

УДК 631.41:631.442.73

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРНОГО СТРОЕНИЯ ФУЛЬВОКИСЛОТ ФЕРРАЛЛИТНЫХ ПОЧВ ГВИНЕИ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

А.И. КАРПУХИН, А.Д. КАШАНСКИЙ, КОНДЕ СИДАФА

(Кафедра почвоведения)

Дается характеристика красных ферраллитных почв Гвинеи и приводятся результаты исследования препаратов фульвокислот, выделения их по методу Форсайта. Изучение элементного состава, термоустойчивости, инфракрасных спектров и структурно-группового состава молекул фульвокислот методом пиролизической масс-спектрометрии позволило установить характер изменения основных физико-химических свойств этих гумусовых кислот при освоении и различном сельскохозяйственном использовании.

Ферраллитные почвы составляют основной фон (до 51%) почвенного покрова тропической зоны и районов влажных субтропиков [9]. Широкое распространение и высокая освоенность ферраллитных почв в традиционных центрах земледелия определили важность внимания к их генезису, эволюции, использованию и агрономическим свойствам [2, 5].

Основным почвообразовательным процессом большой группы ферраллитных почв является внутрипочвенное выветривание первичных минералов с образованием и накоплением вторичной глины ферраллитного состава, относительно обогащенной оксидами железа, алюминия, титана и марганца при существенном вы-

носе оснований. Ферраллитные почвы формируются на мощных толщах красноцветных кор выветривания в условиях хорошего внутреннего дренажа и интенсивного промывного водного режима, обеспечивающего свободный отток продуктов выветривания и почвообразования.

Основными диагностическими признаками ферраллитных почв и кор выветривания являются: моллярное отношение  $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$  в валовом составе мелкозема ниже 2,5 и в илистой фракции — менее 2; каолиновый состав ила и обогащенность мелкозема оксидами железа, алюминия, титана и марганца. Для этих почв характерны высокая оглиненность и отсутствие первичных минералов в

мелкоземе, интенсивная рубефикация, слабая дифференциация профиля на генетические горизонты и очень низкая емкость катионного обмена [1].

Одновременно в профиле ферраллитных почв могут проявляться сопутствующие процессы почвообразования (конкрециобразование, гидратация, оглеение, лессивирование), которые обуславливают формирование соответствующих подтипов. В частности, для исследуемых красных ферраллитных конкреционных почв, формирующихся на подчиненных формах рельефа, характерно наличие в одном из верхних горизонтов железистых или железисто-марганцевых конкреций и

модулей в количестве более 5% от массы почвы [8].

Физико-химические свойства гумусовых веществ изучались в типичном и конкреционном подтипе целинных и освоенных красных ферраллитных почв Гвинеи.

Исследуемые почвы имеют глинистый гранулометрический состав, в них преобладают фракции ила и практически отсутствуют крупные фракции механических элементов (табл. 1). Высокое содержание ила и свободных оксидов железа, глубокое проникновение гумуса способствуют формированию механически прочной и водопроочной комковато-зернистой структуры по всему профилю.

Т а б л и ц а 1

Гранулометрический состав красных ферраллитных типичных почв

Горизонт и глубина взятия образца, см	Размер частиц, мм			Содержание фракций, %			
	1,0— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	< 0,001	< 0,01
A <sub>1</sub> 0—22	0,2	0,8	9,4	9,1	12,5	68,0	89,6
B <sub>2ох</sub> 30—40	0,3	0,2	12,3	3,4	3,2	80,6	87,2
B <sub>2ох</sub> 60—70	0,2	2,4	6,2	4,7	3,0	83,5	91,2
B <sub>3ох</sub> 90—100	0,2	2,0	4,5	5,0	2,8	85,5	93,8
BC <sub>ох</sub> 120—130	0,1	0,6	5,8	4,7	3,6	85,2	93,5

В сильно выветренной минеральной массе, по данным валового состава, преобладают оксиды SiO<sub>2</sub>, алюминия, железа, содержание которых по профилю практически не изменяется (вариация составляет 1—3%). Отмечается общая высокая обогащенность мелкозема оксидами железа и алюминия (до 45—48%), титана и марганца. Содержание валовых форм щелочных и щелочно-зе-

мельных элементов, особенно натрия, крайне низкое по всему профилю (табл. 2).

Для всех горизонтов профиля красных ферраллитных почв характерны сильно кислая реакция среды, высокая гидролитическая кислотность, наличие обменного алюминия и очень низкие степень насыщенности основаниями и емкость катионного обмена (табл. 3).

Таблица 2

## Валовой состав красных ферраллитных типичных почв

Горизонт и глубина взятия образца, см	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
	% на прокаленную навеску										
A <sub>1</sub> 0-22	45,10	30,28	15,90	0,80	0,23	2,71	1,06	0,15	0,24	0,18	не обн.
B <sub>10x</sub> 30-40	44,41	31,99	16,29	0,07	0,10	5,15	0,61	0,10	0,22	0,18	0,08
B <sub>20x</sub> 60-70	45,57	31,29	15,7	0,07	0,16	5,62	0,60	0,12	0,19	0,10	0,23
B <sub>30x</sub> 90-100	44,43	30,22	18,76	0,05	0,07	5,15	0,53	0,13	0,22	0,03	не обн.
BC <sub>ox</sub> 120-130	45,28	29,24	18,79	0,05	0,12	5,24	0,57	0,12	0,21	0,02	0,02

Таблица 3

## Физико-химические свойства красных ферраллитных типичных почв

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус	Азот	pH <sub>ксл</sub>	Обменный Al <sup>3+</sup>	Гидролитическая кислотность	Поглощенные основания	Степень насыщенности основаниями
	%			мг · экв/100 г почвы			
A <sub>1</sub> 0-22	2,11	0,15	4,0	0,07	4,82	2,91	37,74
B <sub>10x</sub> 30-40	0,65	0,03	3,7	0,63	4,25	1,51	26,90
B <sub>20x</sub> 60-70	0,73	0,07	3,6	0,95	4,82	0,81	14,38
B <sub>30x</sub> 90-100	0,68	0,05	3,8	0,70	2,63	1,15	30,42
BC <sub>ox</sub> 120-130	0,67	0,04	3,8	1,12	2,37	1,08	31,30

При умеренном содержании гумуса (горизонт A<sub>1</sub> — 2,11%) исследуемые почвы отличаются глубоким его проникновением и сравнительно постепенным снижением вниз по профилю. Специфической особенностью гумусовых веществ красных ферраллитных почв является преобладание в их составе фульвокислот, превосходящее в 2—6 раз содержание гуминовых кислот. Поэтому исследование физико-химических свойств фульвокислот дает возможность не только оценить количественное и качественное распределение гумуса по профилю, но также выявить изменения его свойств, вызванные освоением и сельскохозяйственным ис-

пользованием красных ферраллитных почв.

## Методика

При определении изменений состава и свойств почвенного гумуса в результате сельскохозяйственного использования из образцов исследованных почв были выделены препараты фульвокислот. Для этих целей выбрали методический подход Форсита в модификации Д.С. Орлова и Юхнина (1972). Первую фракцию (щелочно-растворимую) и вторую (ацетон + NaOH) использовали в дальнейших исследованиях. В препаратах определяли: элементный состав на анализаторе «Паккард» (США), качественный состав функциональных групп и

атомных группировок методом инфракрасной спектроскопии (УК-20, Германия), термоустойчивость с помощью дериватографа-1500Д (Венгрия). Структурно-групповой состав молекул фульвокислот изучали методом пиролитической масс-спектрометрии (спектрометр МХ-1303 с пиролитической ячейкой, разработанной на кафедре физической и коллоидной химии МСХА).

**Элементный состав.** Щелочно-растворимые фракции фульвокислот содержат 30-32% углерода, 39-43% водорода и 25-27% кислорода. В первой фракции фульвокислот из конкреционной почвы содержится больше кислорода

и меньше водорода и азота, чем в таких же фракциях из ферраллитных типичных почв. Целинные варианты ферраллитных типичных почв имеют повышенную зольность по сравнению с конкреционными аналогами. При освоении в ферраллитных почвах изменяется содержание углерода, водорода, азота. Особенно значительны эти изменения в препаратах фульвокислот из ферраллитных типичных почв. В результате освоения ферраллитных конкреционных почв степень окисленности мало изменяется, но для ферраллитных типичных почв этот показатель увеличивается почти в 2 раза (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Элементный состав первой (числитель) и второй (знаменатель) фракций фульвокислот (ат.%)

Почва	С	Н	О	N	W	Н/С	О/С	С/Н	Зольность, %
Ферраллитная	<u>31.05</u>	<u>39.74</u>	<u>27.46</u>	<u>1.75</u>	<u>0.49</u>	<u>1.28</u>	<u>0.88</u>	<u>17.74</u>	<u>12.14</u>
конкреционная	28.40	44.81	24.31	2.67	0.13	1.59	0.86	10.56	7.15
целинная									
Ферраллитная	<u>31.81</u>	<u>39.37</u>	<u>27.24</u>	<u>1.58</u>	<u>0.47</u>	<u>1.24</u>	<u>0.86</u>	<u>20.13</u>	<u>12.69</u>
конкреционная	29.24	44.98	23.05	2.43	0.04	1.54	0.79	10.71	5.53
освоенная									
Ферраллитная	<u>29.83</u>	<u>42.92</u>	<u>25.08</u>	<u>2.17</u>	<u>0.24</u>	<u>1.44</u>	<u>0.84</u>	<u>13.75</u>	<u>16.41</u>
типичная	29.53	44.50	23.22	2.75	0.07	1.51	0.79	10.74	10.68
целинная									
Ферраллитная	<u>31.73</u>	<u>39.93</u>	<u>26.59</u>	<u>1.74</u>	<u>0.42</u>	<u>1.26</u>	<u>0.84</u>	<u>18.24</u>	<u>11.09</u>
типичная	28.35	46.08	23.04	2.53	0.0	1.63	0.81	11.28	6.39
освоенная									

Вторая фракция фульвокислот, полученная в результате элюирования щелочью после обработки угля ацетоном, характеризуется пониженными значениями зольности, степени окисленности и содержания кислорода и повышенным содержанием азота, водорода по сравнению с этими по-

казателями в первой фракции (см. табл. 4). В целинных почвах углерода алифатической цепи содержится больше, чем в освоенных. Графо-статистический анализ данных об элементном составе по диаграмме Н/С-О/С позволяет установить, что в фульвокислотах ферраллитных конкреционных

почв в основном происходит процесс дегидратации. Диаграмма препаратов из ферраллитных типичных почв показывает дегидрогенизацию в первой фракции при переходе от целинных к освоенным почвам и гидратацию — во второй фракции.

**Качественный состав.** В инфракрасных спектрах препаратов из ферраллитных типичных почв имеется ряд полос при 1080 и 1040 см<sup>-1</sup>, которые обусловлены гидроксильными группами полисахаридов. Деформационные колебания атомов карбоксильной группы зафиксированы в интервале 1240—1220 см<sup>-1</sup>. В области 1560—1700 см<sup>-1</sup> отмечается наличие разных группировок: ароматических, содержащих C=C, карбонильных C=O, связанных водородной связью, а также карбоксильных. Во второй фракции и ввиду пониженной зольности (10,68%) полосы при 1040 и 1080 см<sup>-1</sup> сливаются. В инфракрасных спектрах препаратов фульвокислот из почв, используемых в сельском хозяйстве, выделяется несколько областей, из которых более информативна та, которая расположена при 10430—1240, 1400, 1600, 1710 см<sup>-1</sup>. Освоение вызывает ослабление интенсивности некоторых полос поглощения и появление новых (900, 1250 см<sup>-1</sup>). Это особенно относится к карбоксильным группам.

Сравнение препаратов фульвокислот из ферраллитных конкреционных почв по их инфракрасным спектрам позволяет заключить, что кроме наличия основного набора главных полос поглощения, гумусовых веществ, характерны изменение интенсивности

поглощения и отсутствие полос при 2860 см<sup>-1</sup> для препаратов из освоенных почв, особенно во второй фракции.

При освоении ферраллитных почв в них снижаются доля кислорода и показатель зольности. Первые фракции фульвокислот приближаются к ароматическим углеводородам (Н/С 1,24—1,44), а вторые — к циклоалканам (Н/С 1,51—1,63). В целом освоение как конкреционных, так и типичных ферраллитных почв обуславливает снижение величины атомных отношений Н/С, т.е. повышается ароматичность, исключением составляет вторая фракция фульвокислот из типичной ферраллитной освоенной почвы.

С учетом отношения Н/С, равного 2 для алканов и 0,67 для неконденсированных ароматических веществ [3, 4, 6, 7], мы рассчитали процент углерода алифатических цепей по формуле

$$C_{\text{ал}} = \frac{(Н/С) \cdot W - 0,67}{2,0 - 0,67} 100.$$

Полученные данные указывают на то, что вторая фракция фульвокислот по сравнению с первой богаче углеродом алифатической цепи.

**Дифференциальный термический анализ (ДТА) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ).** На ДТА кривых фульвокислот, полученных из ферраллитных почв, эндотермический эффект наблюдается в области от 90° до 105° С, кроме второй фракции фульвокислот из ферраллитных типичных целинных почв, для которых отмечается два эндозффекта при 75° и 100° С (табл. 5).

## Термографические характеристики фульвокислот из ферраллитных почв

Образец	ДТА, температура, °С		Дифференциальная термогравиметрия ДТ						Z	Остаток, %		
	эндоэффектов	экзоэффектов										
ФК <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	100	300, 415, 465, 755, 760, 775	<u>100</u> 17,1	<u>275</u> 28,0	<u>380</u> 5,88	<u>470</u> 12,9	<u>750</u> 5,04	<u>760</u> —	<u>785</u> —	0,765	14,0	
ФК <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	95	320, 520, 595, 605, 645, 795	<u>95</u> 13,4	<u>260</u> 20,8	<u>305</u> 16,6	<u>510</u> 23,8	<u>600</u> 8,47	<u>650</u> 2,61	<u>745</u> 8,79	0,856	11,0	
ФК <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	90	285, 385, 475, 765, 795	<u>85</u> 14,1	<u>200</u> 7,19	<u>265</u> 25,6	<u>350</u> 7,5	<u>450</u> 9,38			0,914	14,7	
			<u>765—785</u> 30,3									
ФК <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	105	280, 320, 515, 590, 780	<u>95</u> 12	<u>275</u> 22,9	<u>305</u> 17,3	<u>510</u> 24,6	<u>775</u> 22,3	<u>795</u> —		0,857	8,21	
ФК <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	95	300, 480, 630, 785, 795	<u>280</u> 23,6	<u>480</u> 21,4	<u>785</u> 33,9	<u>795</u> —				0,857	8,21	
ФК <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	75 100	295, 385, 480, 635, 665, 740, 775, 830	<u>95</u> 13,9	<u>275</u> 39,4	<u>430</u> 6,09	<u>660</u> 15,4	<u>740</u> 18,0	<u>780</u> 2,90		0,929	10,4	
ФК <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	95	305, 395, 470, 595, 710, 725, 745	<u>90</u> 15,0	<u>270</u> 28,9	<u>375</u> 8,64	<u>465</u> 9,14	<u>590</u> 6,91	<u>740</u> 9,88		0,822	11,0	
			<u>725</u> 5,93	<u>750</u> 13,8								
ФК <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	90	300, 350, 490, 750, 760	<u>80</u> 15,4	<u>260</u> 28,8	<u>335</u> 12,0	<u>485</u> 10,9	<u>675</u> 5,59	<u>765</u> 15,9	<u>755</u> 10,6	0,949	10,5	

В почвах, вовлеченных в сельскохозяйственное производство, снижается термостойкость фульвокислот. Это проявляется в двух направлениях.

1. Температурные экзоэффекты проявляются раньше в фульвокислотах, выделенных из почв, используемых в сельском хозяйстве, чем в их целинных аналогах.

2. Отмечается два экзоэффекта в почвах, используемых в сельском хозяйстве, тогда как в целинных аналогах отмечается один экзоэффект в низкотемпературной области.

Ферраллитные типичные и кон-

креционные почвы существенно не различаются в низкотемпературной области, хотя у последних, используемых в сельском хозяйстве, температурные экзоэффекты проявляются гораздо раньше (на 20°С раньше). Наибольшее число экзоэффектов наблюдается у целинного варианта ферраллитных конкреционных почв (3—5). Согласно двучленному характеру строения молекул гумусовых соединений, центральная часть фульвокислот из варианта почв, используемых в сельском хозяйстве, проявляет большую устойчивость, особенно у конкреционных почв.

Ферраллитные почвы как типичные, так и конкреционные в начале высокотемпературной области мало различаются (470 – 490° С). Во всех препаратах первая потеря массы соответствовала удалению адсорбционной воды, которое происходило при температуре 80—100° С. Периферическая часть первой фракции фульвокислот ферраллитных конкреционных целинных почв разрушается в результате двух реакций при температуре 275 и 380° С.

При распаде стабильных группировок отмечается три случая потери массы (при 470, 755 и 760—785° С).

Сопоставление данных о потере массы при реакциях в низкотемпературной и высокотемпературной областях позволяет утверждать, что в построении молекул первой фракции фульвокислот из ферраллитных конкреционных целинных почв преобладают стабильные группировки.

Отношение потери массы во второй фракции фульвокислот при низкотемпературной и высокотемпературной областях составляет 0,856, что говорит о преобладании центральной части над периферической в построении их молекул.

Что касается конкреционных освоенных почв, то в построении молекул первой фракции фульвокислот периферическая часть принимает почти такое же участие, как и центральная (отношение потерь массы приближается к единице — 0,914). Увеличение значения  $Z$  в результате сельскохозяйственного использования ферраллитных конкреционных почв говорит о снижении роли центральной части. Вторая фракция фульвокислот данной почвы не отли-

чается от таковой целинного варианта.

Боковые неустойчивые части молекулы занимают небольшое место в построении первой фракции фульвокислот из ферраллитной типичной почвы. Отношение потери массы равно 0,427. Эти препараты более термоустойчивы, чем их аналоги из конкреционных целинных почв. Однако следует иметь в виду зависимость отношения потерь массы от содержания золы, компоненты которой [3, 6, 7] связаны с периферической частью (функциональные группы) и в результате этого повышается термоустойчивость.

Для второй фракции из целинных/типичных почв характерен равный количественный вклад периферической и центральной частей ( $Z = 0,929$ ). Использование ферраллитных типичных почв в сельском хозяйстве приводит к увеличению доли алифатической части в первой фракции фульвокислот.

**Структурный состав фульвокислот из целинных и освоенных ферраллитных почв, исследованный методом пиролитической масс-спектрометрии.** При пиролизе первой фракции фульвокислот из ферраллитной конкреционной (целинной и освоенной) почвы отмечается повышенное выделение газа по сравнению с уровнем жидких продуктов термодеструкции. Кривая выхода воды имеет 2 максимума для целинного варианта (340 и 590°), а также 2 максимума для освоенного варианта (680 и 920°). Выделение окиси углерода характеризуется соответственно 3 и 2 пиками (310, 555, 890 и 310, 740°) для целинного варианта и 5 и 2 пиками (160, 430, 520, 740, 860 и 400, 740°) для освоенного варианта.

Следовательно, антропогенное воздействие вызывает смещение температурной области выделения воды, метана. Отмечается более интенсивное выделение двуокиси углерода из препаратов освоенного варианта, где наиболее интенсивен высокотемпературный эффект, а также смещение температурной области выделения двуокиси углерода в сторону ее увеличения. Как видно из табл. 6, динамика выделения ароматических продуктов пиролиза представляет информацию о структуре их циклической части [3, 4]. Препараты из целинной почвы имеют 4 пика (220, 340, 460, 860°),

из освоенной — тоже 4 (190, 555, 830 и 920°), но увеличивается термостойкость препаратов. Из отношения неароматических соединений к ароматическим видно, что при освоении почв уменьшается выход ароматических продуктов (1,74 — для целинного варианта и 2,26 — для освоенного).

Анализ данных о выделении продуктов пиролиза второй фракции фульвокислот конкреционных почв показывает для целинных почв 2 реакции выделения метана (400—555°С), одну реакцию дегидратации (280°С), 4 реакции выделения окиси углерода

Таблица 6

**Выход газообразных и жидких продуктов при пиролизе фульвокислот из ферраллитных почв (структурно-групповой состав фульвокислот, % от полного понного тока)**

Образец	Сумма газообразных продуктов (ГП)	Газообразные продукты				Сумма жидких продуктов (ЖП)	Жидкие продукты		ГП:ЖП	НП:АП
		СН <sub>4</sub>	Н <sub>2</sub> О	СО	СО <sub>2</sub>		неароматические (НП)	ароматические (АП)		
ФК <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	87,03	10,07	10,22	11,73	14,05	12,97	8,24	4,74	6,71	1,74
ФК <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	88,18	10,37	10,30	12,68	15,11	11,82	8,20	3,62	7,46	2,26
ФК <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	84,90	9,64	9,74	11,71	13,17	15,11	9,95	5,15	5,62	1,93
ФК <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	83,83	9,14	9,67	11,36	11,53	16,17	10,90	5,26	5,19	2,07
ФК <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	74,93	7,15	6,08	6,62	7,50	25,07	11,83	13,25	2,99	0,89
ФК <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	74,50	8,19	6,86	8,07	8,53	25,50	12,40	13,10	2,92	0,95
ФК <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	72,92	7,60	6,80	7,91	8,50	27,07	15,82	11,26	2,69	1,40
ФК <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	72,34	6,67	5,90	7,08	7,80	27,66	13,43	14,23	2,62	0,94

(370, 520, 680 и 770°С), один максимум для декарбоксилирования (280°С), а для освоенных почв — один температурный максимум выделения метана (430 и 555°С), одну реакцию дегидратации (280°С), 5 эффектов выделения окиси углерода (370, 490, 555, 770 и 830°С), 2 реакции декарбоксилирования (310 и 370°С).

Выделение неароматических продуктов одинаково у обоих препаратов, но его максимум достигается при температуре для освоенного варианта на 30°С выше, чем для целины. Выделение ароматических компонентов в обоих препаратах начинается при 280°С и максимум достигается при 460—490°С. Отмечаются



сходство кривых, характеризующих пиролиз данных препаратов, а также общий выход ароматических компонентов. Отношения неароматических продуктов к ароматическим почти не изменяется и равняется 0,89 для препаратов из целинных почв и 0,94 для препаратов из освоенных почв.

Пиролиз фульвокислот из ферраллитных типичных почв показывает, что для первой фракции из целинной почвы дегидратация протекает в 4 реакциях (280, 340, 520 и 650°С), выделение окиси углерода — в 2 реакциях (520 и 800°С), декарбонизирование — одной реакцией (280°С) с наличием плеча при 650—890°С, выделение метана — одной реакцией (555°С).

В препаратах, выделенных из освоенной почвы, отмечаются также дегидратация при одной реакции (280°С), выделение окиси углерода в результате 3 реакций (340, 520 и 740°С), декарбонизирование в одной реакции (280°С), выделение метана тоже в одной реакции. Следует отметить, что освоение почв влечет за собой структурные изменения за счет атомных группировок, ответственных за выделение воды в ходе пиродеструкции. Что касается неароматических компонентов, то использование изучаемых почв в сельском хозяйстве приводит к некоторому снижению термоустойчивости первой фракции фульвокислот и увеличению выхода этих продуктов по сравнению с данными показателями для целинного варианта. Отношение неароматических компонентов к ароматическим позволяет отметить, что не наблюдается резкого изменения в соотношении этих двух структурных компонентов в

результате освоения. Первые фракции фульвокислот из конкретионных почв более чувствительны к антропогенным воздействиям, чем из ферраллитных типичных почв.

Термодеструкция фульвокислот второй фракции из ферраллитных типичных почв приводит для препарата из целинной почвы к одной реакции дегидратации (310°С), одной реакции выделения метана (555°С), 2 реакциям выделения окиси углерода (520 и 740°С), одной реакции выделения двуокиси углерода (310°С), а для препарата из освоенной почвы отмечается дегидратация при 310°С, выделение метана при 920°С, двуокиси углерода — при 310°С.

Освоение данных почв способствует дегидратации также второй фракции фульвокислот и снижению интенсивности выделения неароматических компонентов от 15,8 до 13,4% от полного ионного тока.

Соотношение газообразных продуктов и жидких позволяет отметить большое сходство данных препаратов по количеству лабильных и стабильных компонентов. Отношение неароматических продуктов к ароматическим показывает, что вторая фракция фульвокислот из освоенной почвы более ароматизирована, чем вторая фракция фульвокислот из целинной ферраллитной типичной почвы.

### Выводы

1. Красные ферраллитные почвы Гвинеи приурочены к дренированным водораздельным пространствам и формируются на богатой оксидами железа и алюминия (до 50%) красноцветной

коре выветривания тяжелого гранулометрического состава. Почвы характеризуются кислой реакцией среды по всему профилю, наличием обменного алюминия, высокой гидролитической кислотностью и низкой насыщенностью основаниями, глубоким гумусовым профилем фульватного состава при общем невысоком содержании гумуса.

2. Щелочно-растворимая фракция фульвокислот ферраллитных почв характеризуется большей зольностью, чем ацетоно-растворимая, причем в ферраллитных типичных почвах эта тенденция проявляется отчетливее, чем в ферраллитных конкреционных. Можно предположить, что в составе фульвокислот щелочно-растворимой фракции имеется больше функциональных групп, способных связывать зольные элементы, по сравнению с фульвокислотами ацетоно-растворимой фракции, причем это наиболее характерно для типичных почв.

3. Сельскохозяйственное освоение вызывает более заметное изменение элементного состава фульвокислот ферраллитных типичных почв, чем ферраллитных конкреционных. Можно допустить, что имевшееся в активном состоянии равновесие между факторами гумификации в ферраллитных конкреционных почвах является более стабильным и менее подверженным влиянию внешних факторов (сельскохозяйственное использование), чем в случае ферраллитных типичных почв.

4. Изменение элементного состава фульвокислот ферраллитных как типичных, так и конкреционных почв при сельскохозяй-

ственном использовании может происходить в результате таких процессов как дегидратация и дегидрогенезация, за исключением ацетоно-растворимой фракции фульвокислот ферраллитных типичных почв, элементный состав которых изменяется в основном вследствие гидратации.

5. В составе ацетоно-растворимой фракции фульвокислот в большей мере присутствуют структурные компоненты углеродной природы, чем в щелочно-растворимой фракции, причем особенно это характерно для ферраллитных конкреционных почв. При освоении в конкреционных и типичных ферраллитных почвах уменьшается количество структурных компонентов алифатической природы в составе фульвокислот (исчезновение или ослабление интенсивности полосы поглощения при  $2860 \text{ см}^{-1}$ ).

6. В составе щелочно-растворимой фракции фульвокислот из типичной целинной почвы содержится больше структурных компонентов центральной части (отношение потерь массы в низкотемпературной и высокотемпературной областях равно 0,427), чем в соответствующей фракции фульвокислот из конкреционной целинной почвы (отношение потерь массы 0,755). В результате фульвокислоты щелочно-растворимой фракции типичной почвы отличаются большей термической устойчивостью, чем фульвокислоты этой же фракции конкреционной целинной почвы.

7. Сельскохозяйственное освоение ферраллитных почв способствует увеличению в составе фульвокислот щелочно-растворимой фракции преферрических структурных компонентов и соответ-

ственно уменьшению количества структурных компонентов центральной части. В случае фульвокислот ацетоно-растворимой фракции подобной тенденции практически не наблюдается.

8. Щелочно-растворимая фракция фульвокислот из ферраллитных конкреционных почв подвержена антропогенным воздействиям в большей мере, чем эта же фракция из ферраллитных типичных почв. В составе фульвокислот щелочно-растворимой фракции увеличивается доля неароматических соединений, в то время как для фульвокислот ацетоно-растворимой фракции подобная тенденция не отмечается.

9. Ацетоно-растворимая фракция фульвокислот из целинной типичной почвы содержит в своем составе большее количество группировок, ответственных за выделение воды в процессе пиролиза, чем соответствующая фракция из типичной освоенной почвы. Освоение типичных почв способствует уменьшению количества подобных группировок в ацетоно-растворимой фракции фульвокислот. В результате ацетоно-растворимая фракция из типичных освоенных почв становится более ароматизированной, чем эта же фракция из типичной целинной почвы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зонн С.В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. М.: Изд-во УДН, 1974. — 2. Зонн С.В. Тропическое почвоведение. М.: Изд-во УДН, 1986. — 3. Кончиц В.А., Черников В.А., Пупонин А.И. Влияние различных способов и приемов обработки суглинистой дерново-подзолистой почвы и ее гумусовое состояние. М.: МСХА, 1991. — 4. Орлов Д.С. Элементный состав и степень окисленности гумусовых кислот. — Науч. докл. высшей школы. Сю. биол. науки, 1971, № 1. — 5. Фридланд В.М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков. М., 1964. — 6. Черников В.А. Структурно-групповой состав как показатель трансформации гуминовых кислот интенсивно используемой дерново-подзолистой почвы. — Почвоведение, 1984, № 5. — 7. Черников В.А., Старых С.Э., Кончиц В.А. Изменение состава гумусовых кислот дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы при длительном применении органических и минеральных удобрений. — Изв. ТСХА, 1993, вып. 2, с. 99—106. — 8. Шишов Л.Л., Кашиук М.П., Агафонов О.А. и др. Почвенно-экологические условия возделывания гевеи в Камбодже. М., 1991. — 9. Young A. Tropical soils and Survey. Cambridge, 1980.

*Статья поступила 11 июня  
1998 г.*

## SYMMARY

Characteristic of red ferralitic soils of guinea is given. The results of investigating preparations of fulvoacids isolated by Forsite's method are presented. Studying the element composition, thermoresistance, infrared spectra and structure-group composition of fulvoacid molecules by pyrolytic mass-spectrometry method allowed to asserfain the nature of changes in the main physical-chemical properties of these humis acids under mastering and different utilization in agriculture.