

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Новосибирский государственный аграрный университет
Общество почвоведов имени В.В. Докучаева

ПОЧВЫ В БИОСФЕРЕ

**Сборник материалов Всероссийской научной конференции
с международным участием, посвященной 50-летию
Института почвоведения и агрохимии СО РАН**

10–14 сентября 2018 г., г. Новосибирск

ЧАСТЬ I

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

ГУМУСОВЫЙ ПРОФИЛЬ ПОЧВ КАК НОСИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И СТАДИЙНОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Е.В. Каллас

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, lkallas@sibmail.com

Аннотация. Рассматриваются гумусовые профили почв как носители «почвенной памяти» на примере лугово-черноземной почвы Чулымо-Енисейской впадины и серой лесной глееватой почвы экотона тайга–степь Томь-Яйского междуречья. Показано, что гумусовые профили отражают сложную контрастную эволюцию почв и разные фазы и стадии педогенеза, фиксируя информацию о смене типов почвообразования в характере изменения С_{гк}:С_{фк}, распределении доли гуматов кальция и ГК в целом, ФК и их свободной фракции.

Ключевые слова: гумусовый профиль, эволюция почв, гуминовые кислоты, фульвокислоты, стадии, фазы почвообразования.

Актуальность. Проблеме эволюции почв и почвенного покрова в почвоведении всегда уделялось большое внимание. В настоящее время сформулирована концепция памяти почв, согласно которой в устойчивых почвенных свойствах записываются и запоминаются условия среды, в которых формировалась почва [1]. Носителями «почвенной памяти» являются почвенные минералы, карбонатные и иные новообразования, гумус, микробиоморфы и др.

Согласно М.И. Дергачевой [2], гумус играет особую роль, поскольку этот почвенный компонент сенсоре и рефлекторен по отношению к природной среде, представляет собой открытую природную систему гумусовых веществ, формирующуюся по законам термодинамики и обладающую способностью к саморегуляции и самовосстановлению. Как показано М.И. Дергачевой [3], гуминовые и фульвокислоты образуют в почве единую трансаккумулятивную систему, где первые закрепляются на месте, а вторые частично связываются в комплексы с гуминовыми кислотами, а частично, в силу миграционной способности, перемещаются с почвенными растворами по профилю. Установлены эколого-гумусовые связи [4], показывающие, что отношение углерода гуминовых кислот (ГК) к углероду фульвокислот (ФК) имеет достоверные коэффициенты корреляции с большинством основных характеристик климата, ГК – с температурными условиями, а ФК – с осадками. Это является весомым доводом в пользу возможности использования гумуса в качестве «ключа» для считывания информации об изменениях природной среды на протяжении периода формирования почвы, записанной в характеристиках её гумусового профиля. Последний, как показано в более ранних работах [5–7], отражает все стадии (периоды развития при иных, чем предыдущие и последующие, условиях педогенеза, сопровождаемые сменой типа почвообразования) и фазы (периоды развития почвы при смене или колебании характеристик какого-либо фактора, не приводящих к изменению типа почвообразования, но отражающихся на отдельных свойствах почв) педогенеза на протяжении истории формирования почв.

Цель настоящей работы – выявить особенности гумусовых профилей почв, несущих информацию об эволюции природной среды и связанной с ней стадийности почвообразования.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования послужили почвы озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины, испытывавшие влияние пульсации зеркала воды в озерах и колебаний уровня грунтовых вод (в качестве примера в данной статье рассматривается лугово-черноземная почва (разрез 25-96А)) и почвы экотона тайга–степь юго-восточной части Западной Сибири (Томь-Яйское междуречье), находящиеся в зоне смещения ландшафтных (растительно-почвенных) границ (на примере серой лесной глееватой почвы (разрез 1-38)).

Для изучения гумусового профиля отбор образцов проводился сплошной колонкой через каждые 5–10 см с учетом границ генетических горизонтов. Состав гумуса определялся по методу Тюрина в модификации Пономаревой–Плотниковой [8].

Обсуждение результатов. Лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднетощая легкосуглинистая почва сформирована на пологой гриве между озерами Утичье-2 и Утичье-3. Для нее характерно наличие двух (кроме современного гумусового горизонта) толщ с относительным повышением содержания общего органического углерода (на глубине 28–32 и 90–140 см). Гумусовый профиль (рис. 1) имеет сложный характер, отражающий полигенетичность почвы. В нем обнаруживается два относительных максимума $C_{ГК}:C_{ФК}$, все фракции ГК также имеют по два относительных максимума в распределении их содержания по почвенному профилю.

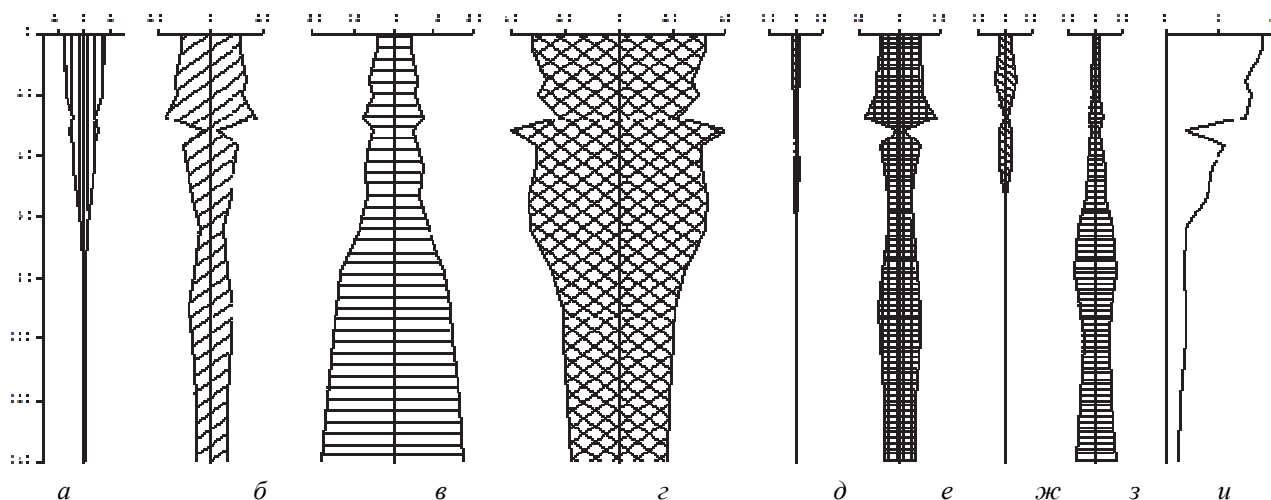


Рис. 1. Гумусовый профиль лугово-черноземной почвы (разрез 25-96А):

а – общий органический углерод, % 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 1а4; *и* – $C_{ГК}:C_{ФК}$

Горизонты А, АВ_{Са}, В_{Са} по характеристикам гумуса являются полифазными, в каждом из них выделяется по 2–3 зоны с различным содержанием ГК, ФК, негидролизующего остатка, гуматов кальция. Чередование слоев с относительно пониженными и повышенными долями ГК и ФК указывает на неоднородность биоклиматических условий, в которых формировался профиль рассматриваемой почвы. Расширение отношения $C_{ГК}:C_{ФК}$ в более глубоких горизонтах указывает на реликтовый характер гумуса, образованного в иных условиях почвообразования в прошлом.

Полигенезис профиля подтверждается и неоднородностью ГК по их элементному составу. В современном гумусовом горизонте отношение Н/С равно 0,90, а С/Н – 16,6, в то время как в слое с относительно повышенным содержанием органического углерода на глубине 28–32 см обуглероженность ГК существенно меньше, доля азота выше и соответственно отношение С/Н почти в 2 раза выше. Ниже этого горизонта лежит толща, сформированная, по видимому, в более теплых условиях. Содержание углерода здесь выше, а насыщенность ГК азотом близка к таковой в современном гумусовом горизонте. Глубже горизонты характеризуются, вероятно, относительно более холодными и более влажными условиями формирования, отношение Н/С в них более единицы. Можно полагать, что данная почва прошла в своем развитии более одной стадии гумусо- и почвообразования.

Другой объект исследования – серая лесная глееватая почва (разрез 1-38), сформированная на тайгинских глинах озерно-аллювиального генезиса под пологом черневого леса с разнотравным наземным покровом. Особенностью ее является наличие второго гумусового горизонта (ВГГ), залегающего довольно глубоко (в слое 40–70 см под гумусово-элювиальным горизонтом) и отличающегося от вышележащего горизонта более темной окраской. Хорошая сохранность ВГГ обусловлена в данном случае тяжелым гранулометрическим составом и повышенным гидроморфизмом, с чем связаны замедленные темпы процессов деградации темноцветного горизонта, сформированного на более ранних этапах развития почвы.

Для почвы характерно доминирование гуминовых кислот в гидролизуемой части гумуса лишь в верхнем 5-сантиметровом слое гумусово-аккумулятивного горизонта АУ, где $C_{ГК}:C_{ФК}$ составляет 1,03 (тип гумуса фульватно-гуматный). С глубиной, в связи со снижением доли ГК и увеличением доли ФК, отмечается тенденция к сужению этого отношения, тип гумуса в горизонте АЕL становится гуматно-фульватным ($C_{ГК}:C_{ФК}=0,63-0,81$). Однако во ВГГ доля ГК увеличивается до максимальных для данного профиля значений (26–35% от $C_{общ}$), а доля ФК снижается, что сопровождается изменением типа гумуса (он становится фульватно-гуматным и гуматным, $C_{ГК}:C_{ФК}=1,07-1,89$). В нижележащих слоях фульватность нарастает.

Максимум ГК во ВГГ (рис. 2) обусловлен увеличением доли второй фракции, представленной гуматами кальция, что характерно для почв этого рода и свидетельствует об иной природной обстановке при формировании почвы на предшествующих этапах эволюции.

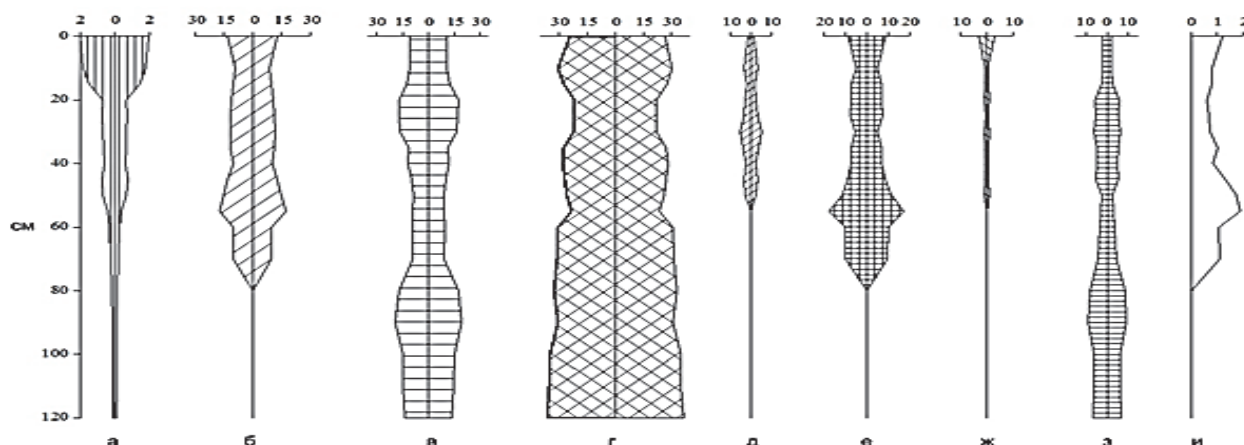


Рис. 2. Гумусовый профиль серой лесной глееватой почвы (разрез 1-38). Условные обозначения: см. рис. 1

ГК в составе гумуса описываемой почвы обнаружены лишь в верхней 70-сантиметровой толще, ниже этот компонент гумуса отсутствует. Вероятно, отложение минеральной составляющей, в пределах которой в настоящее время сформированы горизонты ВТ1 и ВТ2_г, происходило в холодных условиях, исключающих процессы гумусообразования.

Характер распределения ФК по профилю почвы неоднозначен. Принимая во внимание высокую миграционную способность ФК, следует ожидать увеличение доли этого компонента гумуса с глубиной. Однако в данном профиле наблюдается иная картина: выделяется 4 зоны с разным уровнем накопления фульвокислот. Первая – в слое 0–15 см (21–25% от $C_{общ}$), вторая – в слое 15–30 см (32–34%), третья – в слое 30–70 см (17–23%) и четвертая – ниже 70 см (27–38% от $C_{общ}$). Подобный характер распределения гумусовых веществ в профиле свидетельствует о сложной эволюции почв в условиях меняющейся среды, в данном случае изменения влажности.

В связи с характером распределения по профилю ГК и ФК изменяется и содержание негидролизующего остатка. На долю гумина приходится от 43 до 72% от $C_{общ}$.

Во фракционном составе ГК доминируют гуматы кальция (10–35%) и лишь в средней части горизонта АЕL доля ГК-2 и ГК-1 равны. Новообразование гумусовых кислот протекает в первом полуметре (относительное содержание бурых ГК фракции 1 равно 3–10%), ниже гуминовые кислоты этой фракции не обнаружены. Доля прочносвязанных с глинистыми минералами ГК фракции 3, несмотря на тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание тонких фракций, невелика и составляет 1–2% от $C_{общ}$, увеличиваясь лишь в верхней части современного гумусового горизонта до 6%. В распределении свободных ФК фракции 1а отмечается 2 относительных минимума (в слоях 0–15 см – 4–5% от $C_{общ}$ и 45–70 см (второй гумусовый горизонт) – 5–9%) и 2 максимума (в слоях 15–45 см – 10–12% и 70–120 см – 12–18%).

Анализ гумусового профиля серой лесной глеевой почвы свидетельствует об ее полигенетичности, обусловленной формированием в условиях меняющейся климатической (гидро-

термической) обстановки. Информация о смене типа почвообразования (степного или лугового на лесной) зафиксирована в гумусовом профиле в характере распределения гуматов кальция и гуминовых кислот в целом, а также в особенностях изменения по профилю доли ФК и их свободной фракции. Второй гумусовый горизонт отличается максимальным накоплением ГК и в их составе черных фракций, минимальным содержанием ФК, а также гуматным типом гумуса, что свидетельствует в пользу того, что процесс гумусообразования в период формирования этой части профиля протекал в более теплых и менее влажных по сравнению с современными условиях почвообразования под растительностью, обогащенной основаниями, в насыщенной биогенным кальцием среде, что способствовало прочному закреплению образующихся гумусовых веществ в форме стабильных компонентов – гуматов кальция.

Заключение. Гумусовые профили исследованных почв имеют сложное строение и отражают их контрастную эволюцию. Информация об изменении природных условий, фазах и стадиях педогенеза фиксируется в характере изменения по профилям отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, в распределении доли гуматов кальция и гуминовых кислот в целом, фульвокислот и их свободной фракции. Гумусовые профили являются надежными носителями «почвенной памяти» и могут использоваться в качестве инструмента для считывания информации об эволюции природной среды на протяжении периода формирования почвенного тела.

Литература

1. Таргульян В.О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 24–57.
2. Дергачева М.И. Гумусовая память почв // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 530–560.
3. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. 155 с.
4. Дергачева М.И., Рябова Н.Н. Коррелятивные связи состава гумуса и климатических показателей в условиях горных территорий юга Сибири // Вестник Томского государственного университета. 2005. № 15. С. 68–71.
5. Каллас Е.В., Кубрина Е.В. Специфика гумусового профиля лугово-черноземных почв южной тайги Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 1 (2). С. 63–70.
6. Каллас Е.В. Отражение стадийности и фазисальности почвообразования в гумусовых профилях лесостепных почв Кузнецкой котловины // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 573–578.
7. Каллас Е.В. Гумусовые профили почв подтайги Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2009. Вып. 4. С. 30–36.
8. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методическая указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. Л., 1975. 106 с.

THE HUMUS PROFILE OF SOILS AS A CARRIER OF INFORMATION ABOUT THE EVOLUTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT AND THE STAGES OF SOIL FORMATION

E.V. Kallas

National Research Tomsk State University, Tomsk, lkallas@sibmail.com

Summary. Humus profiles as carriers of “soil memory” are considered on the example of meadow-chnozemsoil Chulym-Yenisei depression and grey forest soil of ecotone taiga-steppe Tom'-Yaya interfluve. It is shown that humus profiles reflect the complex contrast evolution of soils and the different phases and stages of pedogenesis, record information about changing types of soil formation in the nature of changes in C_{gk}:C_{fk}, the distribution of the proportion of calcium humates and humic acid as a whole, fulvic acids and their free fraction.

Keywords: humus profiles, evolution of soils, humic acid, fulvic acids, phases and stages of pedogenesis.