

УДК 631.4(571.51)

ГЕНЕЗИС ВТОРОГО ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

А. А. Шпедт, Г. Ю. Ямских, О. А. Малащенко

GENESIS OF THE SECOND HUMUS HORIZON IN THE GREY FOREST SOILS OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

A. A. Shpedt, G. Yu. Yamskikh, O. A. Malashenko

В статье рассматривается генезис второго гумусового горизонта серой лесной почвы. Обсуждается полигенетичность второго гумусового горизонта в профиле лесных почв. Согласно отношению оптических плотностей фракционного состава гумусовых веществ и данных спорово-пыльцевого анализа доказывается погребенный (ископаемый) характер образования второго гумусового горизонта.

The paper considers the genesis of the second humus horizon of the grey forest soil. The polygenetics of the second humus horizon in a profile of forest soils is discussed. According to the relation of optical density of fractional structure of humus substances and the data of the spore-pollen analysis, the buried (fossil) nature of formation of the second humus horizon is proved.

Ключевые слова: почва, генезис почвы, почвенный профиль, второй гумусовый горизонт, гумус, фракционный состав гумуса, оптическая плотность гумусовых веществ, споро-пыльцевой анализ.

Keywords: soil, soil genesis, soil profile, second humus horizon, humus, fractional humus structure, optical density of humus substances.

Рациональное использование земли невозможно без знаний механизмов функционирования почв. Особое место здесь принадлежит изучению генезиса различных почв. В этой связи В. Р. Волобуев заметил: «...выяснение закономерностей образования определенных генетических групп, закономерно повторяющихся в разных местах и связанных однородными условиями происхождения, имеет особое значение как для правильного понимания характерных качеств самих почв, так и для правильного истолкования их образования» [4].

Почвы со вторым гумусовым горизонтом впервые были обнаружены и описаны в южных районах Сибири при проведении в конце XIX – начале XX вв. почвенно-ботанических изысканий [7; 9]. Позднее удалось установить, что почвы со вторым гумусовым горизонтом встречаются в Европейской части России, в том числе в пределах Русской равнины и Предуралья. Чаще всего под этими почвами подразумеваются дерново-подзолистые и серые лесные почвы, содержащие в своем профиле темноцветный горизонт Ah, отделенный от верхнего гумусового горизонта более светлыми оподзоленными (A₁, A₂, A₃) или иллювиальным (B) горизонтами. Начиная с 60-х гг. XX в. интерес к этим почвам существенно вырос, и в настоящее время они рассматриваются как основной источник информации для палеогеографических реконструкций [1; 3; 11], а в целом педосфера – как непрерывная запись биосферно-геосферных циклов с момента их зарождения.

Относительно генезиса почв со вторым гумусовым горизонтом разрабатывается несколько в той или иной мере обособленных друг от друга предположений-гипотез. Большинство исследователей полагают, что горизонт Ah является реликтом, остатком мощного черноземовидного гумусово-аккумулятивного горизонта, сформировавшегося в период оптимума голоцена степных и лесостепных почв. В связи с похолоданием и увлажнением климата 4,0 – 4,5 тыс. лет

назад черноземовидные среднеголоценовые почвы подверглись процессам выщелачивания, деградации и оподзоливания. В частности, в почвах Красноярского края образование второго гумусового горизонта рассматривается Б. Ф. Петровым [18] как результат смены одного почвообразовательного процесса другим. Гипотеза реликтового происхождения второго гумусового горизонта была подвергнута жесткой критике [19], однако, по нашему мнению, она имеет право на существование.

В противовес гипотезе реликтового происхождения второго гумусового горизонта постепенно оформилась другая точка зрения, согласно которой предполагается, что профиль почв со вторым гумусовым горизонтом является современным образованием. В качестве аргумента декларировалось, что дифференциация почв на разные горизонты есть основной закон формирования почв. Отсюда следовало предположение о том, что гуминовые кислоты способны мигрировать по профилю почвы. Этот и ряд других аспектов, по мнению В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [19], свидетельствуют о современном инфильтрационном происхождении второго гумусового горизонта. По мнению почвоведов, придерживающихся подобных взглядов, аккумуляция гумусовых соединений в глубине почвенного профиля происходит благодаря существованию мерзлотных, мерзлотных окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных барьеров [17; 20]. Наиболее слабым звеном в данной гипотезе является отсутствие убедительных доказательств того, что гуминовые кислоты мигрируют в почвенном профиле. Вместе с этим в литературе достаточно много свидетельств, указывающих на отсутствие миграции гуминовых кислот с лизиметрическими водами [5; 6; 8]. Однако, по нашему мнению, пока нельзя отрицать возможность трансформации фульвокислот в гуминовые кислоты на тех же почвенно-геохимических барьерах.

Анализ литературных данных позволяет говорить о самых разнообразных причинах формирования второго гумусового горизонта в профиле лесных почв. Зачастую изучаемые почвы, имея в профиле общее специфическое свойство – горизонт Ah, весьма различны по свойствам и генезису. Второй гумусовый горизонт в разных почвах также имеет существенные различия. Неодинаковы глубина его залегания от поверхности, мощность, структура, содержание и состав гумуса, химические и физико-химические свойства. Широкий разброс основных свойств почв позволяет говорить о полигенетичности второго гумусового горизонта. Отсутствие общепринятого мнения о механизмах образования сложного гумусового профиля почв указывает на недостаточную изученность вопроса

Наряду с отличиями в свойствах и генезисе изучаемых почв нужно обратить внимание на некоторые общие черты их формирования. Прежде всего, авторы, уделившие внимание почвам со сложным гумусовым профилем, отмечают их приуроченность к плакорам и склонам [12; 17; 20], причем наибольшее развитие второй гумусовый горизонт достигает в средних и нижних частях склонов. Зачастую указывается на то, что степень выраженности второго гумусового горизонта ясно следует за малейшими изменениями рельефа. Не случайно также, что некоторые авторы [12] указывают на недостаточное внимание почвоведов к положению почв в рельефе и недооценку развития рельефа во времени.

Важным моментом для понимания процессов формирования сложного гумусового профиля почв является учет гранулометрического состава. Ряд литературных источников [12; 16; 20] обращают внимание на приуроченность данных почв к лессам, лессовидным суглинкам и глинам, зачастую содержащих карбонаты. По нашему мнению, этот факт необходимо учитывать, так как тяжелый гранулометрический состав почв при определенных условиях способствует проявлению мощных склоново-эрозионных процессов и существенному изменению рельефа территории. Не случайно при описании почв Красноярской лесостепи С. А. Коляго [14], признавая реликтовость горизонта Ah, рассматривал его как результат механического погребения делювиально-пролювиальными наносами. Мы считаем, что склоновые процессы, тяжелый, неустойчивый к смыву, гранулометрический состав могут быть при определенных обстоятельствах решающими факторами образования второго гумусового горизонта. Для обеспечения консервирующего эффекта в виде достаточно быстрого погребения процессы плоскостного смыва и накопления отложений должны развиваться очень интенсивно.

В северо-западном направлении от г. Красноярска, в 70-ти метрах от пруда «Лесной» (в направлении Плодово-ягодной станции), диагностирована серая лесная почва со вторым гумусовым горизонтом. Почвенный разрез (рис. 1) заложен на длинном обнажении, образовавшемся в результате выемки грунта для постройки плотины. В целом обнажение приурочено к нижней части восточного склона (длина более 100 м) крутизной 25 – 30°. Вверху склон переходит в обширное плато, используемое под сельскохозяйственное

удобье, внизу склон вклинивается в пойму ручья, вытекающего из пруда. Протяженность обнажения составляет примерно 30 м, из них на 11 м четко прослеживается второй гумусовый горизонт – Ah. В горизонтальном направлении проявление второго гумусового горизонта связано с изменениями микрорельефа относительно склона, что может быть связано с распределением делювиальных отложений в период интенсивного развития склоновых эрозионных процессов. Второй гумусовый горизонт залегает сплошной полосой, максимальная его мощность составляет 15 см (средняя часть полосы), а минимальная – 2 – 3 см (периферийные части полосы). В горизонтальном направлении второй гумусовый горизонт выглядит как двусторонне выпуклая линза

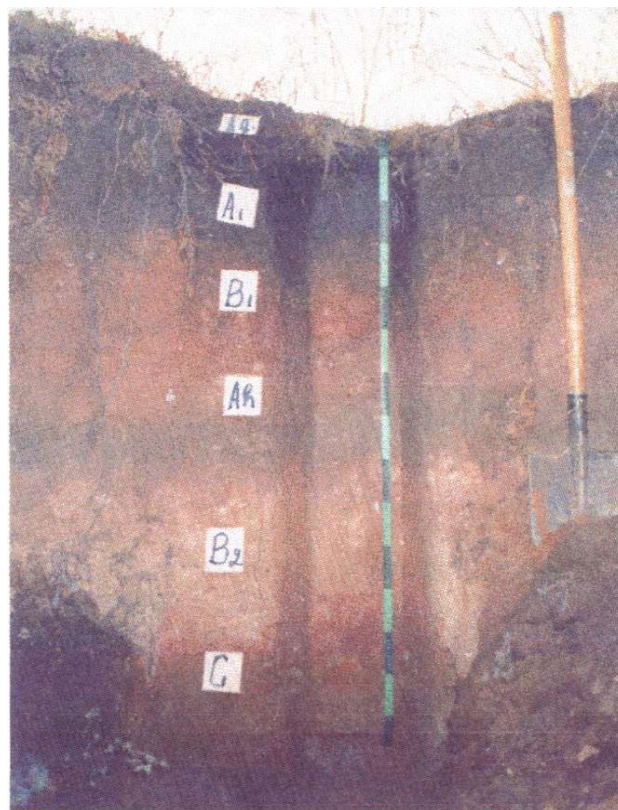


Рис. 1. Профиль темно-серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом

Почвенный профиль имеет строение в виде четко обособленных генетических горизонтов (таблица 1).

Описание почвы по морфологическим признакам

Индекс, мощность горизонта		Описание горизонта
классификация 1977 г.	классификация 2004 г.	
Ад 0 – 5 см – дернина	–	–
А ₁ 6 – 38 см – гумусово-элювиальный	AU 0 – 38 см – темногоумусовый	сухой, слабоподзоленный, черный, зернисто-комковатый, тонкопористый, рыхлый, средний суглинок, гумусовые вещества, следы кремнеземистой присыпки, переход выраженный
В ₁ 39 – 77 см – иллювиальный	BEL 39 – 77 см – субэлювиальный	сухой, темно-бурый, плотнее чем предыдущий, тяжелый суглинок, много мелких камней и дресвы, гумусовые вещества в виде неясных пленок, переход выраженный
Ah 78 – 90 см – второй гумусовый горизонт	[hh] 78 – 90 см – второй гумусовый горизонт	сухой, серый, зернисто-комковатый, плотный, тонкопористый, тяжелый суглинок, гумусовые вещества, карбонаты в нижней части горизонта, переход выраженный
В _{2к} 91 – 125 см – иллювиально-карбонатный	BCA 91 – 125 см – аккумулятивно-карбонатный	свежий, палевый, плотный, тонкопористый, тяжелый суглинок, карбонаты, переход выраженный
Ск 125 – 150 см – материнская порода	Cca 125 – 150 см – материнская порода	бурая с красноватым оттенком, пылеватая, тонкопористая, глина, карбонаты в форме псевдомицелия, отчетливые белесые пленки

Номенклатура почвы – серая лесная, темно-серая со вторым гумусовым горизонтом, среднеспелая, высококовшипающая, среднесуглинистая, на карбонатной глине [21]; постлитогенная, текстурно-дифференцированная, темно-серая со вторым гумусовым горизонтом, маломощная, карбонатная, среднесуглинистая, на карбонатной глине [22].

Содержание и состав гумуса по профилю серой лесной почвы подвержен сильным изменениям (таб-

лица 2). Максимальное содержание гумуса (6,29 %) отмечается в верхнем гумусово-элювиальном горизонте. Вниз по профилю в горизонте В₁ содержание гумуса снижается до 1,08 %, а затем резко, более чем в три раза, увеличивается в горизонте Ah (3,50 %). Не вызывает сомнений, что почвенный профиль имеет в своем строении второй гумусовый горизонт.

Таблица 2

Состав гумуса темно-серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом*

Горизонт	Глубина взятия образца, см	С орг., %	Гумус, %	С, извлекаемый смесью $N_4P_2O_7+NaOH$, %				С гумина	Е4:Е6	
				сообщ.	Сгк	Сфк	Сгк:Сфк		сообщ.	Сгк
A ₁	6 – 38	3,68	6,29	<u>1,52</u> 41,6	<u>0,96</u> 29,6	<u>0,56</u> 12,0	1,71	<u>2,16</u> 58,4	4,93	4,58
B ₁	39 – 37	0,63	1,08	<u>0,33</u> 52,4	<u>0,09</u> 16,6	<u>0,24</u> 35,8	0,38	<u>0,30</u> 47,6	4,93	4,51
Ah	78 – 90	2,03	3,50	<u>0,48</u> 23,7	<u>0,33</u> 16,3	<u>0,15</u> 7,4	2,20	<u>1,55</u> 76,3	5,55	5,45
B _{2к}	91 – 125	0,56	0,95	<u>0,21</u> 37,5	<u>0,14</u> 25,0	<u>0,07</u> 12,5	2,00	<u>0,35</u> 62,5	-	-
Ск	126 – 150	0,38	0,65	<u>0,14</u> 36,8	<u>0,05</u> 13,1	<u>0,09</u> 23,1	0,56	<u>0,24</u> 63,2	-	-

Примечание: *в числителе – С воздушно-сухой почвы, %; в знаменателе – С от общего углерода почвы, %.

Для изучения фракционного состава гумуса исследуемой почвы применялся ускоренный пирофосфатный метод Коновой-Бельчиковой [15]. Данный метод отличается относительной простотой и быстротой анализа и вместе с тем дает достаточную информацию о составе гумуса ряда почв [10; 15]. Смесью пирофосфата натрия и щелочи (рН смеси около 13) из недекальцированной почвы экстрагируются гумино-

вые кислоты, связанные как с кальцием, так и с несилкатными формами железа и алюминия (по Тюрину фракции 1 и 2 ГК и ФК). При этом обеспечивается хорошая сходимости результатов с классическим методом Тюрина.

Из образцов разных генетических горизонтов извлекалось от 24 до 52 % общего количества гумусовых соединений. Меньше всего, по сравнению с дру-

гими горизонтами, гумусовых веществ экстрагировалось из горизонта Ah, что указывает на высокую степень закрепления гумусовых соединений с минеральной частью. Наиболее подвижным являлся гумус верхних A₁ и B₁ горизонтов.

Для установления типа гумуса использовали отношение углерода гуминовых кислот и фульвокислот. По профилю почвы тип гумуса изменялся от фульватного до гуматного, что указывает на сильную дифференциацию профиля по составу гумуса. Наиболее широкое отношение Сгк:Сфк характерно для второго гумусового горизонта. Согласно литературным источникам данное отношение характерно для определенного типа почвы и зависит от гидротермических условий территории. При прочих равных условиях чем влажнее климат, тем больше при гумификации образуется фульвокислот; чем теплее – тем больше гуминовых кислот. Полагаем, что данное положение справедливо для современных почв и не всегда может быть верным по отношению к палеопочвам и погребенным горизонтам. В частности Л. П. Будина и А. А. Ерохина [2] указывают на вынос из почвы фульвокислот в виде органо-железистых соединений в водоемы, по их мнению, в действительности отношение Сгк:Сфк в почвах должно быть значительно уже. Обращает на себя внимание и такой факт: согласно литературным данным, широкое отношение Сгк:Сфк в перекрытых гумусовых горизонтах и палеопочвах, по сравнению с вышележащими гумусовыми горизонтами, встречается почти постоянно. Случаи, когда гумус погребенных древних почв трансформировался и в настоящее время уже не отражает условий гумусообразования до захоронения, описаны в литературе [13]. Приходится признать, что фракционный состав гумусовых веществ не устойчив во времени. Гуматный тип гумуса в горизонте Ah не должен восприниматься как доказательство проявления другого процесса почвообразования в ранние периоды времени.

Для доказательства смены одного почвообразовательного процесса другим, на наш взгляд, более приемлемым является использование величин E4 и E6 (длина волны соответственно 440 и 620 нм), которые были получены при определении оптических плотностей пирофосфатно-щелочной вытяжки и раствора гуминовой кислоты. Отношение E4:E6 характеризует степень конденсированности ядра молекул гуминовых кислот. Чем меньше данный показатель, тем выше степень конденсированности ароматического ядра гумусовых молекул, и наоборот, чем он больше, тем ядро менее конденсировано. Степень конденсации молекул гумусовых кислот генетически зависит от гидротермических условий, в которых они образовались. Например, для черноземов и каштановых, которые формируются в степях, где климат сухой и теплый, показатель E4:E6 низкий, а для подзолистых и серых лесных почв, развивающихся в лесной и лесостепной зонах, где климат влажнее и холоднее, он существенно выше. Полученные данные показывают, что во втором гумусовом горизонте, по сравнению с горизонтами A₁ и B₁, отношение оптических плотностей гумусовых кислот больше. Следовательно, гумусовые кислоты в горизонте Ah менее конденсированы и образовались в условиях более холодного и влажно-

го климата. Считаем, что гидротермические условия территории Красноярской лесостепи в период формирования второго гумусового горизонта в целом были близки к современным, и лишь ненамного было влажнее и холоднее.

Второй гумусовый горизонт по сравнению с гумусово-элювиальным горизонтом, несомненно, имеет более раннее происхождение, однако, он не является реликтовым итогом древних стадий почвообразования. В обоих горизонтах гумусообразование протекало в основном по лесостепному типу. Заключение, сделанное на основе отношения оптических плотностей гумусовых соединений, хорошо согласуется с данными споро-пыльцевого анализа (рис. 2). Формирование второго гумусового горизонта проходило не в условиях степи, а в условиях леса и лесостепи. В целом исследуемый профиль почвы является молодым образованием, развитие которого протекало в субатлантический период голоцена.

Наиболее вероятная причина образования сложного гумусового профиля почв заключается в следующем. Ландшафты Красноярской лесостепи являются молодыми образованиями и их формирование продолжается. В целом территория лесостепи характеризуется сложным пересеченным рельефом, который в определенных условиях приводит к развитию эрозионно-склоновых процессов, переносу и накоплению делювиально-пролювиальных отложений. Развитию названных процессов способствует тяжелый гранулометрический состав подпочвы. Горизонт Ah образовался в результате механического погребения ранее сформированного гумусового горизонта. Вероятнее всего именно сложный рельеф и тяжелый, неустойчивый к смыву, гранулометрический состав обусловили широкое распространение почв со вторым гумусовым горизонтом в пределах Красноярской лесостепи.

Вероятнее всего, что первопричиной эрозии стала деятельность человека. Как известно, строительство Красноярского острога и первые распахки земель относятся к 1628 г. С этой даты началось интенсивное, не сопоставимое с ранними периодами времени, освоение прилегающих к острогу территорий русским народом. Уже в середине XVI в. верхняя часть склона и прилегающее к нему плато использовались сначала как лесозаготовительный участок, а затем как пашня. Косвенным фактом деятельности человека является наличие в образцах, взятых из горизонта A₁, B₁ и верхней части Ah, обугленных растительных остатков. Сведение леса, распахка земли привели к небывалой ранее эрозии, смыву и размыву почв и пород, накоплению над гумусовым горизонтом агроделювия, на котором позднее, в течение трех столетий, формировался гумусовый горизонт. Учитывая значительную крутизну склона, все названные процессы протекали очень интенсивно.

Заключение

История развития почв со вторым гумусовым горизонтом в Красноярской лесостепи тесно связана с формированием ландшафта и влиянием такого фактора почвообразования, как производственная деятельность человека. В настоящее время, согласно опреде-

лению палеопочвенной комиссии Международного Союза наук о почве, выделяются следующие виды палеопочв:

- 1 – погребенные (ископаемые);
- 2 – непогребенные (реликтовые);

3 – ре-экспонированные (погребенные палеопочвы, экспонированные на дневную поверхность в результате эрозии) [23].

Рассматривая второй гумусовый горизонт как палеопочву можно с большой долей вероятности отнести ее к первому виду.

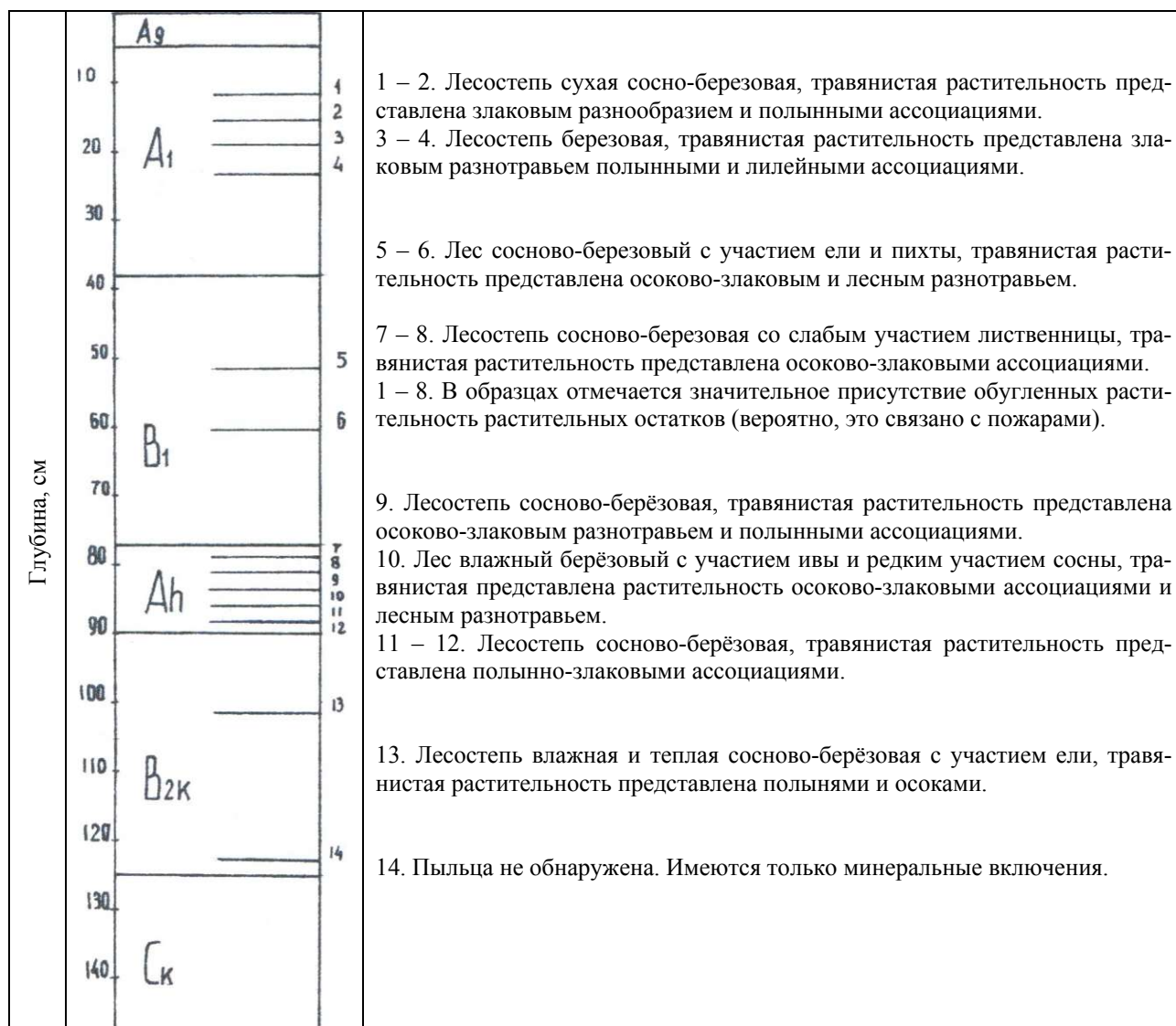


Рис. 2. Результаты споро-пыльцевого анализа в профиле темно-серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом

Литература

1. Алексанровский А. Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 149 с.
2. Будина Л. П., Ерохина А. А. Генетические особенности дерново-подзолистых глееватых холодных почв со вторым гумусовым горизонтом Красноярского края // Почвоведение. 1969. № 10. С. 13 – 26.
3. Величко А. А., Морозова Т. Д. Палеографические основы истории формирования современного почвенного покрова // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 22 – 37.
4. Волобуев В. Р. Концепции типов органо-минеральных реакций и парагенезиса в понимании почвоведения // Изв. АН СССР. Сер. биол. наук. 1977. № 2. С. 172.
5. Гаджиев И. М., Дергачева М. И. К вопросу о водной миграции органических веществ в условиях южной тайги Западной Сибири // О почвах Сибири. Новосибирск: Наука, 1978. С. 209 – 219.
6. Гаджиев И. М., Дергачева М. И., Ковалев Е. И. и др. Новые материалы изучения эволюции почв в природном эксперименте. Новосибирск: Изд-во ИПА СО РАН, 1995. 28 с.
7. Гордягин А. Я. Материалы для изучения почв и растительности Западной Сибири // Тр. об-ва естествоиспыт. при Казан. ун-те. Казань, 1901. Т. 34. Вып. 3.
8. Дергачева М. И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. 155 с.

9. Драницын Д. А. Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на севере Обь-Иртышского водораздела. СПб., 1914. № 2.
10. Караваева Н. А., Субботина Е. Н. О составе гумуса дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом // Почвоведение. 1977. № 7. С. 23 – 33.
11. Караваева Н. А., Черкинский А. Е., Горячкин С. В. Второй гумусовый горизонт и проблема эволюции подзолистых суглинистых почв Русской равнины // Эволюция и возраст почв СССР. Пушкино, 1986. С. 120 – 138.
12. Керзум П. П., Русакова А. В., Матинин Н. Н. Геоморфологическое положение палеопочв и некоторые аспекты эволюции почвенного покрова центра Русской равнины в голоцене // Почвоведение. 1989. № 11. С. 28 – 35.
13. Киселева Н. К. Погребенные голоценовые почвы хребта Халга-Ула (МНР) // Почвоведение. 1988. № 9. С. 133 – 142.
14. Коляго С. А. К вопросу происхождения коричнево-бурых глин и других покровных пород Красноярской лесостепи // Вопросы географии Сибири. Томск, 1953. Сб. 3.
15. Кононова М. М., Бельчикова Н. П. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв // Почвоведение. 1961. № 10. С. 75 – 87.
16. Наумов Е. М. К вопросу о генезисе второго гумусового горизонта в серых лесных почвах Красноярского края // Почвоведение. 1960. №3. С. 59 – 64.
17. Нечаева Е. Г., Щетников А. И. О почвах со вторым гумусовым горизонтом Сибири // Почвоведение. 1982. № 3. С. 5 – 12.
18. Петров Б. Ф. Почвы Алтайско-Саянской области // Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. 1952. Т. 35.
19. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 222 с.
20. Хантульев А. А., Гагарина Э. И. Материалы о генезисе и географии почв со сложным гумусовым профилем // Почвоведение. 1972. № 2. С. 3 – 13.
21. Чупрова В. В., Бугаков П. С. Диагностика и классификация почв земледельческой части Красноярского края. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1995. 42 с.
22. Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
23. Paleopedology Glossary // Paleopedology Commission Newsletter. 1997. № 14. Режим доступа: <http://paleopedology.msu.ru/newsletters>

Информация об авторах:

Шпедт Александр Артурович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры защиты растений и биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета.

Alexander A. Shpedt – Doctor of Agricultural Science, Professor at the Department Plant Protection and Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University.

Ямских Галина Юрьевна – доктор географических наук, профессор кафедры географии Института экономики, управления и природопользования СФУ (г. Красноярск), 8-913-595-41-95, yamskikh@mail.ru.

Galina Yu. Yamskikh – Doctor of Geography, Head of the Department of Geography, Institute of Economics, Management and Environmental Studies, Siberian Federal University.

Малашенко Ольга А. – учитель географии МБОУ СОШ № 138, Красноярск.

Olga A. Malashenko – Geography teacher at Secondary School №138, Krasnoyarsk.

Статья поступила в редколлегию 17.12.2014 г.