

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

М. М. КОНОНОВА и Н. П. БЕЛЬЧИКОВА

**ОПЫТ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДЫ ПОЧВЕННЫХ  
ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ**

(Представлено академиком Л. И. Прасоловым 7 III 1950)

Гуминовые кислоты, представляя собой сложные высокомолекулярные соединения, образовавшиеся при конденсации веществ ароматической природы и азотсодержащих органических соединений, содержат в своей молекуле ароматическое ядро, а также азот в циклических формах и в виде периферических аминокислот; гуминовые кислоты характеризуются наличием функциональных групп: карбоксильных, метоксильных и гидроксильных (фенольных и спиртовых).

Можно считать установленным, что почвенные гуминовые кислоты, не являясь химически индивидуальными соединениями, характеризуются общим обликом строения. Однако гуминовые кислоты различного происхождения имеют некоторые черты отличия. Из работ ряда исследователей (<sup>3,4</sup>) следует, что выделенные из различных почв гуминовые кислоты несколько варьируют по элементарному составу, причем колебания последнего не случайного характера, а в известной мере отражают условия почвообразования, а именно: по мере перехода от подзолистых почв к черноземам содержание углерода в гуминовых кислотах повышается, содержание же водорода и кислорода уменьшается, причем отношение О/Н заметно возрастает; иначе говоря, гуминовые кислоты в указанном ряду почв становятся менее оводненными и более окисленными, а следовательно, более сложными по своей природе.

К сожалению, отсутствие доступных и надежных рабочих методов затрудняет изучение весьма важного раздела проблемы почвенного гумуса — влияния условий почвообразования на природу, строение, а следовательно, и на свойства гуминовых кислот, которыми определяется их роль в почвообразовании.

При определении состава гумуса различных почв нами было обращено внимание на различную интенсивность и тон окраски выделяемых гуминовых кислот, от светлорусой в случае подзолистых почв и красноземов до темнорусой в случае черноземов. Основываясь на этих наблюдениях, можно было предположить, что гуминовые кислоты различаются по оптическим свойствам, а потому определение последних может быть использовано при изучении природы гуминовых кислот.

Определение оптических свойств (способности к ослаблению проходящего через раствор света в спектрофотометре) гуматов различного происхождения — из торфов, углей и различных почв — производилось рядом исследователей (<sup>1,6,7</sup> и др.). Однако в связи с тем, что перед просмотром в спектрофотометре растворы гуматов исследователями (за исключением (<sup>8</sup>)) не выравнивались по концентрации, остается неясным, объясняются ли отмечаемые ими различия в оптических

свойствах гумусовых веществ различной природой или же различным содержанием их в исследуемых объектах.

Это обстоятельство было нами принято во внимание, и при определении оптических свойств гуминовых кислот, выделенных из различных почв, испытуемые растворы гуматов натрия уравнивались по концентрации углерода, которая, как и в предыдущей работе (2), была равна 0,136 г/л.

Определение оптической плотности производилось в спектрофотометре Пульфриха с 7 светофильтрами при длинах волн: 726, 665, 619, 574, 533, 496, 465 мμ. Полученные данные выражены в виде коэффициента ослабления света  $E$ , который характеризует величину оптической плотности испытуемого вещества на толщину слоя в 1 см. Так как отдиализованные гели гуминовых кислот растворялись в 0,02  $N$  растворе  $\text{NaHCO}_3$ , то компенсационной жидкостью для второй кюветы фотометра являлся, соответственно, 0,02  $N$  раствор  $\text{NaHCO}_3$ .

Для выяснения некоторых общих закономерностей гумусообразования, одновременно с изучением оптических свойств гуминовых кислот в исследуемых почвах производилось определение количественного содержания главных групп гумусовых веществ методом Тюрина, который состоит в последовательном извлечении из почвы гумусовых веществ 0,1  $N$  раствором  $\text{NaOH}$  и разделении их путем подкисления  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на группы гуминовых кислот и «фульвокислот»<sup>\*</sup>.

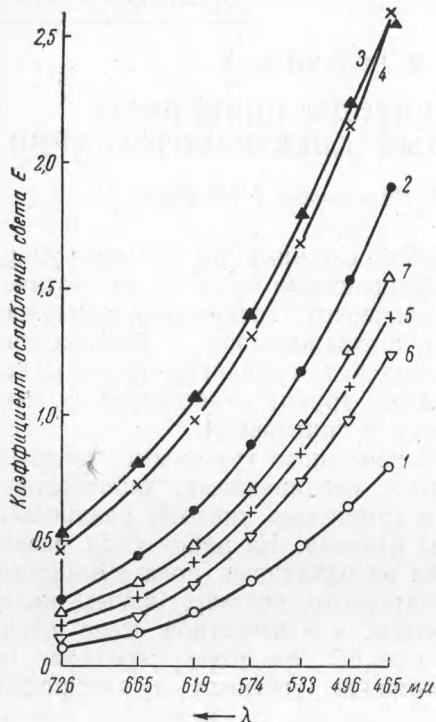


Рис. 1. 1 — дерново-подзолистая почва лес; 2 — серая оподзоленная почва, лес; 3 — мощный чернозем, степь; 4 — обыкновенный чернозем, степь; 5 — краснозем, лес; 6 — краснозем, папоротник; 7 — светлорусая почва, лес

## Результаты исследований

Значения коэффициента ослабления света  $E$  растворами гуматов приведены на рис. 1.

При рассмотрении данных обращает на себя внимание тот факт, что кривые ослабления света растворами гуматов имеют одинаковый характер для всех исследуемых почв с максимумом в синей части спектра (длина волны 465 мμ) и минимумом в красной части (длина волны 726 мμ), что указывает на их близкую природу. Но вместе с тем значения коэффициента ослабления света  $E$  варьируют в широких пределах в зависимости от типа почвы, причем различия особенно отчетливы в области более коротких волн (синяя часть спектра).

Из полученных данных следует, что по мере перехода от подзолистых к серым оподзоленным почвам и далее к черноземам гуминовые кислоты становятся более оптически-плотными.

Нами отмечалось, что ряд авторов на основании данных по элементарному составу гуминовых кислот из различных почв указывает

<sup>\*</sup> По Тюрину, фульвокислотами обозначается сумма органических веществ, остающихся в кислом растворе после осаждения гуминовых кислот из щелочной вытяжки из почвы. В таком смысле нами употребляется термин «фульвокислоты».

на постепенное усложнение их молекул в ряду почв от подзолистых к черноземным; по нашим же данным, гуминовые кислоты в этом ряду почв становятся более оптически-плотными. Отсюда напрашивается вывод, что возрастающая величина оптической плотности гуминовых кислот в известной мере отражает постепенное усложнение их молекул.

Сопоставление данных по оптической плотности гуминовых кислот с составом гумуса почв обнаруживает закономерность, заключающуюся в следующем (см. табл. 1).

Таблица 1

Состав гумуса почв

Исследуемые почвы	Глубина взятия образцов в см	Орг. С исходн. почвы	С гумино- вых кислот $C_z$	С фульво- кислот $C_\phi$	Отношение $C_z/C_\phi$	С остатка почвы
Дерново-подзолистая поч- ва. Кунц. район Моск. обл. Лес дубовый	0—6	$\frac{1,85*}{100}$	$\frac{0,20}{10,8}$	$\frac{0,78}{42,2}$	0,26	$\frac{0,49}{26,5}$
	6—16	$\frac{0,75}{100}$	$\frac{0,08}{10,7}$	$\frac{0,23}{30,7}$	0,35	$\frac{0,23}{30,7}$
Серая оподзоленная почва. „Тулская засека“. Лес дубовый	0—10	$\frac{2,87}{100}$	$\frac{0,82}{28,6}$	$\frac{0,90}{31,4}$	0,91	$\frac{0,60}{20,9}$
	14—24	$\frac{1,49}{100}$	$\frac{0,61}{40,9}$	$\frac{0,46}{30,9}$	1,32	$\frac{0,22}{14,8}$
Чернозем обыкновен. „Ка- менная степь“. Степь	0—20	$\frac{6,64}{100}$	$\frac{3,08}{46,4}$	$\frac{1,46}{22,0}$	2,1	$\frac{1,33}{20,0}$
	10—15	$\frac{7,01}{100}$	$\frac{1,75}{25,0}$	$\frac{2,06}{29,4}$	0,85	$\frac{1,64}{23,5}$
Краснозем. Чаква. Лес	35—40	$\frac{1,15}{100}$	$\frac{0,07}{6,1}$	$\frac{0,28}{24,3}$	0,25	$\frac{0,40}{34,8}$
	5—10	$\frac{4,09}{100}$	$\frac{0,88}{21,5}$	$\frac{1,35}{33,0}$	0,65	$\frac{1,00}{24,5}$
Краснозем. Чаква. Папо- ротник	10—15	$\frac{3,07}{100}$	$\frac{0,55}{17,9}$	$\frac{1,07}{34,9}$	0,51	$\frac{0,74}{24,1}$
	2—9	$\frac{1,42}{100}$	$\frac{0,17}{12,0}$	$\frac{0,30}{21,1}$	0,57	$\frac{0,57}{40,4}$

\* В числителе — содержание С отдельных групп гумусовых веществ в % к весу почвы; в знаменателе — то же в % к общему С почвы.

В дерново-подзолистой почве из-под дубового леса отношение  $C_z/C_\phi$  меньше 0,5, что указывает на значительное преобладание в составе этих почв группы фульвокислот. Фульвокислоты преобладают также в бурой почве Северного Кавказа из-под букового леса, в которой отношение  $C_z/C_\phi = 0,57$ , и в красноземах из-под леса и папоротника. Наоборот, в степных черноземных почвах количество гуминовых кислот явно превышает количество фульвокислот ( $C_z/C_\phi = 2,1$ ). Что касается серых подзолистых лесных почв, то они занимают среднее положение между дерново-подзолистыми почвами и черноземом.

Из сопоставления данных по величине оптической плотности гуминовых кислот и состава гумуса следует, что по обоим показателям

почвы располагаются в одной и той же последовательности, а именно: наименьшей оптической плотностью характеризуются гуминовые кислоты тех почв, в которых их относительное содержание по сравнению с фульвокислотами невелико (дерново-подзолистая почва, бурая лесная почва и красноземы). Наоборот, в тех почвах, в которых содержится наибольшее количество гуминовых кислот, последние являются более оптически-плотными (черноземные почвы).

Следовательно, изменение комплекса условий почвообразования (растительного покрова, направления биологической деятельности, климатических условий, химизма почвы и пр.) в ряду почв от дерново-подзолистых к серым лесным и далее к черноземным имеет следствием не только изменение состава гумуса (увеличение количества гуминовых кислот и уменьшение фульвокислот), но и изменение природы гуминовых кислот, а именно: гуминовые кислоты в дерново-подзолистых почвах являются химически более простыми, нежели в черноземах. С этим связано, несомненно, различное участие их в почвообразовательных процессах.

Основываясь на полученных данных, мы считаем, что определение оптических свойств может быть использовано для характеристики природы гуминовых кислот. Дальнейшей задачей является выяснение связи между оптическими свойствами и химической природой, а также свойствами гуминовых кислот, выделенных из различных почв.

Поступило  
20 I 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. К. Давыдов, Почвоведение, № 7—8 (1941). <sup>2</sup> М. М. Кононова, Н. А. Панкова и Н. П. Бельчикова, там же, № 1 (1949). <sup>3</sup> А. И. Наткина, Тр. Почвен. ин-та АН СССР, 23 (1940). <sup>4</sup> В. Тищенко и М. П. Рыдалевская, ДАН, 4, 137 (1936). <sup>5</sup> И. В. Тюрин, Докл. на юбил. докучаевской сессии, 1926. <sup>6</sup> A. Hock, Bodenkunde und Pflanzenernährung, 2 (47), H. 5/6 (1936/37); 5 (50), H. 1/2 (1937). <sup>7</sup> S. Odén, Kolloidchem. Beihefte, 2, 76 (1919). <sup>8</sup> S. Grosché et G. Barbier, Ann. Agron., No. 3 (1947).