

УДК 631.417.2

Г. П. ГАМЗИКОВ, П. С. ШИРОКИХ

## СОСТАВ ГУМУСА ОСНОВНЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Показана зависимость состава гумуса от биоклиматических условий. С увеличением содержания гумуса почв расширяется отношение  $S_{гк} : S_{фк}$ , возрастает содержание фракции 2 гуминовых кислот, сокращается доля подвижных фракций гуминовых (1) и фульвокислот ( $1a$  и 1).

Характеристике группового и фракционного состава гумуса почв Западной Сибири уделено недостаточно внимания, несмотря на ряд весьма интересных публикаций по этому вопросу [1—6, 8—10, 12].

В настоящем сообщении представлены результаты сравнительного изучения состава гумуса основных пахотных почв Западной Сибири. Маршрутно-экспедиционное обследование почв проведено в пределах Омского Прииртышья с охватом южно-таежной, подтаежной, лесостепной и степной зон.

В южной тайге в пахотном клине преобладают дерново-подзолистые почвы, в подтайге — серые лесные почвы и черноземы оподзоленные, в лесостепи — черноземы выщелоченные, солонцеватые и обыкновенные, в степи — черноземы южные и обыкновенные.

Большинство почв Западной Сибири включено в пашню в течение последних 100 лет. Удобренность их весьма слабая — ежегодно на гектар в 1971—1975 гг. вносили лишь около 12 кг действующего вещества удобрений. В предшествующие годы применение удобрений было еще меньшим. Баланс питательных веществ, как правило, отрицательный.

Общий гумус в почвах определяли по Тюрину, фракционно-групповой состав гумуса — по схеме Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой [11] с выделением трех фракций гуминовых кислот и четырех фракций фульвокислот. В работе изложены также результаты обобщения исследований по групповому и фракционному составу гумуса зональных почв, проведенных в других регионах Западной Сибири.

Биоклиматические условия южной тайги определяют низкое накопление гумуса в дерново-подзолистых почвах (табл. 1). Содержание углерода в гор  $A_{пах}$  почв легкого механического состава не превышает 1%, в тяжелосуглинистых достигает 3%. Преобладание гидролитических и окислительных процессов в дерново-подзолистых почвах способствует преимущественному образованию фульвокислот в составе гумусовых веществ. Как правило, отношение  $S_{гк} : S_{фк}$  в этих почвах меньше единицы. С глубиной это отношение сужается и зависит от степени оподзоленности почв.

Определение фракционного состава гумусовых кислот дерново-подзолистых почв позволяет судить о высокой их подвижности. Основное количество гуминовых и фульвокислот представлено фракциями, свободными и связанными с подвижными полуторными окислами. Характерной особенностью гумуса является отсутствие или незначительное содержание вторых фракций гумусовых кислот, связанных с кальцием, что объясняется слабой насыщенностью поглощающего комплекса этих почв катионами кальция.

Серые лесные почвы по содержанию гумуса существенно отличаются от дерново-подзолистых. Четкое преобладание дернового процесса почвообразования над подзолистым, более высокое поступление растительных остатков и лучшие химические и биологические свойства обуславливают

Таблица 1

Состав гумуса дерново-подзолистых почв, % от С общего

Горизонт и глубина, см	С общий, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты				Витумы и воскоподобные	Негидролизуемый остаток	Сгк:Сфк	
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3				Σ
Дерново-сильноподзолистая, разр. 17													
A <sub>пах</sub> 0—23	0,84	18,4	0,0	11,2	29,6	8,8	17,7	0,0	8,2	34,6	3,1	22,8	0,86
A <sub>2</sub> 30—45	0,15	17,9	0,0	10,6	28,5	14,1	18,4	0,0	4,7	37,1	8,6	20,6	0,77
A <sub>2</sub> B 58—70	0,16	13,6	0,0	9,0	22,6	15,4	18,4	0,0	11,7	45,5	7,0	19,2	0,50
Дерново-сильноподзолистая, разр. 23													
A <sub>пах</sub> 0—21	0,82	20,2	0,0	12,2	32,4	7,3	18,0	0,0	9,9	35,2	3,5	22,1	0,92
A <sub>2</sub> 25—50	0,11	17,2	0,0	10,2	27,9	9,7	18,4	0,0	12,5	40,7	7,5	19,9	0,67
A <sub>2</sub> B 60—85	0,19	13,2	0,0	8,8	22,0	13,9	17,2	0,0	11,4	42,5	4,8	19,1	0,52
Дерново-среднеподзолистая, разр. 48													
A <sub>пах</sub> 0—22	0,97	19,9	0,5	10,3	30,7	7,5	14,9	0,3	9,8	32,6	3,0	25,8	0,94
A <sub>2</sub> 22—36	0,31	20,6	0,0	7,8	28,5	13,6	18,1	0,0	8,9	40,6	5,5	21,9	0,70
A <sub>2</sub> B 36—53	0,29	13,2	0,0	10,4	23,6	13,3	12,8	0,0	11,2	37,4	2,6	23,9	0,63
Дерново-среднеподзолистая, разр. 50													
A <sub>пах</sub> 0—18	0,65	20,7	1,4	12,0	34,1	8,9	16,7	1,0	12,1	38,7	2,7	24,7	0,88
A <sub>2</sub> 18—24	0,31	22,2	0,0	10,9	33,1	10,1	18,5	0,0	8,0	36,5	5,6	22,8	0,90
A <sub>2</sub> B 27—42	0,18	17,2	0,0	8,2	25,4	12,4	18,5	0,0	11,5	42,4	10,9	21,7	0,60

иную, чем в дерново-подзолистых почвах, направленность процессов гумусообразования. Соответственно от светло-серых к серым и далее к темно-серым лесным почвам происходит увеличение содержания общих запасов гумуса и в составе его — гуминовых кислот (табл. 2). В составе последних преобладает вторая, преимущественно связанная с кальцием, фракция. Наиболее высокое содержание Са-гуматов наблюдается обычно в пахотных горизонтах, вниз по профилю их количество убывает.

Среди серых лесных почв Западной Сибири особое место по генезису занимают светло-серые лесные, которые, по мнению некоторых авторов [4], близки к дерново-подзолистым почвам. Однако по составу гумуса эти почвы существенно отличаются от дерново-подзолистых — по всему профилю в них обнаружены фракции 2 гумусовых кислот.

Черноземы Западно-Сибирской низменности сформированы в условиях континентального климата при недостаточной обеспеченности влагой. Длительность периода сезонной мерзлоты и недостаток увлажнения ограничивают интенсивность биохимических процессов во времени. Сочетание специфических биоклиматических факторов и ряда благоприятных физико-химических свойств черноземов (слабокислая реакция среды, высокая насыщенность основаниями, хорошая аэрация) обеспечивает накопление гумусовых веществ типа гуминовых кислот. Поэтому для черноземов характерен гуматный тип гумуса — отношение Сгк:Сфк больше 2 (табл. 3). Максимально широкое отношение гуминовых кислот к фульвокислотам характерно для солонцеватых и выщелоченных черноземов ( $\geq 3$ ). В обыкновенных и южных черноземах юга лесостепи и степи содержание в составе гумуса гуминовых кислот более низкое. С глубиной, как правило, отношение Сгк:Сфк во всех черноземах сужается, однако всегда остается больше единицы.

Общей особенностью черноземов является значительное преобладание в группе гуминовых кислот фракции 2, т. е. гуматов кальция. Максимальное содержание этой фракции свойственно пахотному горизонту выщелоченных черноземов. Этим же почвам свойственно наибольшее

Таблица 2

Состав гумуса серых лесных почв, % от С общего

Горизонт и глубина, см	С общий, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Гумусы и высокомолекулярные	Негидролизуемый остаток	Сжк: Сорг
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ			
Светло-серая лесная оподзоленная, разр. 42													
A <sub>пах</sub> 0—18	1,36	9,3	3,6	14,6	27,4	5,1	15,9	4,5	9,2	34,8	1,2	26,4	0,79
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 19—24	1,12	16,3	7,0	15,1	38,3	6,2	17,9	0,8	8,8	33,7	1,4	26,0	1,14
B <sub>1</sub> 29—54	0,36	7,2	2,0	15,9	25,1	9,6	15,5	0,9	9,4	35,4	4,5	23,3	0,71
Серая лесная оподзоленная, разр. 49													
A <sub>пах</sub> 0—25	2,26	11,0	19,6	12,4	43,0	3,1	7,1	2,0	9,2	21,4	1,1	25,4	2,00
A <sub>1</sub> 25—34	1,66	11,8	21,1	10,6	43,5	5,2	9,2	0,7	10,9	26,0	1,0	22,3	1,67
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 34—46	0,56	16,2	21,4	7,9	45,5	6,0	11,3	0,0	10,1	27,4	3,8	23,7	1,66
Серая лесная осолодевшая, разр. 51													
A <sub>пах</sub> 0—22	1,42	10,2	27,6	10,6	48,4	3,2	6,1	3,8	11,0	24,1	1,5	25,1	2,00
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 22—32	1,40	12,7	22,8	8,0	43,5	6,4	7,7	2,0	10,4	26,5	1,4	23,0	1,64
B <sub>1</sub> 35—55	0,24	9,8	22,3	9,4	41,5	9,7	12,7	2,2	10,0	34,6	3,7	21,7	1,20
Темно-серая лесная оподзоленная, разр. 20													
A <sub>пах</sub> 0—27	3,46	4,3	36,1	11,7	52,0	2,4	6,2	2,5	5,4	16,4	2,2	24,7	3,17
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 27—39	1,79	7,7	34,2	6,9	48,8	2,6	8,6	5,5	9,5	26,2	2,6	21,6	1,86
A <sub>2</sub> B 45—60	0,38	4,2	33,2	9,3	46,7	8,6	4,5	4,9	6,7	24,6	5,3	26,3	1,89
Темно-серая лесная осолодевшая, разр. 40													
A <sub>пах</sub> 0—25	3,37	8,8	33,8	11,3	53,9	2,5	6,0	3,1	10,1	21,6	1,0	27,8	2,50
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 28—30	0,45	14,8	20,3	8,9	44,0	6,7	14,5	2,4	7,2	30,8	3,8	25,0	1,43
B <sub>1</sub> 43—56	0,43	10,0	9,3	13,4	32,7	10,2	18,0	1,2	7,0	36,4	4,5	20,6	0,93

гумусонакопление в целом и высокое суммарное содержание гуминовых кислот.

Гумусовые кислоты черноземов отличаются малой подвижностью в сравнении с другими типами почв, о чем свидетельствует относительно небольшое содержание в их составе подвижных фракций 1а и 1.

Закреплению гумусовых веществ в рассматриваемых почвах способствуют высокая емкость поглощения, их насыщенность кальцием, высокое количество коллоидной фракции и глинистых минералов монтмориллонитовой группы. Исключение составляет чернозем солонцеватый, в котором в сравнении с другими подтипами количество фракции 1 гуминовых кислот в 1,5—2 раза выше. Возрастная подвижности гуминовых кислот, по-видимому, обязано диспергирующему действию натрия [7]. Обобщение данных по групповому и фракционному составу гумуса почв Западно-Сибирской низменности [2, 3, 5, 6, 9, 12], определяемых по единой методике [11], позволило найти пределы колебаний и средние значения в целом по типам почв.

Содержание гумуса в почвах и его состав тесно связаны с биоклиматическими условиями зоны формирования почв. По мере улучшения условий гумусообразования и гумусонакопления наблюдается изменение группового состава гумуса почв (табл. 4): от фульватного типа гумуса в дерново-подзолистых почвах состав гумуса меняется к гуматному в серых лесных почвах и устойчивому преобладанию гуминовых кислот

над фульвокислотами в черноземах. В почвах разного генезиса наиболее стабильной группой гумуса является негидролизующий остаток. Пределы содержания углерода в последнем, как и средние значения, мало изменяются по типам почв. В целом вариабельность содержания углерода в

Таблица 3

Состав гумуса черноземов, % от С общего

Горизонт и глубина, см	С общ., %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Витумы и воско-э-лы	Негидролизующий остаток	Сгк:Сфк
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ			
Оподзсленный, разр. 45													
A <sub>пах</sub> 0—25	3,58	9,4	30,8	14,5	53,6	1,9	6,6	6,4	7,9	22,8	1,5	28,0	2,36
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 25—36	3,27	10,2	32,4	7,3	49,8	2,1	2,9	2,8	5,7	13,6	1,6	27,6	3,67
B <sub>1</sub> 37—44	1,81	13,2	35,4	6,0	54,6	3,3	3,7	3,7	7,1	17,8	1,4	25,0	3,07
Выщелоченный, разр. 41													
A <sub>пах</sub> 0—25	5,17	9,9	35,5	11,8	57,2	1,8	4,0	5,3	6,8	17,8	1,0	25,2	3,20
B <sub>1</sub> 25—36	4,66	9,2	38,9	11,1	59,2	4,1	4,4	6,6	6,4	21,5	1,4	23,9	2,76
B <sub>2</sub> 39—50	1,51	10,3	18,1	9,8	38,2	7,6	8,8	1,2	11,8	29,4	2,5	21,5	1,30
Обыкновенный, разр. 35													
A <sub>пах</sub> 0—27	2,92	6,3	29,5	9,2	44,9	2,7	5,8	2,3	8,3	19,0	2,2	31,8	2,36
B 29—45	1,66	3,9	30,4	9,8	44,0	2,8	4,5	2,4	10,9	20,5	4,0	29,4	2,14
Солонцеватый, разр. 2													
A <sub>пах</sub> 0—27	3,64	14,5	25,5	12,8	52,8	3,1	4,0	2,3	7,4	16,8	1,6	25,2	3,15
B 30—40	1,64	12,3	22,0	12,2	46,5	5,3	12,3	0,2	8,9	26,8	3,2	24,0	1,74
BC 55—65	0,64	10,8	12,3	14,1	37,1	5,1	14,7	0,0	12,0	31,7	4,2	27,2	1,17
Обыкновенный высококислотный, разр. 25													
A <sub>пах</sub> 0—24	2,72	5,4	25,3	12,3	43,0	2,9	5,9	1,5	6,9	17,1	1,7	30,3	2,52
B 35—50	1,21	5,9	18,2	11,2	35,3	6,8	5,1	3,9	15,4	31,3	3,8	28,2	1,13
Обыкновенный карбонатный, разр. 5													
A <sub>пах</sub> 0—26	3,03	5,9	30,2	9,3	45,4	3,8	3,9	1,9	9,6	19,3	2,4	31,3	2,35
B 35—50	1,51	5,9	22,7	11,6	40,1	4,7	5,8	3,8	10,0	24,2	3,4	32,7	1,66
Южный, разр. 6													
A <sub>пах</sub> 0—25	1,50	7,3	24,0	15,1	46,0	3,8	6,2	2,6	9,0	21,7	1,3	25,3	2,13
B 25—40	0,43	8,1	23,4	13,6	45,2	6,2	11,4	5,7	13,8	37,1	5,0	28,8	1,21

группах гумуса невелика (коэффициент вариации равен 10—24%), что характеризует сравнительно высокую устойчивость группового состава внутри каждого типа изученных почв.

По содержанию углерода во фракциях гумусовых кислот колебания более значительны, чем по групповому составу (табл. 5). Варьирование этих показателей определяется генетическими особенностями, пространственной неоднородностью и, вероятно, влиянием сельскохозяйственного использования. Наибольшая изменчивость в содержании фракции 2 гумусовых кислот характерна для дерново-подзолистых почв, всех фракций фульвокислот для черноземов и серых лесных почв, подвижной фракции гуминовых кислот для черноземов, т. е. тех фракций, количество которых варьирует в зависимости от подтипа почв.

Фракционный состав гумусовых кислот, несмотря на колебания, сохраняет общие закономерности распределения углерода по типам почв. Расширение отношения Сгк:Сфк сопровождается уменьшением относи-

Таблица 4

Вариационно-статистический анализ группового состава гумуса в гор. А<sub>пах</sub>  
почв Западной Сибири

Показатель	С общий, %	Группы гумуса, % от С общего			Сгк:Сфк
		гуминовые кис- лоты	фульвокислоты	негидролизующий остаток	
Дерново-подзолистые (n=12)					
lim	0,65—2,96	22,4—34,1	28,0—39,1	22,1—42,0	0,75—1,02
M±m	1,38±0,25	29,3±0,86	33,2±0,99	28,8±1,72	0,88±0,08
σ	0,87	2,97	3,43	5,96	0,26
v, %	63	10	10	21	30
Серые лесные (n=17)					
lim	1,36—5,27	27,4—53,9	12,5—34,8	22,1—34,6	0,79—3,17
M±m	2,89±0,32	39,6±2,04	24,2±1,24	28,0±1,14	1,80±0,14
σ	1,30	8,4	5,1	4,6	0,6
v, %	45	21	21	17	34
Черноземы (n=28)					
lim	1,21—7,03	33,0—57,2	13,0—33,0	24,0—50,0	1,30—3,58
M±m	4,00±0,30	46,8±1,38	19,8±0,88	32,0±1,31	2,50±0,12
σ	1,60	7,2	4,6	6,9	0,6
v, %	40	16	24	22	25

Примечание. Здесь и в табл. 5 lim — предел колебаний, M±m — средняя арифметическая и ее ошибка, σ — среднее квадратическое отклонение, v — коэффициент варьирования, n — объем выборки

Таблица 5

Вариационно-статистический анализ фракционного состава гумуса в гор. А<sub>пах</sub>  
почв Западной Сибири, % от С общего

Пока- затель	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			
	1	2	3	1a	1	2	3
Дерново-подзолистые почвы (n=8)							
lim	9,4—20,7	0,0—7,1	4,2—12,2	2,8—8,9	10,9—17,7	0,0—1,0	4,2—12,1
M±m	17,5±1,3	2,1±0,6	9,0±1,3	7,0±0,4	15,7±0,6	0,3±0,1	7,9±1,0
σ	3,6	1,7	3,6	1,1	1,8	0,2	2,9
v, %	20,8	80,9	40,0	15,9	11,3	66,6	36,3
Серые лесные почвы (n=8)							
lim	12,2—19,0	10,7—20,0	1,9—7,0	2,0—7,6	4,0—12,0	1,5—14,2	4,1—12,0
M±m	15,8±0,8	16,8±1,7	4,7±0,6	4,4±0,7	7,2±1,2	7,3±1,7	7,4±1,0
σ	2,2	4,9	1,8	1,9	3,5	4,9	2,8
v, %	14,2	29,1	37,4	42,5	48,2	67,1	37,7
Черноземы северной и центральной лесостепи (n=16)							
lim	3,5—14,5	11,9—35,5	2,0—16,1	0,1—3,7	2,0—7,2	0,8—14,2	2,4—11,8
M±m	9,7±0,8	26,8±1,4	9,1±1,2	2,5±0,2	4,3±0,5	5,1±0,9	7,1±0,6
σ	3,1	5,5	4,8	0,8	1,8	3,6	2,6
v, %	31,6	20,5	53,0	33,3	41,3	70,8	37,1
Черноземы южной лесостепи и степи (n=8)							
lim	5,4—14,1	20,0—30,2	7,0—15,1	2,3—6,9	0,8—6,2	1,5—9,1	5,0—9,6
M±m	8,2±1,3	24,2±1,3	11,3±0,8	3,9±0,5	4,6±0,6	4,6±1,0	7,6±0,5
σ	3,7	3,6	2,4	1,4	1,8	2,9	1,4
v, %	45,7	14,9	21,5	37,5	38,1	63,2	19,0

тельной подвижности гумусовых веществ в основном за счет фракции 2 гуминовых кислот и мобильных фракций фульвокислот (1 и 1a). Гумусовые кислоты, связанные с глинистыми минералами, несмотря на довольно высокие колебания внутри типа почв, имеют близкие средние значения в целом для разных типов почв. По мере увеличения дефицита увлажнения в черноземах изменяется состав гумуса. Черноземы южной лесостепи и степи в сравнении с черноземами, расположенными севернее, имеют пониженное количество углерода во фракциях 1 и 2 кислот при одновременно повышенном содержании мобильных фракций фульвокислот.

В заключение следует подчеркнуть, что для пахотных почв Западной Сибири четко проявляются географические закономерности в изменении количественного и качественного состава гумуса, которые обусловлены биоклиматическими условиями зоны формирования почв. Состав гумуса дерново-подзолистых почв фульватного типа ( $C_{гк} : C_{фк} \leq 1$ ). Для гумусовых кислот этих почв характерна высокая подвижность и почти полное отсутствие гуматов кальция (фракция 2). В составе гумуса серых лесных почв возрастает количество гуминовых кислот ( $C_{гк} : C_{фк} > 1$ ) и увеличивается содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием при одновременном сокращении доли мобильных фракций фульвокислот. Черноземам свойственны гуматный тип гумуса ( $C_{гк} : C_{фк} > 2$ ), значительное преобладание в группе гуминовых кислот фракции 2 (гуматов кальция) и низкая относительная подвижность гуминовых кислот.

#### Литература

1. Богданов Н. И. Состав гумуса черноземов Западной Сибири. Тр. конф. почвов. Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1964.
2. Бомбер Э. А. Качественный состав гумуса основных почв лесостепи Кемеровской области. Тр. НИИ биологии и биофизики при Томском ун-те, т. 1, 1970.
3. Вишнева В. Н. Состав и свойства органического вещества южных черноземов Северного Казахстана. Автореф. дис. Алма-Ата, 1973.
4. Градобоев Н. Д., Прудникова В. М., Сметанин И. С. Почвы Омской области. Омск, 1960.
5. Кахаткина М. И. Групповой и фракционный состав гумуса почв сельскохозяйственных районов Томской области. Автореф. дис. Томск, 1974.
6. Кленов Б. М. Природа органического вещества дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом Томского Приобья. Автореф. дис. Новосибирск, 1972.
7. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М., Изд. АН СССР, 1963.
8. Котельников В. И. Формы органического вещества и азота каштановых почв и черноземов Алтайского края. Изв. СО АН СССР, № 9, 1958.
9. Лапазина Т. И. Сравнительная характеристика состава гумуса осолоделых и оподзоленных почв Западной Сибири. Изв. СО АН СССР, № 15, вып. 3, 1975.
10. Мищенко Л. Н., Неупокоев А. А. Качественный состав гумуса дерново-сильноподзолистых почв Омской области. Тр. Омск. СХИ, т. 87, 1970.
11. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов. Почвоведение, 1968, № 11.
12. Симонова Е. И. Качественный состав гумуса некоторых почв Западной Сибири. Тр. Томск. гос. ун-та, т. 172, 1964.

Сибирский НИИ  
сельского хозяйства  
г. Омск

Дата поступления  
10.I.1977 г.

G. P. GAMZIKOV, P. S. SHIROKIKH  
HUMUS COMPOSITION OF THE MAIN PLOUGHED SOILS OF WESTERN  
SIBERIA

A close dependence of humus composition upon its total content in soils has been shown. With the increase of humus content the Cha : Cfa ratio widens, the content of humic acid fraction increases, and the proportion of the humic and fulvic acid mobile fractions decreases.