

ХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.417.2

Н. А. КАРАВАЕВА, Е. Н. СУББОТИНА

**О СОСТАВЕ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
СО ВТОРЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ**

Состав гумуса дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом южной тайги Западной Сибири изучен тремя методами: Кононовой — Бельчиковой [12], классическим методом Тюрина [18] и методом Тюрина в модификации Пономаревой [13]. Показаны хорошая сходимость результатов двух первых методов, информативность данных первого метода для генетической интерпретации состава гумуса изученной почвы, возможность применения первого метода для изучения состава гумуса подобных почв.

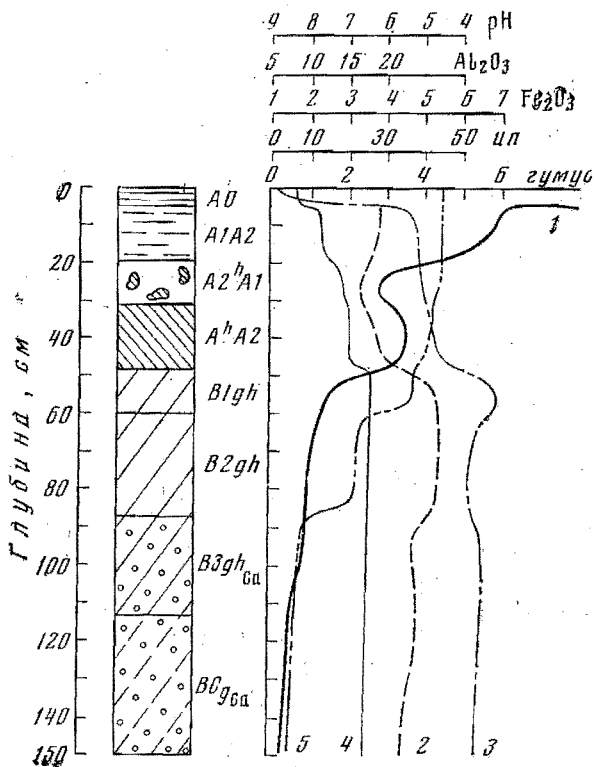
Почвы со вторым гумусовым горизонтом (гор. A^h), сохранившимся от предшествующей фазы почвообразования и деградирующим в современных условиях, достаточно широко распространены в южной тайге и лесостепи различных регионов СССР (Русская равнина, Западная Сибирь, Красноярский край, Приангарье). Эти почвы весьма различны по свойствам и истории развития, в связи с чем они часто разделяются на высоком классификационном уровне. Общим специфическим их признаком является наличие гор. A^h , выделяющегося темной краской. Положение этого горизонта в системе генетических горизонтов профиля разных почв различно. Неодинакова также и глубина его залегания от поверхности, мощность, структура, содержание и состав гумуса, химические и физико-химические свойства. Даже наиболее общий признак этого горизонта — его темный цвет — весьма варьирует. Окраска его может быть темно-серой, почти черной, серой, серовато-бурой и т. д. Наконец, гор. A^h может иметь сплошное простираие или быть пятнистым. Но во всех случаях гор. A^h (или его пятна) характеризуется более темным цветом по сравнению с окружающими горизонтами профиля, что и позволяет диагностировать его при полевом изучении почв.

Очевидно, что для всех почв с гор. A^h предшествующая фаза развития отличалась прежде всего достаточно ярким проявлением процесса аккумуляции гумуса в профиле, выразившегося в формировании более мощных, чем сейчас, темноцветных горизонтов, остатки которых мы можем наблюдать в современных профилях в виде вторых гумусовых горизонтов. Поэтому для получения представлений об этой предшествующей фазе почвообразования, для выяснения ее влияния на современные процессы, т. е. для изучения генезиса почв с гор. A^h , важнейшее значение приобретает исследование гумуса как в самом гор. A^h , так и в профиле в целом.

В настоящее время почвы с гор. A^h являются недостаточно изученными; ограничены и сведения о составе их гумуса в связи с трудоемко-

стью методики анализа. Для достоверного суждения о составе гумуса почв с гор. А^h необходимо применение единой методики и получение массовых данных, так как варьирование свойств этих почв достаточно велико. Очевидно, методика должна быть относительно простой и быстрой, чтобы обеспечить получение массовых данных. В то же время она должна быть достаточно информативной и обеспечить решение тех генетических вопросов, которые стоят перед исследователями при изучении почв с гор. А^h. Выбор подобной методики явился предметом наших исследований.

Для исследования был выбран разр. 47-70 дерново-подзолистой глукбоглеевой остаточно-карбонатной почвы с гор. А^h, развитой в автономных условиях на покровных карбонатных тяжелосуглинисто-глинистых отложениях под вторичным темнохвойно-березовым осочково-мел-



Морфологическое строение и некоторые свойства дерново-подзолистой почвы

1 — гумус, %; 2 — илстая фракция, %; 3 — валовое Fe₂O₃, % на прокаленную почву; 4 — валовой Al₂O₃, % на прокаленную почву; 5 — pH водный

котравным лесом (восточная часть Обь-Иртышского междуречья, Томская обл., Бакcharский р-н, вблизи с. Плотниково). Морфологическое строение этого профиля и данные о его основных свойствах приведены на рисунке.

В профиле под поверхностным маломощным грубо-гумусным гор. А0 (типа модер) залегает минеральная толща, отчетливо дифференцированная по элювиально-иллювиальному типу. Верхняя ее часть до глубины 48 см является кислой и ненасыщенной, значительно обедненной илом и валовыми R₂O₃. В этой части профиля выделяются сверху вниз три горизонта: 1) гор. А1А2 — гумусо-аккумулятивный, оподзоленный (гумус типа кислый муль); 2) гор. А2^hА1 — подзолистый, но с проявлением современной гумусовой аккумуляции, значительно ослабленной;

по-видимому, с пятнами нижележащего гор. A^h ; 3) гор. A^hA_2 — второй гумусовый, сочетающий признаки как оподзоливания, так и иллювиирования (типа переходного гор. A_2B в профилях подзолистых почв).

Ниже до глубины 113 см залегает иллювиальная толща ореховатой структуры с реакцией среды от слабокислой до нейтральной, для которой характерно обилие темноокрашенного вымытого гумуса, толстыми глянцевыми пленками покрывающего поверхности педов и заполняющего все поры. Книзу толщина пленок и их обилие заметно уменьшаются, их цвет меняется от почти черного до коричневого. В этой толще появляются признаки глееватости, усиливающейся книзу. С глубины 87 см (нижняя часть иллювиальной толщи) содержатся карбонаты ($CaCO_3$ — 3%), количество которых также увеличивается книзу и достигает максимума на глубине около 150 см ($CaCO_3$ — 10,39%), ниже их становится несколько меньше.

В настоящее время генезис подобных почв трактуется в общем однозначно. Большинство исследователей считают, что гор. A^h является реликтом, остатком мощного темноцветного гумусо-аккумулятивного горизонта существовавших здесь в период оптимума голоцена степных — лесостепных почв. В связи с похолоданием и увлажнением климата 4—4,5 тыс. лет назад темноцветные среднеголоценовые почвы подверглись процессам выщелачивания карбонатов, деградации и оподзоливания. Поэтому в почвах отчетливо выражены черты двух фаз почвообразования: среднеголоценовой темноцветной (гор. A^h , близкое залегание карбонатов и др.) и современной подзолистой (кислая реакция среды в верхней части профиля, гор. A_0 и A_1A_2 , разрушение гор. A^h и др.). Такая точка зрения подтверждена в последнее время и радиоуглеродными датировками гор. A^h , имеющими для южнотаежных почв Западной Сибири диапазон от 4 до 8,6 тыс. лет [1, 3, 5, 9, 17].

Морфолого-химические свойства выбранного разреза и их генетическое трактование позволяют считать, что он является интересным объектом для изучения состава гумуса и сравнения методик этого анализа. Выбранный профиль содержит многообразные формы гумусовых веществ, различающихся к тому же и своим возрастом. Современный гумус* представлен грубым полуразложившимся модером, кислым муллем и, очевидно, иллювиальными формами в гор. A_2 , A^h и B . Древний среднеголоценовый гумус** сохранился в гор. A^hA_2 и отчасти в гор. $A_2^hA_1$, хотя, по-видимому, он в той или иной степени трансформирован процессами деградации и оподзоливания и, в частности, современными подвижными гумусовыми соединениями, несомненно проникающими в эти горизонты и глубже (вероятно, до карбонатного экрана). Древний гумус, несомненно, присутствует и в иллювиальной форме в гор. B , обуславливая темное прокрашивание этих горизонтов. Современные органо-аккумулятивные горизонты представляются недостаточным резервом для формирования столь мощных темноокрашенных иллювиально-гумусовых аккумуляций, которые наблюдаются в гор. B . Можно считать, что их резервом был темноцветный гумусо-аккумулятивный горизонт среднеголоценовой почвы, в результате деградации которого и появились обильные темноокрашенные потеки иллювиального гумуса в гор. B .

В этом разрезе было проведено определение состава гумуса тремя применяемыми в настоящее время методами: ускоренным методом Кононовой — Бельчиковой [12], методом Тюрина в модификации Пономаревой [13] (далее для краткости мы называем его методом Пономаревой) и классическим методом Тюрина [18].

* Имеются в виду гумусовые вещества, образующиеся в гор. A_0 и A_1A_2 современного профиля почвы.

** Имеются в виду гумусовые вещества, образовавшиеся в темноцветную фазу почвообразования.

Схема Тюрина позволяет получить три фракции (1, 2, 3) гуминовых кислот (ГК), четыре фракции (1а, 1, 2, 3) фульвокислот (ФК) и фракцию нерастворимого остатка; существует также обработка спирто-бензольной смесью, которая в нашей работе не проводилась, так как учитывалось замечание Кононовой и Бельчиковой [12] о целесообразности применения этой экстракции только для горизонтов, обогащенных растительными остатками.

По схеме Пономаревой [13] аналогичными экстракциями получают 1 фракция ГК, 1а и 1 фракции ФК. Различия заключаются в способе получения 2 и 3 фракций ГК, 2 и 3 фракций ФК и экстрагировании дополнительной 4 фракции ФК. Фракцию 2 ГК и фракцию 2 ФК выделяют однократной (а не многократной, как у Тюрина) обработкой почвы 0,1 *n* NaOH после декальцирования. Выделению третьих фракций ГК и ФК в 0,1 *n* NaOH-вытяжке предшествует горячий гидролиз 1 *n* H₂SO₄. Количество С гидролизата составляет 4 фракцию ФК.

В методе Кононовой—Бельчиковой смесью 0,1 М Na₄P₂O₅ + 0,1 *n* NaOH (рН смеси около 13) из недекальцированной почвы извлекаются гумусовые кислоты, связанные как с кальцием, так и с несиликатными формами железа и алюминия (по Тюрину фракции 1 и 2 ГК и ФК). Дополнительным определением ГК, извлекаемых из особой навески недекальцированной почвы 0,1 *n* NaOH (ГК, связанные с несиликатными формами R₂O₃), можно по разности рассчитать количество ГК, связанных с Са. Возможно вычисление и второй фракции ФК, но авторами метода это не рекомендуется. Пирофосфатным методом не выделяются третьи фракции ГК и ФК. Они входят в состав нерастворимого остатка, увеличивая его количество по сравнению со схемой Тюрина.

Образец почвы анализировали в каждой схеме в 2-кратной повторности, в каждой из полученных вытяжек анализировали 2 пробы. Таким образом, определения сделаны в 4-кратной повторности (в таблицах приведены средние арифметические данные). Расхождений между аналитическими повторностями или не было, или они были минимальными для данного метода.

Цифровые данные, полученные нами при сравнении трех методов определения состава гумуса разр. 47-70, приведены в табл. 1, 2 и 3. Естественно, что абсолютная и относительная величина фракций 1а ФК, 1 ФК и 1 ГК во всех трех схемах близка, так как они получены одинаковым путем. Обратим внимание на сопоставимость четырех показателей в этих схемах: общего количества извлекаемого С, второй фракции ГК, нерастворимого остатка и отношения С_{гк} : С_{фк}.

Для изучаемой почвы общее количество С, извлекаемого пирофосфатной вытяжкой, несколько меньше (в пределах 5—15% от общего С), чем по схеме Тюрина, но в целом — это близкие величины. Подобная закономерность была выяснена при рекомендации этого метода его авторами, и полученные нами данные подтверждают этот вывод. По схеме Пономаревой количество извлеченного С обычно в 1,5—2 раза больше, чем по схеме Тюрина.

2 фракция ГК по методам Тюрина (многократная экстракция) и Пономаревой (однократная экстракция) в изученной почве получена в близких количествах в трех горизонтах, где ее абсолютное содержание мало. В гор. А^h, где эта фракция преобладает, расхождение в ее содержании по этим двум методам очень велико; по методу Пономаревой в 3 раза меньше, что создает совсем иное представление о генезисе этого горизонта. Между тем пирофосфатный метод показывает очень близкие к схеме Тюрина количества 2 фракции ГК. Различие наблюдается только для образца из слоя 5—15 см, но здесь абсолютное содержание этой фракции очень мало, и по данным любой из схем можно сделать одинаковый вывод, что 2 фракция ГК не играет существенной роли в составе гумуса этого горизонта.

Таблица 1

Состав гумуса дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом, разр. 47-70

Горизонт и глубина, см	С, %		Сгк, извлекаемые смесью $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$	Сфк, извлекаемые смесью $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$	Из общей суммы гуминовых кислот, %		Фульвокислоты, %		Остаток 0,1 л NaOH и	Сгк : Сфк
	от веса почвы	в вытяжке $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$			свободные и связанные с R_2O_3 фр. 1	связанные с Са фр. 2	извлекаемые 0,1 л H_2SO_4 фр. 1а	по разности извлекаемых 0,1 л NaOH и 0,1 л H_2SO_4 фр. 1		
A1A2 5—15	2,40	$\frac{1,10}{45,8}$	$\frac{0,55}{22,9}$	$\frac{0,55}{22,9}$	$\frac{0,40}{16,7}$	$\frac{0,15}{6,2}$	$\frac{0,19}{7,9}$	$\frac{0,29}{12,1}$	$\frac{1,30}{54,2}$	1
A2 ^h A1 20—30	1,35	$\frac{0,69}{51,1}$	$\frac{0,40}{29,6}$	$\frac{0,29}{21,5}$	$\frac{0,34}{25,2}$	$\frac{0,06}{4,4}$	$\frac{0,13}{9,6}$	$\frac{0,16}{11,9}$	$\frac{0,66}{48,9}$	1,4
A ^b A2 35—45	1,66	$\frac{1,06}{63,8}$	$\frac{0,87}{52,4}$	$\frac{0,19}{11,4}$	$\frac{0,37}{22,3}$	$\frac{0,50}{30,1}$	$\frac{0,11}{6,6}$	$\frac{0,09}{5,4}$	$\frac{0,60}{36,2}$	4,6
B1gh 48—58	0,64	$\frac{0,29}{45,3}$	$\frac{0,12}{18,8}$	$\frac{0,17}{26,5}$	$\frac{0,01}{1,6}$	$\frac{0,11}{17,2}$	$\frac{0,09}{14,1}$	$\frac{0,01}{1,6}$	$\frac{0,35}{54,7}$	0,7
B2gh 65—75	0,47	$\frac{0,16}{34,0}$	$\frac{0,05}{10,6}$	$\frac{0,11}{23,4}$	0,00	$\frac{0,05}{10,6}$	$\frac{0,07}{14,7}$	0,00	$\frac{0,31}{66,0}$	0,5
B3gh _{ca} 87—97	0,36	$\frac{0,09}{25,0}$	$\frac{0,02}{5,6}$	$\frac{0,07}{19,4}$	0,00	$\frac{0,02}{5,5}$	$\frac{0,05}{13,9}$	0,00	$\frac{0,27}{75,0}$	0,3

Примечание. В табл. 1—3: числитель — С, % от воздушно-сухой почвы; знаменатель — С, % от общего С почвы. Названия соответствующих фракций по И. В. Тюрину введены нами для данных, полученных методом Кононовой — Бельчиковой.

Таблица 2

Состав гумуса разр. 47-70 по методу И. В. Тюрина

Глубина, см	С почвы, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Нерастворимый остаток	Сумма	Сгк : Сфк
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма			
5—15	2,40	$\frac{0,40}{16,6}$	$\frac{0,05}{2,2}$	$\frac{0,20}{8,3}$	$\frac{0,65}{27,1}$	$\frac{0,22}{9,2}$	$\frac{0,26}{10,9}$	$\frac{0,01}{0,3}$	$\frac{0,08}{3,3}$	$\frac{0,57}{23,7}$	$\frac{1,12}{46,4}$	97,2	1,1
20—30	1,35	$\frac{0,34}{25,2}$	$\frac{0,07}{5,2}$	$\frac{0,11}{8,2}$	$\frac{0,52}{38,6}$	$\frac{0,16}{11,9}$	$\frac{0,13}{9,6}$	0,00	$\frac{0,03}{2,2}$	$\frac{0,32}{23,7}$	$\frac{0,45}{32,9}$	95,2	1,6
35—45	1,66	$\frac{0,37}{22,3}$	$\frac{0,48}{28,6}$	$\frac{0,15}{8,7}$	$\frac{1,00}{59,6}$	$\frac{0,12}{7,2}$	$\frac{0,08}{4,5}$	$\frac{0,09}{5,5}$	$\frac{0,04}{2,4}$	$\frac{0,33}{19,6}$	$\frac{0,34}{20,0}$	99,2	3,0
48—58	0,64	$\frac{0,01}{1,6}$	$\frac{0,11}{17,2}$	$\frac{0,04}{6,3}$	$\frac{0,16}{25,1}$	$\frac{0,11}{17,2}$	$\frac{-0,01}{-1,6}$	$\frac{0,06}{8,6}$	$\frac{0,03}{3,9}$	$\frac{0,19}{28,1}$	$\frac{0,26}{39,0}$	92,2	0,8

Величина нерастворимого остатка значительно различна в каждой из схем. Самые малые величины углерода остатка получены по методу Пономаревой, потому что здесь вытяжками извлекается наибольшая часть общего С почвы. Количества углерода остатка, полученные двумя другими методами, ближе между собой, но величина углерода нерастворимого остатка по методу Кононовой — Бельчиковой всегда больше, так как остаток включает третья фракция ГК и ФК схемы Тюрина.

При сравнении величин отношения Сгк : Сфк, полученных методами Тюрина и Кононовой — Бельчиковой, выявляется их большое сходство. Наибольшее числовое различие наблюдается для гор. А^h (3,0 и 4,6), но в данном случае обе цифры свидетельствуют об одноклассном характере состава гумуса, резко преобладании ГК. В методе Пономаревой и Плотниковой Сгк : Сфк довольно значительно отличается от величин,

полученных двумя другими методами, и главное создает совсем иное представление о характере гумуса изученной почвы. По результатам этого метода во всем почвенном профиле, включая и гор. А¹, гумус имеет резко фульватный состав; по составу гумуса профиль практически недифференцирован. Результаты двух других методов, наоборот, свидетельствуют о значительной дифференцированности состава гумуса по профилю изученной почвы, что, с нашей точки зрения, лучше отражает особенности ее генезиса и коррелирует с другими аналитическими данными и морфологией этого разреза.

Таблица 3

Состав гумуса разр. 47-70 по методу В. В. Пономаревой

Глубина, см	С поч-вы, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Нерастворимый остаток	Сгк : Сфк	
		1*	2	3	сумма	1a	1	2	3	4			сумма
5—15	2,40	0,47 19,6	0,04 1,5	0,08 3,1	0,59 24,2	0,18 7,7	0,26 10,7	0,42 15,6	0,17 7,1	0,18 7,5	1,21 48,6	0,60 27,2	0,5
20—30	1,35	0,32 23,7	0,06 4,5	0,08 5,6	0,46 33,8	0,13 9,6	0,25 18,6	0,04 2,5	0,15 10,8	0,18 13,4	0,75 54,9	0,14 11,3	0,6
35—45	1,66	0,44 26,5	0,15 8,7	0,09 5,1	0,68 40,3	0,11 6,3	0,06 3,9	0,49 29,3	0,10 6,0	0,12 7,2	0,88 52,7	0,10 7,0	0,8
48—58	0,64	0,01 1,6	0,08 11,7	0,04 6,2	0,13 19,5	0,09 14,1	0,02 3,1	0,18 27,5	0,06 9,4	0,14 21,1	0,49 75,2	0,02 5,3	0,3

* Небольшие различия в количестве этой фракции по методу В. В. Пономаревой и по двум другим методам, возможно, объясняются тем, что в первом методе навеску почвы заливали 200 мл 0,1 л NaOH, а в двух других методах — 100 мл 0,1 л NaOH.

Качественный состав гумуса изученной почвы. Приведем характеристику состава гумуса изученной почвы по данным пирофосфатного метода, чтобы выяснить, насколько верную и полную информацию можно получить, пользуясь только этим методом.

Профиль изученной почвы по составу гумуса четко разделяется на три части (табл. 1, рисунок): 1) верхний гор. А1А2, отражающий характер современной гумусовой аккумуляции; 2) второй гумусовый гор. А¹А2, резко отличающийся по составу гумуса от верхнего горизонта и иллювиальной толщи; 3) иллювиальная толща, состав гумуса наиболее осветленного гор. А2¹А1 имеет переходный характер.

Современный кислый муллевый гумус гор. А1А2 имеет фульватно-гуматный состав. В составе как ГК, так и ФК преобладает подвижная I фракция, агрессивные ФК и 2 фракция ГК образуются при гумификации растительных остатков, но их количество мало. Значительная величина негидролизующего С в данном случае обязана наличию растительных остатков. В целом современный гумус изученной почвы характеризуется мобильностью, значительным содержанием подвижных ГК и ФК, что хорошо увязывается с проявлением оподзоливания и довольно сильной элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля.

В гор. А2¹А1 наблюдается более широкое отношение Сгк : Сфк; фракционный состав показывает, что это связано только с увеличением относительного содержания 1 фракции ГК; относительное содержание 2 фракции ГК уменьшается, а 1a и 1 фракций ФК — остается тем же, что и в вышележащем горизонте. Нужно отметить, что значительная гумусированность этого горизонта проявляется и в морфологии наличием темно-бурых пятен. Возраст этого горизонта по радиоуглеродным определениям достаточно древний (7040 ± 40 лет, ИГАН-77, 20). Между тем древняя составляющая гумуса не выявляется повышенным содер-

жанием каких-либо фракций гумусовых веществ, прочно связанных с минеральной частью почвы.

Второй гумусовый горизонт характеризуется увеличением общего содержания гумуса по сравнению с вышележащим горизонтом и резко выделяется в профиле по составу гумуса и величине $S_{ГК} : S_{ФК}$, равной 4,6. Последнее определяется высоким содержанием 2 фракции ГК, составляющей $\frac{1}{3}$ от общего С. Этот горизонт по четким морфологическим признакам, содержанию и составу гумуса принадлежит к наиболее типичным и сохранившимся вторым гумусовым горизонтам, согласно тем представлениям, которые сложились об этих объектах у исследователей почв Западной Сибири.

Иллювиальная толща почвы отличается фульватным характером гумуса и тем самым резко контрастирует со всеми вышележащими горизонтами. Величина $S_{ГК} : S_{ФК}$ к низу уменьшается. В общем содержании ФК преобладает агрессивная 1а фракция; имеется, по-видимому, и 2 фракция ФК, которая не вычисляется по методу Кононовой — Бельчиковой, но входит в общую сумму ФК. Схемы Тюрина и Пономаревой подтверждают, что 2 фракция ФК присутствует в небольшом количестве в верхней части иллювиальной толщи. Иллювиальные горизонты содержат и ГК, которые представлены здесь фактически только 2 фракцией; количество 1 и 3 фракций ГК ничтожно мало, что подтверждается и по методам Тюрина и Пономаревой.

Следует отметить, что при фульватном составе и явно иллювиальной морфологии гумус иллювиальных горизонтов имеет темную окраску, прослеживающуюся на большую глубину; мощность толщи с признаками иллювиирования темноокрашенного гумуса достигает почти 0,5 м.

Имеющиеся в литературе [1—8, 15, 16, 19, 21] данные по групповому и фракционному составу гумуса дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом Западной Сибири свидетельствуют о значительной их вариабельности не только для профиля почв в целом, но даже отдельно для второго гумусового горизонта (применялись рассмотренные методики и методика Пономаревой, 1967).

Можно выделить следующие три случая этого варьирования (иллювиальные горизонты не рассматриваются, так как они всегда имеют фульватный состав): 1) современный органо-аккумулятивный горизонт, гор. А² и гор. А^h имеют величину $S_{ГК} : S_{ФК} > 1,0$; 2) те же горизонты имеют $S_{ГК} : S_{ФК} < 1,0$; 3) современный органо-аккумулятивный и подзолистый горизонты имеют $S_{ГК} : S_{ФК} < 1,0$, а гор. А^h выделяется по величине $S_{ГК} : S_{ФК} > 1,0$. При этом необходимо отметить, что гуматный состав гумуса в гор. А² и А^h может быть обусловлен как высоким содержанием 2 фракции ГК, так и фракции 1 ГК (второе встречается чаще). Гуматный состав современного органо-аккумулятивного горизонта всегда обусловлен повышенным содержанием только 1 фракции ГК.

Таким образом, изученный разр. 47-70 по составу гумуса вполне соответствует данным, имеющимся в литературе, и относится к группе почв (первый случай), у которых вся элювиальная часть профиля характеризуется $S_{ГК} : S_{ФК} > 1,0$; при этом преобладание ГК в гор. А¹А² связано 1 фракции ГК, а в гор. А^h — 2 фракции ГК.

Некоторые генетические интерпретации. Групповой и фракционный состав гумуса изученного разреза позволяет обсудить ряд генетических положений, касающихся органического вещества, содержащегося в гор. А²А¹, А^hА² и В.

Рассмотрим вопрос о среднеголоценовом возрасте органического вещества гор. А²А¹ и А^hА², его отражении в групповом и фракционном составе гумуса. Выше отмечалось, что радиоуглеродный возраст органического вещества гор. А²А¹ — наиболее осветленного горизонта профиля — является достаточно древним (7040 ± 40 лет). Между тем морфологически серая окраска среднеголоценового гумуса (отчетливо вы-

раженная в нижележащем гор. А²А₂) не видна в этом горизонте; здесь проступают бурые тона окраски, которые скорее можно связать с наличием современного темноокрашенного гумуса.

Нужно сказать, что генетическая связь органического вещества гор. А²А₁ и нижележащего второго гумусового горизонта не вызывает сомнений, древность радиоуглеродной даты лишь подтверждает это. Если изученный профиль в среднем долоцене представлял собой темноцветную почву, то современный гор. А²А₁ является средней частью древнего гумусо-аккумулятивного горизонта этой почвы, а современный второй гумусовый горизонт — его нижней частью. Поэтому, если гор. А²А₂ даже сейчас характеризуется большим содержанием 2 фракции ГК, то этот признак был тем более характерен для органического вещества и вышележащего гор. А²А₁. Значительный радиоуглеродный возраст этого горизонта (датирование по сумме ГК) говорит о том, что древнее органическое вещество здесь сохранилось и ГК являются носителем этого древнего углерода. Содержание 2 фракции ГК в гор. А²А₁ ничтожно мало; также мало и количество 3 фракции ГК, определенной по методу Тюрина. Поэтому можно высказать предположение, что носителем древнего углерода является и фракция 1 ГК. Это предположение окажется реальным в том случае, если в условиях выщелачивания карбонатов, деградации и оподзоливания гор. А²А₁ мог иметь место процесс постепенной трансформации 2 фракции ГК в 1 фракцию ГК путем выщелачивания Са, замещения его на R₂O₃ и увеличения подвижности гумусовых веществ. Таким образом, можно констатировать, что среднеголоценовый возраст и темноцветная предшествующая фаза почвообразования в составе гумуса гор. А²А₁ отразились только в повышении содержания 1 фракции ГК. Количества фракций гумуса, прочно связанных с минеральной частью почвы, и нерастворимого остатка невелики и не несут информации ни о генезисе органического вещества, ни о его возрасте.

С этих же позиций интересно рассмотреть и специфику состава гумуса гор. А²А₂, который по морфологии и содержанию гумуса является весьма типичным и хорошо сохранившимся вторым гумусовым горизонтом. Радиоуглеродной даты для этого горизонта не имеется, но согласно общей закономерности увеличения возраста гумуса с глубиной можно считать, что возраст органического вещества этого горизонта древнее, чем в гор. А²А₁. В составе гумуса его древний возраст и предшествующая темноцветная фаза почвообразования находят отражение в высоком содержании фракции 2 ГК и значительном содержании 1 фракции ГК (и то и другое является аномальным для нижней части элювиальной толщи профиля дерново-подзолистой почвы). Содержание 3 фракции ГК, фракций 3 и 4 ГК (по схемам Тюрина и Пономаревой) является незначительным, а нерастворимого остатка — наименьшим по сравнению с другими горизонтами профиля.

Таким образом, на примере изученного профиля можно заключить, что для хорошо сохранившегося гор. А²А₂ информация о темноцветной фазе почвообразования и среднеголоценовом возрасте органического вещества несут две фракции гумуса: 2 фракция ГК, прочно связанная с Са, и 1 фракция ГК, достаточно подвижная, очевидно, слабо связанная с минеральными компонентами. Для гор. А²А₁, практически не сохранившего морфологические признаки предшествующей темноцветной фазы почвообразования, но имеющего среднеголоценовый возраст органического вещества, специфичной является только 1 фракция ГК.

Поскольку оба горизонта развиты в одном и том же оподзоливающемся профиле, с глубиной сменяют друг друга (верхний — более оподзолен, а нижний — менее), то логично рассматривать гумусовое состояние этих горизонтов как разные стадии трансформаций среднеголоценового органического вещества в современных условиях оподзоливания.

С этой точки зрения, 2 фракция ГК являлась, по-видимому, наиболее специфичной для гумусо-аккумулятивных горизонтов среднеголоценовых темноцветных почв. По мере развития оподзоливания органическое вещество среднеголоценового периода трансформировалось и подвергалось выносу в нижележащие иллювиальные горизонты. Пути этой трансформации не изучались. Выше было высказано предположение, что одним из возможных путей подобной трансформации явился и является в настоящее время путь постепенного преобразования 2 фракции ГК в 1 фракцию ГК. В пользу этого предположения свидетельствуют два факта:

1) В лучше сохранившемся менее оподзоленном гор. A^hA₂ содержится как 2 фракция ГК, так и уже значительное количество 1 фракции ГК; в более оподзоленном гор. A₂^hA₁ резервы 2 фракции ГК уже исчерпаны, но еще сохранился промежуточный продукт ее трансформации. — 1 фракция ГК.

2) 1 фракция ГК в гор. A₂^hA₁ является носителем среднеголоценового углерода. Трудно предположить, чтобы подвижная 1 фракция ГК сохранилась в этом горизонте в течение 7000 лет. Может быть, более реально ее современное образование путем трансформации из прочно связанной, относящейся к среднеголоценовому периоду 2 фракции ГК.

Рассмотрим также вопрос о сохранности среднеголоценовых вторых гумусовых горизонтов по показателям качественного состава гумуса. В изученном профиле в качестве второго гумусового горизонта выделяется морфологически только гор. A^hA₂. Фракционный состав гумуса свидетельствует о том, что понятие о сохранности этих горизонтов весьма относительно. Напротив, по составу гумуса этого горизонта можно судить, насколько значительно его древнее органическое вещество преобразовано современными процессами. Высоким является содержание 1 фракции ГК, по абсолютному количеству оно близко к 2 фракции ГК и почти такое же, как в вышележащем подзолистом горизонте. Абсолютное суммарное содержание ФК в этом горизонте также почти такое же, как и в подзолистом. Это свидетельствует о том, что гор. A^hA₂ подвергается активному воздействию современного оподзоливания, подвижных гумусовых веществ и микрофлоры, способствующих трансформации и разрушению среднеголоценового гумуса. Очевидно, что для группы почв, аналогичных изученному разрезу, одним из критериев сохранности вторых гумусовых горизонтов может являться относительное содержание 2 фракции ГК в общей сумме гумусовых веществ. Возможно, что показательным окажется и соотношение 1 и 2 фракций ГК. Для разработки подобных критериев сохранности вторых гумусовых горизонтов необходимы массовые данные сопоставлений качественного состава гумуса подобных почв, их морфологии и химических свойств.

Обратимся к вопросу о несоответствии темной окраски иллювиальной толщи и фульватного состава органического вещества. Своеобразная морфология иллювиальной толщи в значительной мере создана темноокрашенным гумусом, формирующим темно-серые и темно-коричневые пленки и потеки по поверхности агрегатов и в порах. Из фракций, придающих темную окраску гумусу, в иллювиальных горизонтах являются 2 фракция ГК и С нерастворимого остатка, количество которого здесь наибольшее по сравнению с другими горизонтами профиля.

Сопоставление явно иллювиальной морфологии гумуса и его состава в трех нижних горизонтах профиля позволяет допустить, согласно Пономаревой и Плотниковой [14], что 2 фракция ГК способна к миграции и что именно этими соединениями и сформированы темноокрашенные гумусовые пленки и потеки иллювиальной толщи. Интенсивность этого процесса была значительной как по количеству мигрировавшего гумуса, так и по длине его «пробега» по вертикали. Можно полагать, что особенно интенсивно этот процесс проявился после выщелачивания карбо-

натов из верхней части профиля в начальный период деградации и оподзоливания изученного разреза. Увеличение фракции остатка в иллювиальной толще может быть связано, по-видимому, как с наличием здесь древнего гумуса, так и с механическим заносом и аккумуляцией этой фракции в период активного иллювиирования в нижние горизонты темноокрашенного гумуса, карбонатов, ила и других компонентов, вовлеченных в нисходящую миграцию при развитии оподзоливания профиля.

Фульватный характер гумуса иллювиальной толщи обусловлен наполовину и более присутствием 1а фракции ФК. Между тем для черноземов разных биоклиматических условий, в которых гумус нижних горизонтов также имеет фульватный состав, отмечается почти полное отсутствие этой фракции [14]. По-видимому, можно предполагать, что наличие 1а фракции ФК в иллювиальной толще изучаемого разреза следует связывать с современной подзолистой фазой почвообразования, когда агрессивные ФК проникают в нижние горизонты профиля на глубину около 1 м до верхней части карбонатной толщи.

Таковы фактические данные по качественному составу гумуса изученной дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом и возможные, с нашей точки зрения, интерпретации гумусового состояния отдельных генетических горизонтов и дифференциации качественного состава гумуса по профилю.

Выводы

1. Изучение состава гумуса дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом с применением трех методов экстракции гумусовых веществ — Кононовой — Бельчиковой [12], метода Тюрина и метода Тюрина [18] в модификации Пономаревой [13] — показало для изученной почвы хорошую сходимость данных двух первых методов и существенное их отличие от данных третьего метода.

2. Генетическая интерпретация состава гумуса изученной почвы на основе данных метода Кононовой — Бельчиковой представляется достаточно полной и информативной, принципиально не отличающейся от такой же интерпретации на основе метода Тюрина.

Состав гумуса изученной почвы резко дифференцирован по профилю. Современный органо-аккумулятивный горизонт отличается фульватно-гуматным составом гумуса и достаточной мобильностью: преобладают 1 фракция гуминовых кислот и 1 фракция фульвокислот (названия фракций даны по Тюрину). Второй гумусовый горизонт резко выделяется в профиле гуматным составом гумуса и преобладанием 2 фракции гуминовых кислот. Иллювиальная толща содержит гумус резко фульватного состава; преобладает 1а фракция фульвокислот; 2 фракция гуминовых кислот также содержится в небольшом количестве и, по-видимому, обеспечивает прокрашивание иллювиальной толщи в темный цвет.

3. В связи с простотой метода Кононовой — Бельчиковой он может успешно использоваться при исследовании состава гумуса почв, близких по свойствам к изученной почве. Это даст возможность получения массовых данных по составу гумуса для указанной группы сравнительно мало изученных и сложных по генезису почв.

Литература

1. Афанасьева Т. В., Ремезова Г. Л. О реликтовых признаках вторично-подзолистых почв южной тайги Западной Сибири. Вестн. МГУ, Сер. биол.—почвовед., 1974, № 1.
2. Василенко В. И. Об особенностях определения качественного состава гумуса в некоторых почвах Томской области. Научн. докл. Высшей школы, биол. науки, 1971, № 6.

3. *Василенко В. И.* Автоморфные почвы южно-таежного левобережья Томского Приобья. Автореф. дис., Изд. МГУ, 1973.
4. *Гаджиев И. М.* О генезисе вторично-подзолистых почв Васюганья. Тр. Биол. ин-та СО АН СССР, вып. 12. Новосибирск, 1964.
5. *Добровольский Г. В., Афанасьева Т. В., Василенко В. И.* О возрасте и реликтовых признаках почв Томского Приобья. В сб.: Палеогеографические аспекты изменения природных условий Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1969.
6. *Добровольский Г. В., Афанасьева Т. В., Василенко В. И.* О генезисе и географии почв Томского Приобья. Почвоведение, 1969, № 10.
7. *Кленов Б. М.* Гумус вторично-подзолистых почв Томской области. В сб.: Генетические особенности и вопросы плодородия почв Западной Сибири. Новосибирск, «Наука», 1972.
8. *Ковалев Р. В., Гаджиев И. М.* Вторично-подзолистые почвы Западной Сибири. В кн.: Леса и почва. Красноярск, 1968.
9. *Ковалев Р. В., Кленов Б. М., Арсланов Х. А.* Вопросы радиуглеродного датирования органического вещества дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом Томского Приобья. Изв. СО АН СССР. Сер. биол., вып. 3, № 15, 1972.
10. *Кононова М. М.* Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М., Изд. АН СССР, 1963.
11. *Кононова М. М.* Методы определения состава гумуса и их рационализация. Почвоведение, 1967, № 7.
12. *Кононова М. М., Бельчикова Н. П.* Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв. Почвоведение, 1961, № 10.
13. *Пономарева В. В.* К методике изучения состава гумуса по схеме И. В. Тюрина. Почвоведение, 1957, № 8.
14. *Пономарева В. В., Плотникова Т. А.* Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов. Почвоведение, 1968, № 11.
15. *Пономарева В. В., Толчельников Ю. С.* Некоторые данные о составе и свойствах гумуса и вопросы генезиса почв со вторым гумусовым горизонтом южной тайги Западной Сибири. Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока, вып. 20. Иркутск, 1968.
16. Почвы Новосибирской области. Новосибирск, 1966.
17. *Толчельников Ю. С.* К характеристике абсолютного возраста второго гумусового горизонта дерново-подзолистых почв Западной Сибири. Докл. АН СССР. Сер. геол., т. 191, № 5, 1970.
18. *Тюрин И. В.* К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса. В кн.: Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. «Наука», 1965.
19. *Уфимцева К. А.* Почвы южной таежной зоны Западно-Сибирской равнины. «Колос», 1974.
20. *Чичагова О. А., Завельский Ф. Р.*—Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, «Наука», 1976.
21. *Шушужева М. Г.* Природа гумуса основных почв подтаежной зоны и подзоны южной тайги Западно-Сибирской низменности. Тр. Биол. ин-та СО АН СССР, вып. 12. Новосибирск, 1964.

Институт географии
АН СССР

Дата поступления
29.VI.1976 г.

N. A. KARAVAEVA, E. N. SUBBOTINA

HUMUS COMPOSITION OF SODDY-PODZOLIC SOILS WITH A SECOND HUMUS HORIZON

The composition of humus in a soddy-podzolic soil with a second horizon in southern taiga of Western Siberia has been studied by three methods: the pyrophosphate method of Kononova and Belchikova (1964), the classical Tyurin's method and the Tyurin's method modified by Ponomareva (1957). It has been shown that a good agreement exists between the results of the two first methods, that the data of the pyrophosphate extract are highly informative for the interpretation of humus composition genesis in the studied soil, and that it is possible to use the pyrophosphate method for studying humus composition in soils with a second humus horizon.