

Р. М. МОРОЗОВА

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Роль органического вещества в генезисе и плодородии почв очень многообразна. Органическое вещество, в виде корневых выделений и ненасыщенных гумусовых кислот, образующихся при разложении отмирающих растительных остатков, является важнейшим фактором разрушения горных пород и минеральной части почвы. В то же время почвенный гумус в целом является основным источником богатства почвы в отношении зольных элементов и в особенности азота, который, как известно, не входит в состав минеральных элементов, содержащихся в почвообразующих породах. Органическое вещество почвы также играет большую роль в создании водопрочной, агрономически ценной структуры и в улучшении физических свойств почв. Работами А. В. Благовещенского (1936, 1945), А. А. Прозоровской (1936) и Л. А. Христовой (1951) установлено, что содержащиеся в почвенном гумусе гуминовые кислоты могут действовать как стимуляторы роста и развития растений. Такое же стимулирующее действие способны оказывать небольшие количества воско-смол, повышенное же их содержание может угнетать как развитие растений, так и деятельность ряда микроорганизмов. О действии другой важнейшей группы, входящей в состав органического вещества почв,—фульвокислот на рост и развитие растений непосредственных экспериментальных данных еще нет.

✓ Состав органического вещества почв Карелии до сих пор изучен еще очень мало. Имеется лишь одна опубликованная работа о почвах южной Карелии (М. М. Кононова, 1937) и некоторые данные по нескольким разновидностям освоенных почв быв. Ведлозерского района и по болотным почвам республики (работы Е. П. Корчагиной и В. А. Бухман, печатаемые в настоящем сборнике).

В работе М. М. Кононовой показано, что органическое вещество почв южной Карелии отличается высокой подвижностью. Так, в суглинистых почвах при гидролизе 80% H_2SO_4 в раствор переходит до 50% всего углерода и около 75% азота. Органическое вещество супесчаных почв еще более подвижно. В упомянутой работе отмечается также заметно бо́льшая подвижность органического вещества культурных почв по сравнению с целинными и уменьшение общей массы органического вещества при окультуривании почв (М. М. Кононова, 1937).

Изучение органического вещества почв в областях, прилегающих к Карелии, Ленинградской и Мурманской показало, что органическое вещество верхних горизонтов гумусово-иллювиальных подзолистых почв Кольского полуострова характеризуется высоким содержанием воско-смол (до 15%) и легкоподвижных гумусовых веществ; содержание негидролизуемого остатка составляет около 30% от общего углерода; содержание гуминовых кислот очень низкое (около 13%); нижележащие гумусово-иллювиальные горизонты характеризуются исключительно высоким содержанием легкоподвижных фульвокислот (Барановская, 1951).

Пахотные почвы Карельского перешейка характеризуются умеренной растворимостью гумуса (50—60%) в слабых растворах щелочей и кислот, одинаковым содержанием гуминовых и фульвокислот (около 30% от общего углерода) и почти полным отсутствием агрессивной фракции фульвокислот, являющейся показателем развития подзолообразовательного процесса (В. В. Пономарева, 1954).

Из рассмотренных работ, проводившихся в разное время и с применением различных методик, можно заключить только то, что почвы различного генезиса как в Карелии, так и в прилегающих областях, сильно различаются между собой по составу гумуса, и что пахотные почвы существенно отличаются по количеству и составу гумуса от неосвоенных лесных почв.

Целью настоящей работы является охарактеризовать состав органического вещества в нескольких широко распространенных лесных и окультуренных почвах южной Карелии.

Нами изучен состав органического вещества из образцов ряда почв Карелии, характеристика которых приводится ниже.

1. Подзол железистый языковатый песчаный на безвалунном песке (Кондопожский район).

Разрез № 1. Заложен на ровной поверхности, под сосновым лесом, брусничником-зеленомошником в заповеднике „Кивач“. Морфологическое строение разреза следующее.

A_0 —0—3(5) см. Рыхлая подстилка из зеленых мхов, опада брусники и хвои.

A_2 —3(5)—8(12) см. Белесый, песчаный мелкозернистый, безвалунный, рыхлый, языковатый; переход в горизонт В резкий по неровной линии.

В—8(12)—23 см. Грязно-желтый с коричневым оттенком, книзу постепенно светлеет, песчаный, рыхлый, постепенно переходит в горизонт ВС.

ВС—23—50 см и ниже. Светло-желтый, мелкозернистый, однородный песок.

2. Сильнопodzолистая гумусово-железистая, суглинистая на безвалунных суглинках.

Разрез 154. Заложен на пологом склоне левого берега реки Суны в заповеднике „Кивач“, под сосново-еловым лесом черничником-зеленомошником.

A_0 —0—6 см. Лесная подстилка из хвои, мха и опада кустарников, плохо разложившаяся.

A_2 —6—12(16) см. Белесый, суглинистый, непрочнослоеватый, корней нет, переход в горизонт B_1 резкий, по неровной линии.

B_1 —12(16)—17(20) см. Охристо-бурый, суглинистый, комковатый, слабоуплотнен. Густо пронизан корнями. Переход в горизонт B_2 по неровной линии.

B_2 —17(20)—32 см. Светло-бурый, суглинистый, уплотнен, единичные корни, постепенно переходит в горизонт С.

BC —32—60 см и ниже. Светло-серый суглинок очень плотный.

Окультуренная разновидность почв того же генезиса, может быть охарактеризована разрезом 252, заложенным под многолетними травами посева 1949 г.

A_n —0—20 см. Серый, суглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, густо пронизан корнями, переход в следующий горизонт ясный по уплотнению.

A_1 —20—32 см. Серый с буроватыми пятнами, суглинистый, слабоуплотнен, комковато-зернистый, корней значительно меньше, переход ясный по изменению цвета.

B —32—41 см. Светло-бурый, суглинистый, уплотненный, комковатый, единичные корни, переход в горизонт С постепенный.

C —41—65 см и ниже. Светло-серый, тяжелосуглинистый, очень плотный.

Почва окультуренная подзолистая суглинистая на тяжелом суглинке.

3. Вторично дерново-подзолистая, суглинистая почва, расположенная на том же склоне, что и предыдущая, но под смешанным лесом с хорошо развитым травянистым покровом. Эти почвы могут характеризоваться разрезом 3, заложенным под смешанным сосново-березовым лесом с хорошо выраженным подлеском из ольхи и рябины; в травяном покрове вейник, майник, герань, костяника, ландыш, колокольчик и др.

A_0 —0—1(2) см. Лесная подстилка из опавших листьев.

A_1 —1(2)—8 см. Серый, суглинистый с намечающейся мелкокомковатой структурой, переход в горизонт B_1 ясный по ровной линии.

B_1 —8—16 см. Коричневато-серый, суглинистый, плотный, постепенно переходит в горизонт BC .

BC —16—40 см и ниже. Серый, суглинистый, очень плотный, с мелкими ортштейновыми зернами.

4. Подзолистая легкосуглинистая почва на суглинистой морене, из под смешанного леса с черничником и хорошо развитым травянистым покровом.

Разрез 11. Заложено на правом берегу реки Лососинки близ экспериментальной базы Карельского филиала АН СССР (Прионежский район).

A_0 —0—1(2) см. Лесная подстилка из опада листьев.

A_1 —1(2)—12 см. Серый с желтоватым оттенком, легкосуглинистый, густо пронизан корнями, переход в горизонт A_2 ясный по ровной линии.

A_2 —12—16(28) см. Серовато-белесый, супесчаный, хрящеватый с валунами, языковатый. Переход в горизонт В ясный по неровной линии.

B —16(28)—60 см. Неоднородно окрашенный, бурый с охристыми пятнами, книзу постепенно светлеет, супесчаный, большое количество валунов.

C —60—80 см. Сизовато-бурый, супесчаный, хрящеватый. Очень плотный.

Окультуренная разновидность этих почв может быть охарактеризована разрезом 106, заложенным под многолетними травами посева 1954 г.

A_n —0—25 см. Серый, суглинистый, комковато-зернистый, густо пронизан корнями, переход в следующий горизонт ясный по цвету.

A_2B_1 —25—35 см. Бурый, суглинистый, комковатый, корней значительно меньше. По всему горизонту пятна (языки) горизонта A_2 белого цвета.

B_2 —35—42 см. Светло-бурый, легкосуглинистый, хрящеватый с единичными валунами, уплотненный, переход в следующий горизонт ясный по цвету.

BC—42—70 см. Светло-серый с сизоватым оттенком, легкосуглинистый, сильнохрящеватый, очень плотный.

Почва подзолистая, слабо окультуренная, суглинистая на легкосуглинистой морене.

5. Темноцветные дерново-подзолисто-глеевые тяжелосуглинистые почвы на ленточных глинах (Олонецкий район).

Эти почвы могут быть охарактеризованы следующими разрезами.

Разрез 4. Заложен на щучковом лугу. Поверхность луга сильно кочковатая.

A_1 —0—12 см. Серый с сизыми и ржавыми пятнами, тяжелосуглинистый, слоисто-глыбистый, в сухом состоянии сильнотрещиноватый и плотный, переход в горизонт B_1 выражен неясно.

B_1 —12—22 см. Буровато-серый, тяжелосуглинистый, очень плотный; постепенно переходит в горизонт BC.

BC—22—60 см. Сизый, тяжелосуглинистый, с бурыми и ржавыми пятнами, слоистый.

D—60—80 см. Темно-коричневый торф, хорошо разложившийся.

Почва темноцветная дерново-подзолисто-глеевая неокультуренная.

Разрез 7. Заложен на территории колхоза им. Калинина под посевом трав 1-го года пользования.

A_n —0—15 см. Серый, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый рыхлый, в комочках заметна слоеватость, много корней, переход в горизонт B_1 ясный, по ровной линии.

B_1 —15—33 см. Неоднородноокрашенный, бурый с сизыми и ржавыми пятнами, тяжелосуглинистый, слоистый, единичные корни растений.

B_2 —35—40 см. Более однородноокрашенный, серовато-бурый, тяжелосуглинистый, комковато-соеватый, единичные сизые пятна.

BC—40—60 см и ниже. Серовато-сизый, суглинистый, слоистый, уплотнен.

Почва темноцветная, дерново-подзолисто-глееватая, слабоокультуренная.

Разрез 16. Заложен под травами 1-го года пользования.

A_n —0—23 см. Серый, суглинистый, комковато-зернистый, в сухом состоянии трещиноватый, густо пронизан корнями, переход в горизонт B_1 ясный по цвету.

B_1 —23—31 см. Темно-коричневый, тяжелосуглинистый, слоеватый с сизыми пятнами, тонкоплитчатый, корней значительно меньше, чем в горизонте A_n , переход в горизонт BC постепенный.

BC—31—60 см. Неравномерно окрашенный, коричневатый с сизыми пятнами, тяжелосуглинистый, слоистый, плотный.

Почва темноцветная, дерново-подзолисто-глееватая, окультуренная.

Для того, чтобы выяснить характер изменения органического вещества при окультуривании почв, нами были собраны образцы как

с целинных, так и с окультуренных разновидностей всех вышеназванных почв, развитых в сходных условиях рельефа и увлажнения.

При изучении органического вещества нами применялась методика, предложенная И. В. Тюриным (1951). Основной ход анализа состоит из следующих операций:

1. Экстрагирование почвы спирто-бензолом (1:1) для извлечения веществ группы воско-смол.

2. Декальцирование почвы путем обработки 1 N раствором сернокислого натра до удаления обменного кальция. Впоследствии, для ускорения работы, декальцирование производилось 0,05 N серной кислотой. При пересчетах вещества, извлекаемые 0,05 N серной кислотой, выключались нами в 1а фракцию — свободных фульвокислот.

3. Выделение гумусовых кислот путем многократной обработки 0,1—0,02 N NaOH декальцированной почвы.

4. Попеременная обработка почвы 0,5—1 N серной кислотой (на холоду и при нагревании) и 0,1—0,02 N NaOH для извлечения кислот, связанных с устойчивыми полуторными окислами.

5. Определение углерода нерастворимого остатка.

В щелочных вытяжках производилось разделение гумусовых кислот на гуминовые и фульвокислоты путем подкисления вытяжки серной кислотой, причем осадок гуминовых кислот отмывался и растворялся в слабой 0,02 N щелочи.

В отдельных навесках почвы определялись вещества, извлекаемые непосредственно 0,5 N серной кислотой и 0,1 N NaOH (без предварительного декальцирования).

Для анализа брались образцы, в которых были тщательно отобраны корни и другие органические остатки, пропущенные через сито 0,25 мм.

Общий гумус определялся по методу Тюрина, азот — по методу Кьельдаля. Объем вытяжки для определения азота брался 25—50 см³. Для введения поправки на загрязненность реактивов азотом, определялся азот в соответствующем объеме реактивов, употребляемых для извлечения органического вещества из почвы.

Как видно из приведенных таблиц 1 и 2, по составу органического вещества все изучавшиеся нами почвы ясно отличаются друг от друга.

В железистом песчаном подзоле главная масса органического вещества концентрируется в верхнем горизонте A_0 , где содержится — 41,4% углерода. По составу органического вещества этот горизонт близок к соответствующим горизонтам почв Кольского полуострова, имеет очень широкое отношение углерода к азоту (44,7) и низкое содержание гуминовых кислот. Однако содержание воско-смол в нем значительно ниже, чем в почвах Кольского полуострова (6,18% от общего углерода). Растворимость гумуса в верхнем горизонте сравнительно невысокая, в нижних же горизонтах содержание подвижных фульвокислот увеличивается до 48%; широкое соотношение между углеродом и азотом в верхнем горизонте (44,7) вниз по профилю становится значительно уже: в горизонте A_2 — 11,6 и в B_1 — 6,67 (табл. 1).

Сильноподзолистая гумусово-железистая, суглинистая почва из-под смешанного леса имеет иной состав гумуса. Органическое вещество горизонта A_0 характеризуется более узким отношением углерода к азоту — 23,2, что обусловлено иным составом растительного опада. В составе органического вещества преобладает негидролизующий

остаток, составляющий до 50% от общего углерода. Значительная часть гуминовых и фульвокислот находится в свободном состоянии или в связи с подвижными гидратами полуторных окислов.

Органическое вещество иллювиального гумусово-железистого горизонта значительно более подвижно. Негидролизующий остаток составляет здесь только 10% от общего углерода. Наблюдается также значительное преобладание фульвокислот над гуминовыми кислотами, что объясняется большей подвижностью фульвокислот и выносом их из вышележащих горизонтов. В составе фульвокислот доминируют свободные легкоподвижные формы, которые и обусловили образование хорошо выраженного иллювиального горизонта, несмотря на суглинистый механический состав почвы.

Гуминовых кислот содержится мало, и они находятся тоже в наиболее подвижной форме (1-я фракция, переходящая в непосредственную щелочную вытяжку). Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам 0,25.

Вторично дерново-подзолистые почвы, развитые под смешанным елово-лиственным лесом того же заповедника „Кивач“, резко отличаются от предыдущих почв по количественному накоплению органического вещества, но по составу последнего различия не столь резки.

Заметная разница наблюдается лишь в содержании веществ из группы воско-смол. В горизонте A_0 количество последних достигает 10% от общего гумуса, а в дерново-подзолистой почве — всего около 3%. Содержание гуминовых кислот в обеих почвах почти одинаковое. Количество же фульвокислот во вторично дерново-подзолистой почве несколько ниже, чем в подзоле (см. разрезы 3 и 154, табл. 1).

Те же вторично дерново-подзолистые почвы, находящиеся под разнотравным лугом, имеют иное количество и другой состав гумуса. В почвах под лугом заметно увеличивается содержание гуминовых кислот. Появляются гуминовые кислоты 2-й группы, находящиеся в форме гумата кальция, в то время как в естественных почвах под лесом они отсутствуют. Общее количество фульвокислот изменяется мало, но по составу и степени их подвижности различие значительное. В почвах под луговой растительностью уменьшается содержание фульвокислот, свободных и связанных с подвижными полуторными окислами, но увеличивается количество фульвокислот, находящихся в полимерных комплексах с гуматами кальция.

Органическое вещество подзолистых суглинистых почв экспериментальной базы, развитых на суглинистой морене, характеризуется более узким отношением углерода к азоту, более низким содержанием воско-смол (5—1,5%), что свидетельствует о нормальном соотношении между синтезом и разложением органического вещества. В составе гумуса фульвокислоты резко преобладают над гуминовыми кислотами. Сумма всей фракции гуминовых кислот составляет 18,5%, тогда как сумма фульвокислот достигает 42%, количество их еще увеличится, если учесть вещества, гидролизующиеся 0,5 и 1 N серной кислотой, близкие по составу к фульвокислотам. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам в верхнем горизонте 0,45 вниз по профилю понижается до 0,14. В составе гуминовых кислот преобладают бурые гуминовые, или, по терминологии Вильямса, ульминовые кислоты, находящиеся в свободном состоянии или связанные с подвижными формами полуторных окислов, в основном с гидратом окиси

Групповой состав органического

№ разреза	Название почвы и угодия	Горизонт	Глубина (в см)	% С	% N	C N	В %		
							Воско-смолы	Вещества раств. в 0,05N H ₂ SO ₄	Гу
									1
1	Подзол железистый маломощный; песчаный, сосновый лес	A ₀	0—4	41,4	0,922	44,7	6,18	неопр.	10,72
		A ₂	4—8	0,29	0,025	11,6	4,10	.	27,24
		B ₁	8—20	0,10	0,015	6,67	1,56	.	10,94
3	Вторично дерново-подзолистая, суглинистая; смешанный лес	A ₀	0—4	4,64	0,162	28,0	3,17	.	13,0
		B ₁	15—20	1,52	0,085	18,0	4,93	.	15,19
		BC	25—30	0,18	0,015	11,7	22,29	.	48,44
4	Та же слабокультуренная	A _п	0—10	2,26	0,144	15,7	1,99	.	22,57
154	Сильно подзолистая, гумусово-железистая суглинистая; сосново-еловый лес	A ₀	0—7	24,59	1,06	23,2	10,18	1,21	12,71
		B ₁	12—17	1,49	0,089	17,8	8,41	22,83	15,19
153	Вторично дерново-подзолистая суглинистая; разнотравный луг	A ₁	0—10	2,23	0,301	7,0	9,26	2,97	19,36
		B ₁	20—30	0,50	0,112	4,4	15,06	21,50	9,16
152	Подзолистая, окультуренная, суглинистая; клевер	A _п	0—10	3,92	0,283	11,3	6,84	2,38	15,98
		A ₁	20—30	1,80	0,089	20,2	8,88	3,18	7,22
		B ₁	30—40	0,53	0,065	8,1	18,15	18,35	21,30

Таблица 1

вещества почв заповедника „Кивач“

от общего углерода

миновые			Фульвокислоты						Вещества, гидро- лизуемые 0,5 и 1N H ₂ SO ₄	Негидролизуемый остаток	Г.К. Ф.К.
2	3	Сум- ма	1a	1a + веще- ства раство- римые в 0,05N H ₂ SO ₄	1	2	3	Сум- ма			
не опр.		10,72	1,00		6,94	не опр.	не опр.	7,94	не опр.	не опр.	1,49
„		24,24	6,90		10,35	„	„	17,25	„	„	1,58
„		10,94	5,26		43,47	„	„	48,73	„	„	0,28
„		13,0	2,43		14,44	„	„	16,87	„	„	0,83
„		15,19	7,37		27,18	„	„	34,55	„	„	0,44
„		48,44	1,64		13,28	„	„	14,92	„	„	3,32
„		22,57	5,13		11,02	„	„	16,15	„	„	1,44
нет	2,95	15,59	0,29	1,50	12,28	4,14	3,55	21,39	3,17	49,67	0,73
нет	0,76	15,95	22,39	45,22	нет	16,02	2,27	63,48	1,71	10,55	0,25
4,71	1,79	25,86	нет	2,97	нет	20,71	3,37	27,05	3,84	34,03	0,96
30,54	1,54	41,24	2,93	24,43	нет	нет	5,85	30,28	—	13,82	1,32
16,39	6,79	39,17	4,10	6,48	нет	12,25	1,02	19,75	6,01	28,69	1,98
14,56	4,40	26,18	23,20	26,38	нет	10,12	нет	36,66	1,09	27,19	0,71
нет	2,56	23,37	нет	18,15	5,68	11,96	0,92	36,81	1,31	20,34	0,63

алюминия. В верхних горизонтах этих почв имеется значительное количество гуминовых кислот, связанных с кальцием. В нижних же горизонтах данная фракция отсутствует. Третья фракция гуминовых кислот, наиболее прочно связанная с минеральной частью почвы, находится в ничтожном количестве или совсем отсутствует. В группе фульвокислот большой процент составляют свободные фульвокислоты, по мнению В. В. Пономаревой (1954), наиболее агрессивные в отношении воздействия на почву. Они составляют 17,5—20% от общего гумуса. Такое высокое содержание агрессивной фракции фульвокислот (1а) указывает на интенсивно протекающий процесс подзолообразования.

В составе веществ из группы фульвокислот значительное участие принимают также фульвокислоты, находящиеся в прочной связи с устойчивыми гидратами полутораокисей. Для фульвокислот, выделенных из почв экспериментальной базы, характерно полное отсутствие 1-й группы, находящейся в связи с бурыми гуминовыми кислотами. Вещества, гидролизующиеся 0,5 и 1N серной кислотой на холоду и при нагревании (куда относятся сложные комплексы фульвокислот, связанных с полуторными окислами), составляют от 5,5 до 25% от всего гумуса. В негидролизующий остаток входит около $\frac{1}{3}$ от количества всего органического вещества. Очень небольшая величина негидролизующего остатка наблюдается лишь в подзолистом горизонте A_2 , где органическое вещество наиболее подвижно (табл. 2). В состав негидролизующего остатка входят гуминовые кислоты наиболее прочно связанные с минеральной частью почвы и не извлекаемые разведенными кислотами и щелочами, а также лигнофицированные ткани и другие полуразложившиеся части растений.

Очень своеобразный состав гумуса имеют темноцветные дерново-подзолисто-глеевые почвы Олонецкой равнины. Для них характерно высокое содержание общего гумуса и более равномерное распределение его по профилю в глубину. Так, в разрезе № 4 содержание углерода в верхнем горизонте — 4,3%, в горизонте В на глубине 30—40 см от поверхности — 2%. Органическое вещество этих почв богато азотом. Отношение углерода к азоту колеблется от 7 до 11, и только в верхнем оторфованном горизонте отношение углерода к азоту расширяется до 16. Характерной особенностью данных почв является наличие большого количества веществ из группы воско-смоля (от 7,5 до 11,5% от общего углерода). Это указывает на неблагоприятные условия для их разложения, связанные, по-видимому, с недостатком кислорода в почвах. Как известно, воско-смоли при содержании выше 10% могут сильно угнетать деятельность микроорганизмов и в особенности нитрифицирующих, что является отрицательным свойством данных почв.

Другой существенной особенностью гумуса почв Олонецкой равнины является его высокая подвижность, обычно несвойственная почвам тяжелого механического состава. По-видимому, это связано с большим недостатком в почвах кальция.

В составе гуминовых и фульвокислот преобладают легкоподвижные фракции и свободные гуминовые кислоты, связанные с подвижными гидратами полутораокисей. Бурые, „ульминовые“ кислоты составляют 80—90% от общего количества гуминовых кислот. Гуминовые кислоты, связанные с кальцием, отсутствуют (2-я фракция). Также незначительный процент составляют гуминовые кислоты 3-й фракции, прочно

Таблица 2

Групповой состав органического вещества почв

№ разреза	Глубина в см и горизонт	Название почвы и угодия	% C	% N	C N	В процентах от общего углерода															Г.К. Ф.К
						Воско-смолы	Вещества, раство- римые в 1 N Na ₂ SO ₄	Ф р а к ц и и										Вещества гидро- лизуемые 0,5 и 1 N H ₂ SO ₄	Негидролизуемый остаток		
								Гуминовые кислоты				Фульвокислоты									
								1	2	3	Сум- ма	1a	1	2	3	Сум- ма					
2	A ₁ 0—10	Вторично дерново- подзолистая, су- глинистая залежь	1,53	0,124	12,9	5,48	1,76	8,18	7,54	2,90	18,62	17,58	2,19	12,44	10,0	42,21	5,48	29,28	0,45		
	A ₂ 30—38 (пятно)		0,14	—	—	2,85	7,71	20,77	нет	нет	20,77	нет	нет	8,46	35,93	44,39	16,11	8,46	0,45		
	B ₁ 25—35		0,50	0,083	6,14	2,83	2,26	12,04	нет	нет	12,04	19,89	нет	22,99	10,10	52,98	8,08	21,15	0,22		
	B ₂ 35—45		0,10	—	—	7,59	2,26	6,83	нет	нет	6,83	15,92	нет	нет	40,92	56,84	26,51	—	0,14		
	A _п 0—10	Та же почва освоен- ная	1,95	0,13	15,0	1,62	1,89	6,11	10,70	3,56	20,37	23,99	нет	нет	10,52	34,50	8,11	39,61	0,62		
	B ₁ 20—30		1,65	0,142	11,6	3,34	1,45	4,23	6,77	1,62	12,62	20,00	нет	11,89	9,03	40,92	4,40	37,36	0,39		
106	О л о н е ц к а я р а в н и н а																				
	4	A ₁ 0—12	Темноцветная дер- ново-подзолисто- глеевая, тяжело- суглинистая, луг щучковый	4,32	0,27	16,41	7,47	1,22	16,98	нет	1,72	18,70	5,92	17,62	7,29	3,48	34,31	4,11	34,89	0,54	
		A ₁ 12—22		2,16	0,283	7,67	8,73	1,38	19,72	1,79	3,20	24,61	10,10	15,97	нет	1,67	27,74	1,49	36,03	0,89	
		B 30—40		2,00	0,189	11,16	11,46	1,74	16,88	нет	2,80	19,68	11,15	18,67	нет	2,80	32,63	1,91	32,65	0,61	
	2a	A _п 0—20	Та же, вновь освоен- ная	3,27	0,372	8,7	8,18	0,98	22,41	нет	3,59	25,99	8,31	9,57	3,88	3,66	26,11	3,94	35,85	0,99	
	16	A _п 0—20	Темноцветная дер- ново-подзолисто- глееватая окуль- туренная, тяжело- суглинистая	2,70	0,28	9,2	5,08	0,62	32,01	нет	3,38	35,39	5,32	нет	20,62	1,96	27,90	1,95	29,27	1,37	
B ₁ 23—31		1,03		0,10	10,3	6,15	1,84	15,87	нет	4,84	20,71	13,52	11,82	3,98	3,61	32,92	4,15	34,52	0,64		

связанные с устойчивыми полуторными окислами. В составе фульво-кислот тоже преобладают подвижные формы: первая фракция свободных фульвокислот и фракция, связанная с бурыми ульминовыми кислотами. Фульвокислоты, прочно связанные с минеральной частью почвы, составляют меньше 10% от общего количества фульвокислот. Общее количество фульвокислот вдвое превышает содержание гуминовых кислот (табл. 2, рис. 2).

Веществ, гидролизуемых 0,5 и 1 N серной кислотой (близких по своему характеру к фульвокислотам), также очень мало, их количество не превышает 4% от общего гумуса. Третьей особенностью гумуса почв Олонецкой равнины является высокое содержание негидролизованного остатка. Эти вещества составляют около одной трети всего гумуса. При легкой подвижности органического вещества, такое высокое содержание негидролизованного остатка можно объяснить тяжелым механическим составом почвообразующих пород, то есть глинистые минералы способны прочно поглощать некоторые формы органического вещества. Следует остановиться особо на содержании азота в различных фракциях органического вещества почв. В темноцветных дерново-подзолисто-глеевых тяжелосуглинистых почвах Олонецкой равнины гуминовые и фульвокислоты имеют одинаковое процентное содержание азота. Больше 50% от общего азота составляет азот легкоподвижных форм гуминовых и фульвокислот. Гуминовые и фульвокислоты, прочно связанные с минеральной частью почв, богаче азотом, но поскольку содержание их в почве незначительное, то они не играют большой роли в азотном балансе почв. Около 25% азота еще более прочно закреплено в негидролизованном остатке.

Распределение азота по фракциям органического вещества подзолистых легкосуглинистых почв экспериментальной базы имеет другой характер. Если в почвах Олонецкой равнины содержание азота в гуминовых и фульвокислотах почти одинаковое, то в подзолистых почвах экспериментальной базы гуминовые кислоты содержат значительно больше азота, чем фульвокислоты (табл. 3).

Гуминовые кислоты содержат 37% от всего азота почвы, в то время как их углерод составляет всего 18,5% от общего углерода. Фульвокислоты же, составляющие в общей массе до 42% от общего углерода, содержат только 7% от общего азота.

В негидролизованном остатке содержится $\frac{1}{3}$ часть всего азота. Отношение углерода к азоту в негидролизованном остатке несколько уже, чем в гумусе. Так, в верхнем горизонте разреза № 2 отношение углерода к азоту было 13, а в негидролизованном остатке 10.

Негидролизуемый остаток подзолистых почв экспериментальной базы относительно богаче азотом темноцветных дерново-подзолисто-глеевых почв Олонецкой равнины (всего 16—26%). Это указывает на заметно большую обеспеченность Олонецких почв подвижными формами азота.

Остановимся еще на вопросе изменения состава органического вещества почв при их окультуривании. Как уже указывалось выше, для выяснения этого вопроса нами были взяты образцы как с целинных, так и с пахотных почв. Лучшее всего характер изменения гумуса при окультуривании можно проследить на почвах Олонецкой равнины, где, кроме окультуренных почв, изучались и вновь осваиваемые, которые были распаханы два года тому назад, причем находились под посевом трав. Для всех изучавшихся почв намечаются следующие

Таблица 3

Содержание азота в различных фракциях органического вещества почв

№ разреза, горизонт и глубина (в см)	Название почвы и угодие	% N	% от общего азота							
			Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			Вещества, гидролизу- емые 0,5 N H ₂ SO ₄	Негидроли- зуемый остаток
			1—2	3	Сум- ма	1—2	3	Сум- ма		
2 A ₁ 0—10	вторично-дерно- во-подзолистая,	0,124	25,0	12,90	37,90	7,26	нет	7,26	4,52	37,09
B ₁ 25—35	суглинистая, за- лежь	0,083	6,39	нет	6,39	нет	9,87	9,87	6,75	62,65
106 A _п 0—10	та же почва,	0,13	16,65	12,0	28,65	16,65	9,15	25,80	4,31	30,00
A ₁ 20—30	слабоокультурен- ная, ежа сбор- ная	0,142	14,15	22,46	36,61	4,33	12,57	16,90	4,86	20,00

Экспериментальная база

Олонецкая равнина										
1 A _п 0—20	темноцветная дерново-подзо- листо-глеевая,	1,12	27,10	7,09	34,19	24,57	7,45	32,02	12,25	25,86
B ₁ 30—40	тяжелосугли- нистая	0,189	16,26	10,32	26,58	29,49	18,74	48,23	9,94	15,98
16 A _п 0—20	темноцветная дерново-подзо- листо-глеевая окультуренная,	0,280	25,75	11,28	37,03	14,86	19,47	34,35	7,77	30,73
B ₁ 23—31	травы 1-го года	0,100	23,18	11,20	34,38	17,94	24,33	42,27	13,10	27,15

закономерности: во-первых, в окультуренных почвах заметно снижается содержание воско-смол, так, в неокультуренных почвах Олонецкой равнины содержание воско-смол было 7,5—11% от углерода, а в окультуренной почве оно снизилось до 5—6%. Однако во вновь освоенных почвах содержание воско-смол почти не изменилось; как известно, воско-смолы разлагаются весьма трудно и медленно, благодаря чему за 2 года после распашки изменение их содержания могло и не произойти. Во-вторых, увеличивается как абсолютное, так и относительное содержание гуминовых кислот. В неокультуренных почвах Олонецкой равнины содержание гуминовых кислот было 18%, во вновь осваиваемых — 21%, а в окультуренных старопахотных оно достигает 36%, то есть в результате длительного окультуривания содержание гуминовых кислот увеличивается почти вдвое (рис. 1). Общее количество фульвокислот при распашке снижается, но значительно менее резко, нежели идет накопление гуминовых кислот. В неокультуренных почвах фульвокислот содержится 34%, во вновь осваиваемых — 32% и в окультуренных — 27% от общего углерода. Увеличение содержания гуминовых кислот, по-видимому, идет главным образом за счет новообразования легкоподвижных форм, то есть бурых ульминовых

кислот. Так, в неокультуренных почвах их содержалось 17%, во вновь осваиваемых — 29,5% и в окультуренных — 32%. Можно предполагать, что при разложении свежих растительных остатков сначала образуется фракция ульминовых кислот, то есть вещества более простые по своему строению, а следовательно, более подвижные, в дальнейшем при их уплотнении и усложнении их строения они переходят в собственно гуминовые кислоты.

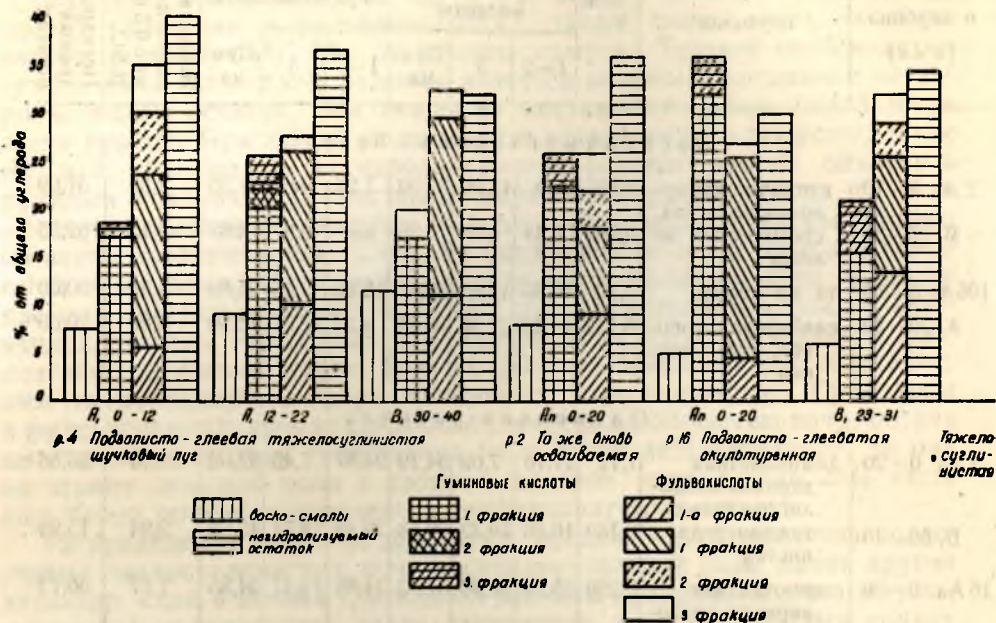


Рис. 1. Групповой состав гумуса почв Олонецкой равнины

В составе фульвокислот в результате окультуривания происходит снижение содержания легкоподвижных фракций. Так, содержание в 1-а, наиболее агрессивной фракции фульвокислот, играющей основную роль оподзоливания, уменьшалось от 10—11% до 8% во вновь осваиваемых и до 5% — в окультуренных почвах. Особенно резкое снижение произошло в группе фульвокислот, находящихся в полимерных комплексах с бурыми ульминовыми кислотами. Если в верхнем горизонте неокультуренных почв их содержалось 17,6%, то во вновь осваиваемых — 9,5%, а в окультуренных они отсутствовали. В подпахотном горизонте, как менее затронутом окультуриванием, их содержание достигало 11,8%.

В составе фульвокислот окультуренных почв появились фракции, связанные с кальцием; содержание их во вновь осваиваемых почвах было 4%, а в окультуренных — 20%, тогда как в целинных их не было обнаружено.

Таким образом, состав гумуса в окультуренных подзолистых почвах существенно изменяется, приближается к почвам дернового типа. Содержание негидролизующего остатка во вновь осваиваемых почвах несколько понижается, но в окультуренных снова повышается, оставаясь, однако, ниже, чем в целинных почвах. Это, по-видимому,

можно объяснить тем, что в первые годы после распахки происходит быстрое разложение большого количества органического вещества свежих растительных остатков и накопление легкоподвижных форм гумуса, а затем при дальнейшем окультуривании происходит усложнение и частичное закрепление органического вещества путем более прочного связывания его с минеральной частью почвы.

Характерным показателем изменения состава органического вещества почв при окультуривании является изменение отношения гуми-

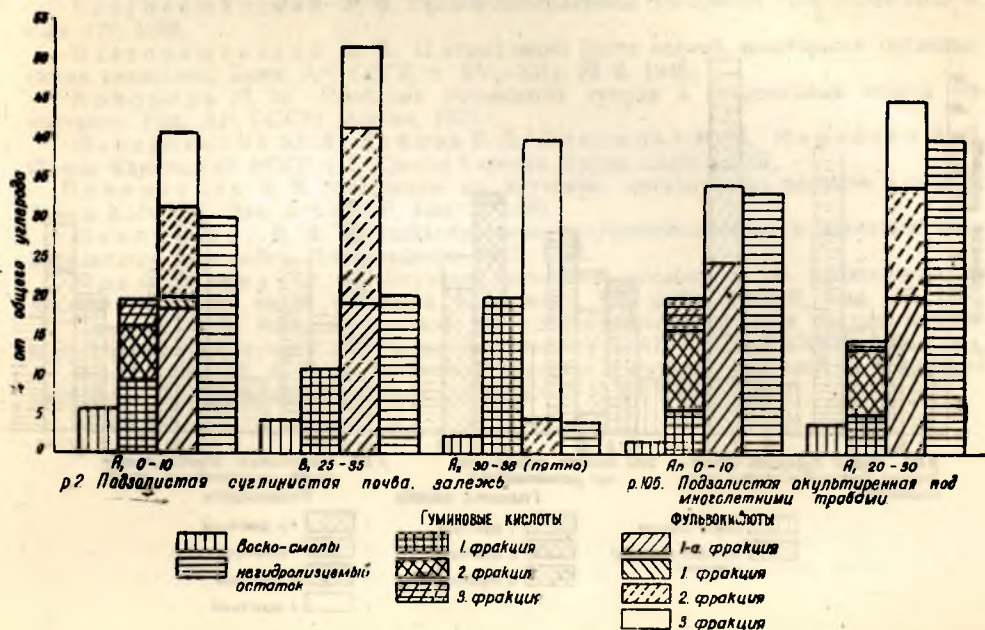


Рис. 2. Групповой состав гумуса почв экспериментальной базы Карельского филиала АН СССР

новых кислот к фульвокислотам. Если в целинных почвах это отношение было 0,54, то во вновь осваиваемых оно равно единице и в окультуренных 1,37 (табл. 2). Такие же в общем закономерности были выявлены для подзолистых почв экспериментальной базы. В окультуренных почвах экспериментальной базы несколько увеличилось содержание общего углерода, количество же азота изменилось очень мало, поэтому отношение углерода к азоту расширилось от 12 до 15. Почвы экспериментальной базы окультурены значительно слабее, чем почвы Олонецкой равнины, что видно и по составу их органического вещества. Высокое содержание первой фракции фульвокислот указывает на то, что процесс оподзоливания в пахотных почвах экспериментальной базы не прекратился. Содержание гуминовых кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы, в пахотных почвах, так же как и в Олонецких почвах, возросло. Содержание воско-смоли упало от 5,5 до 1,9% (табл. 2 и рис. 2).

Такой же характер изменения органического вещества наблюдается и для почв заповедника „Кивач“. Содержание воско-смоли в окультуренных почвах снижается в 1,5 раза, количество гуминовых кислот

увеличивается больше чем в 2 раза, и в основном за счет увеличения количества гуминовых кислот, связанных с кальцием. Значительно понижается содержание фульвокислот (рис. 3).

На основании полученных данных по изучению состава органического вещества в целинных и окультуренных почвах различного генезиса можно сделать следующие выводы.

1. Каждая изучавшаяся почвенная разновидность характеризуется специфическим составом и распределением гумуса по профилю. В связи с большой пестротой почвенного покрова республики необхо-

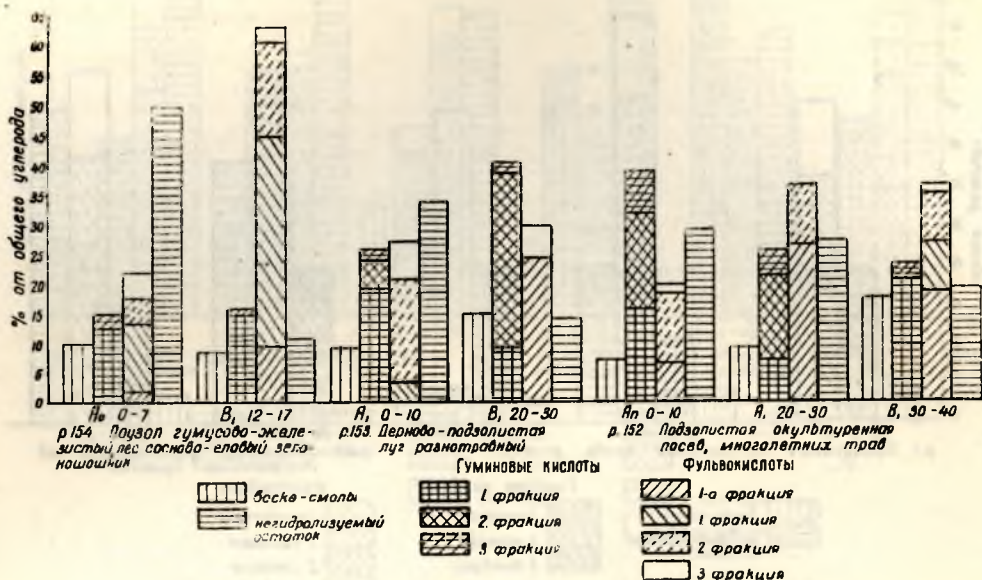


Рис. 3. Групповой состав гумуса почв заповедника „Кивач“

димо более широкое изучение органического вещества почв различного генезиса.

2. Подзолообразовательный процесс при смене лесной растительной формации луговой полностью не прекращается, о чем свидетельствует высокое содержание легкоподвижных форм фульвокислот в почвах Олонецкой равнины.

3. Содержание азота в гумусовых кислотах различных по генезису почв неодинаково; заметно богаче азотом органическое вещество почв Олонецкой равнины.

4. При длительном окультуривании и связанном с ним изменении режима почв происходит заметное изменение состава органического вещества в следующих направлениях:

- снижается содержание воско-смол;
- увеличивается содержание гуминовых кислот;
- снижается количество подвижных форм фульвокислот и появляются формы, связанные с кальцием.

6. Поскольку при освоении целинных почв первоначально происходит значительное уменьшение общей массы органического вещества, то при освоении под распахку лесных почв необходимо применять

такие агротехнические мероприятия, которые обеспечат постоянное пополнение запасов гумуса, а также уменьшат его подвижность (внесение извести и органических удобрений, культура многолетних и бобовых трав).

ЛИТЕРАТУРА

Барановская А. В. О роли почвообразующих пород в процессах гумусо-накопления. Ученые записки ЛГУ, № 140, вып. 27, 1951.

Благовещенский А. В. Органо-минеральные удобрения. Сб. работ НИУФ, вып. 127, 1936.

Благовещенский А. В. О стимуляции роста корней некоторыми органическими кислотами. Докл. АН СССР, т. XV—XIII, № 6, 1945.

Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Изд. АН СССР, Москва, 1951.

Ливеровский Ю. А., Зайцев Б. Д., Кононова М. М., Марченко А. И. Почвы Карельской АССР, т. I. Южная Карелия. Труды СОПС, 1937.

Пономарева В. В. Материалы по изучению органических веществ в почвах. Труды Кольской базы АН СССР, вып. 5, 1940.

Пономарева В. В. К характеристике гумусового состояния пахотных почв Карельского перешейка. Почвоведение, № 9, 1954.

Прозоровская А. А. Влияние гуминовой кислоты и ее производных на поступление азота калия и железа в растение. Сб. работ НИУФ, вып. 127, 1936.

Тюрин И. В. Методика анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса. Тр. Почвенного института АН СССР, XXXVIII, 1951.

Христева Л. А. Роль гуминовой кислоты в питании растений и гуминовые удобрения. Тр. Почвенного института АН СССР, т. XXXVIII, 1951.