слоев (горизонтов) относительно повышенной гумусированности, кроме современного. Количественные показатели состава гумуса лежат в пределах, характерных для умеренно-длительно промерзающей фации. Гумусовый профиль формировался в постепенно меняющейся обстановке при прохождении почвой одной стадии развития, поскольку все его характеристики соответствуют гумусовому профилю черноземного типа: достаточно однородный современный гумусовый горизонт, отсутствие погребенных гумусовых горизонтов или признаков повышенного гумусонакопления, наличие устойчивой тенденции к снижению содержа-

ния общего органического углерода, закономерное уменьшение доли гуминовых кислот и увеличение доли фульвокислот с глубиной, а также приуроченность наиболее широкого отношения углерода ГК к углероду ФК к верхним аккумулятивным горизонтам, сужение его вниз по профилю и четкий “ножничный” характер распределения основных компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Послойное, подробное, сплошной колонкой в пределах видимых границ генетических горизонтов изучение гумуса почв, история формирования которых может быть описана различными моделями почвообразования, показало, что гумусовые профили отражают в своем строении все стадии и фазы развития почв как природного тела и могут использоваться для выявления направленности процесса почвообразования и общих закономерностей изменчивости природной среды голоцена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: ЛКИ, 2008. 692 с.
2. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. М.: МГУ, 1974. 332 с.
3. Дергачева М. И. Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: ЛКИ, 2008. С. 530–560.
4. Дергачева М. И., Вашукевич Н. В., Гранина Н. И. Гумус и голоцен-плиоценовое почвообразование в Предбайкалье. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 204 с.
5. Дергачева М. И. Экология и почвы: Избранные лекции X Всерос. школы. Пушино, 2001. Т. IV. С. 29–39.
6. Каллас Е. В. Гумусовые профили почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины, Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. 170 с.
7. Каллас Е. В., Дергачева М. И. Гумусовый профиль как отражение стадийности почвообразования // Сиб. экол. журн. 2007. № 5. С. 711–717.
8. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Методические указания по определению содержания гумуса в почвах. Л., 1975. 105 с.
9. Александровский А. Л., Александровская Е. И. Эволюция почв и географическая среда. М., 2005. 223 с.
10. Караваева Н. А., Соколова Т. А., Целищева Л. К. Почвообразовательные процессы и эволюция гидrogenных почв подтайги – южной тайги Западной

- Сибири в голоцене // Процессы почвообразования и эволюция почв. М.: Наука, 1985. С. 139–201.
11. Гаджиев И. М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. 270 с.
 12. Кузнецов К. А. Почвы юго-восточной части Западно-Сибирской равнины // Тр. Томского гос. ун-та. 1949. Т. 106. С. 95–147.
 13. Хисматуллин Ш. Д. К вопросу об эволюции почвенного покрова южно-таежной подзоны Средней Сибири в голоцене // Почвы юга Средней Сибири и их использование. Иркутск: Изд-во АН СССР, 1970. С. 5–14.
 14. Почвы Новосибирской области. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1966. 421 с.
 15. Подгорная А. А., Дергачева М. И., Захарова Е. Г. Климатические условия обитания человека в северной части Новосибирского Приобья в начале II тысячелетия н. э. // Изменение климата, почвы и окружающая среда: мат-лы Междунар. науч. семинара. Белгород, 2009. С. 138–142.
 16. Дергачева М. И., Росляков С. Г., Некрасова О. А., Подгорная А. А. Почвообразование на территории Новосибирского Приобья в начале II тысячелетия н. э. // Почвы Сибири: генезис, география, экология, рациональное использование: мат-лы Рос. науч. конф. Новосибирск, 2007. С. 52–54.
 17. Александровский А. Л. Развитие почв Русской равнины // Палеогеографическая основа современных ландшафтов. М.: Наука, 1994. С. 129–134.
 18. Кононова М. М. Органическое вещество почв. М., 1963.
 19. Добровольский Г. В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М., 1968.
 20. Соколов И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск, 1993.

Humus Soil Profiles in Siberia Under Different Soil Forming Conditions

E. V. KALLAS¹, M. I. DERGACHEVA^{1,2}

¹*Tomsk State University
634000, Tomsk, Lenin ave., 36*

²*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: mid555@yandex.ru*

Humus profiles of soil in Siberia under different conditions and models of soil formation are considered. It is shown that the humus profiles of soil formed in the regions of shifts of landscape and soil borders and developing according to the polygenetic model, as well as the soils of syn-lithogenous type of pedogenesis, have a complicated structure. Simple structure of the humus profile characterizes the kinds of soil developing within the framework of a simple (ideal, normal) model of soil formation.

Key words: soil, humus profile, evolution, models of soil formation.