

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 631.48

**В. Г. ДУДЧЕНКО, С. А. ГОРДИЕНКО, И. Н. ГАВРИШ,
Р. М. УЛЯШОВА, А. К. БЕСКРОВНЫЙ****ПРЕВРАЩЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
ТОРФЯНО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ОСВОЕНИИ**

В многолетних стационарных опытах на торфяно-болотных почвах показано, что гуминовые кислоты характеризуются близкими величинами среднечисловых молекулярных весов — 40 000—50 000. Молекулярно-весовой состав фульвокислот более разнообразен, с большим разбросом величин среднечисловых молекулярных весов от 3000 (под многолетними травами) до 63 000 (под пропашными культурами).

Наиболее рациональным способом повышения плодородия торфяно-болотных почв является внедрение севооборота с правильным сочетанием многолетних трав с пропашными культурами, с помощью которого до некоторой степени регулируются процессы разложения органического материала и синтеза специфических гумусовых веществ.

В настоящей статье рассматриваются результаты изучения состояния гумусовых веществ почвы в связи с микробиологическими процессами, протекающими в ней. Исследования проводили на протяжении 1967—1975 гг. на окультуренной торфяно-болотной почве низинного типа поймы р. Трубеж Полесья УССР.

Количество микроорганизмов определяли методом разведения на твердых питательных средах, рекомендованных Институтом микробиологии АН СССР. Общее количество микроорганизмов учитывали на пептон-глюкозном агаре с почвенной вытяжкой (ПГАП), аммонифицирующих — на мясо-пептонном агаре (МПА), микроорганизмов, усваивающих минеральный азот, — на крахмало-аммиачном агаре (КАА), нитрификаторов — на выщелоченном агаре с аммонийно-магниевой солью фосфорной кислоты. Нитрифицирующую способность определяли по Ваксману, нитраты — по Грандваль — Льяжу, аммиак — методом Нesslerа.

Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов изучали прямым методом с использованием хлопчатобумажной ткани [7]. Протеазную активность почвы определяли по Ромейко [10], фосфатазную — по Дубовенко [4], дегидрогеназную — по Галстяну [2], суммарное количество аминокислот — по Петровой, Мишустину [9].

Извлечение гумусовых веществ — гуминовых и фульвокислот — из почвы проводили по общепринятой методике [5]. Щелочные растворы полученных кислот исследовали методом гель-фильтрации на колонках, заполненных сефадексом Г-100. Элюирование проводили дистиллированной водой фракциями по 4 мл. Оптическую плотность фракций для расчета молекулярных весов измеряли на фотоколориметре ФЭК-М с синим светофильтром. Молекулярные веса фракций рассчитывали исходя из их

элюационных объемов и свободного объема колонки по формуле Дертман [3].

Гуминовые кислоты, выделенные из почвы, элюируются двумя фракциями (табл. 1). Первая — высокомолекулярная — с молекулярным весом 110 000—120 000 составляет 30—40%, вторая — с молекулярным весом около 5000—60—70%. Все они характеризуются близкими величинами среднечисловых молекулярных весов — 40 000—50 000.

Таблица 1
Молекулярно-весовой состав гумусовых кислот под разными культурами севооборота

Культура	Гумусовая кислота	Последовательность фракции	Фракции, %	Молекулярный вес фракции	Среднечисловой молекулярный вес, (Мп)
Многолетние травы второго года пользования	Гуминовая кислота	I	48,0	109 660	48 500
		II	52,0	5 218	
	Фульвокислота	I	3,3	134 240	10 530
		II	96,7	6 321	
Многолетние травы четвертого года пользования	Гуминовая кислота	I	32,0	124 170	38 350
		II	68,0	5 852	
	Фульвокислота	I*	—	—	—
		II	100,0	3 305	3 305
Картофель по пласту трав второго года пользования	Гуминовая кислота	I	38,9	143 150	52 000
		II	61,1	4 900	
	Фульвокислота	I	5,2	124 170	10 960
		II	94,8	4 385	
Сахарная свекла (по обороту пласта)	Гуминовая кислота	I	37,4	110 276	43 800
		II	62,6	4 871	
	Фульвокислота	I	44,7	126 650	63 000
		II	55,3	5 070	
Кукуруза (четвертая культура после распашки пласта)	Гуминовая кислота	I	29,0	116 155	39 470
		II	71,0	6 800	
	Фульвокислота	I	12,6	133 530	25 000
		II	87,4	4 273	

* Первая — высокомолекулярная фракция не наблюдалась.

Потенциометрические исследования гуминовых кислот (табл. 2) показали, что константы ионизации ($pK_{ср}$) этих веществ близки между собой. Соответствующие фульвокислоты, обладая меньшим количеством кислых функциональных групп, характеризуются в то же время близкими к гуминовым кислотам константам ионизации, что свидетельствует об их большей кислотности.

Молекулярно-весовой состав исследованных фульвокислот более разнообразен. Величина низкомолекулярной фракции значительно выше по сравнению с гуминовыми кислотами (до 100% для фульвокислоты под многолетними травами четвертого года пользования). Доля высокомолекулярной фракции колеблется от 3 до 45%. Следовательно, фульвокислоты характеризуются большим разбросом величин среднечисловых молекулярных весов — от 3000 до 63 000, что может служить показателем повышенной лабильности фульвокислот и способности их к превращениям в процессе окультуривания почвы.

Изучение микробиологических процессов торфяно-болотных почв в севообороте показало, что различные культуры влияют на активность микроорганизмов, принимающих участие в превращениях органических веществ почвы. Содержание некоторых физиологических групп микроорганизмов под пропашными культурами в 1,5—3 раза выше, чем под многолетними травами. В значительном количестве под пропашными культурами (картофель, кукуруза) были выявлены нитрифицирующие бак-

тери (14—18 млн. в 1 г абсолютно сухой почвы), в то время как под многолетними травами их число не превышает 509 тыс. в 1 г.

Количество нитрифицирующих бактерий прямо коррелировало с нитрифицирующей способностью почв. Максимальной активностью характеризовалась почва под пропашными культурами — интенсивность накопления нитратов составляла от 209 до 936 мг NO₃ на 100 г почвы за 15 дней, а под многолетними травами — 164—395 мг NO₃.

Таблица 2

Кислотные свойства гумусовых кислот торфяно-болотной почвы

Культура	Кислота	Количество групп	Константы ионизации (pK)
Многолетние травы второго года пользования	Гуминовая кислота	95	5,37
	Фульвокислота	17	5,52
Многолетние травы четвертого года пользования	Гуминовая кислота	92	5,44
	Фульвокислота	7	5,50
Картофель по пласту трав второго года пользования	Гуминовая кислота	78	5,48
	Фульвокислота	34	5,59
Сахарная свекла (по обороту пласта)	Гуминовая кислота	90	5,34
	Фульвокислота	—	5,57
Кукуруза (четвертая культура после распашки пласта)	Гуминовая кислота	81	5,47
	Фульвокислота	52	5,58

Минимальное количество аммонификаторов и нитрификаторов находилось в почве под травами четвертого года пользования. Нитрифицирующая способность почв также снижалась по мере увеличения продолжительности пребывания многолетних трав. Эти данные можно объяснить снижением количества кислорода в почвенном воздухе под многолетними травами.

Целлюлозолитическая активность была значительно выше под пропашными культурами, где клетчатка разлагалась на 71—76%, а под травами — на 23—29%. Интенсивность дыхания почвы была также выше под пропашными культурами (табл. 3).

Содержание свободных аминокислот в почве практически одинаковое под травами и пропашными культурами и достигает максимума только под кукурузой, которая является четвертой культурой после распашки пласта (табл. 3).

В создании почвенного органического вещества важная роль принадлежит ферментам, определяющим биологическую активность почв. Исследования показали, что активность протеаз (табл. 3) выше в почвах под пропашными культурами (особенно под сахарной свеклой и картофелем) по сравнению с почвами под многолетними травами. Причем с увеличением срока выращивания трав активность протеаз снижалась. Активность дегидрогеназ и фосфатаз под травами была выше, чем под пропашными культурами. Повышение активности связано с накоплением в почве корневых остатков трав, являющихся основным источником почвенных фосфатаз [6].

Изменение аммонифицирующей и нитрифицирующей активности почвы в севообороте коррелирует с накоплением подвижных форм питательных веществ. Показано увеличение количества доступного азота и калия под пропашными культурами (табл. 4).

Наблюдалось некоторое снижение микробиологических и биохимических процессов в почве под многолетними травами, особенно при длительном сроке их использования. При этом урожай трав (в среднем за 6 лет: Р=3,7; НСР=10,1) по годам пользования составил: второго года — 107, третьего — 98, четвертого — 85 ц/га.

Таблица 3

Влияние культур севооборота на биологическую активность почв

Культура	Выделение CO ₂ , мг на м ² /час	Содержание свободных аминокислот, мкг лейцина на 1 г ткани	Разрушение клетчатки, %	Протеазная активность		Дегидрогеназная активность, мг формазана	Фосфатазная активность, мг фенолфталеина
				желатинолитические единицы на 10 г почвы	разрушение желатинного слоя на фотобумаге, %		
на 10 г почвы							
Многолетние травы второго года пользования	309	66,4	22,9	1444	10,3	14,7	11,8
Многолетние травы четвертого года пользования	248	69,16	28,6	1363	9,0	13,7	12,2
Картофель по пласту трав второго года использования	383	69,64	71,6	2465	12,3	12,2	11,8
Сахарная свекла (по обороту пласта)	476	65,9	76,0	1899	13,4	11,5	—
Кукуруза (четвертая культура после распашки)	498	86,6	70,5	1448	11,8	8,8	9,8
P, % (точность опыта)	1,7	7,5	1,0	3,9	3,6	4,2	3,6

Таблица 4

Содержание подвижных форм питательных веществ, мг/100 г абсолютно сухой почвы

Культура	N*	P	K
Многолетние травы	10,10	4,93	21,91
Картофель (по пласту многолетних трав)	26,46	5,18	24,49
Сахарная свекла (по обороту пласта)	43,34	3,92	24,90
Кукуруза (четвертая культура после распашки пласта)	78,14	4,27	31,96

* Расчеты сделаны по нитратному азоту.

Высокая биологическая активность торфяно-болотной почвы под пропашными культурами определяет более интенсивный синтез в них гумусовых веществ, особенно более лабильных — фульвокислот. Среднечисловой молекулярный вес фульвокислот под многолетними травами (табл. 1) колеблется от 3000 (травы четвертого года) до 10 500 (травы второго года), под паром — 35 000, а под пропашными культурами достигает 63 000 (сахарная свекла).

Другими авторами также наблюдалась прямая связь между численностью микрофлоры, ферментативной активностью, дыханием почвы и накоплением гумуса [11].

Из литературных данных известно, что гумусовые кислоты имеют дву-членное строение, их молекулы состоят из ядра ароматической природы и боковых алифатических цепей, образующихся в результате микробиологического разложения сложных органических полимеров (белков, целлюлозы, лигнина и др.) [1, 8].

Нашими исследованиями выявлено повышение биологической активности и укрупнение молекул фульвокислот в торфяно-болотной почве под

пропашными культурами. Полученная зависимость свидетельствует о направленности микробиологических процессов под пропашными культурами в сторону интенсивного разложения органических остатков торфа и связанного с этим синтеза гумусовых веществ, характеризующих почвенное плодородие.

Выводы

1. Исследование молекулярно-весового состава гумусовых веществ торфяно-болотных почв показало большую изменчивость фульвокислот по сравнению с гуминовыми кислотами. Изменение структуры и размеров молекул фульвокислот характеризует состояние органического вещества торфа в процессе его окультуривания.

2. Установлено некоторое снижение биологической активности и плодородия почвы при длительном культивировании многолетних трав.

3. В почве под пропашными культурами отмечено повышение биохимической активности, а также укрупнение молекул фульвокислот, связанное с активизацией процессов синтеза гумусовых веществ, определяющих почвенное плодородие.

Литература

1. Александрова Л. Н., Румянцева Э. А. О процессах дальнейших превращений новообразованных гуминовых кислот. В сб.: Гумус и плодородие почв, т. 237. Л., 1974.
2. Галстян А. Ш. К методике определения активности дегидраз в почве. Докл. АН АрмССР, т. 35, 1962.
3. Детерман Г. Гель-хроматография. «Мир», 1970.
4. Дубовенко С. К. Особенности фосфатазной активности різних типів ґрунтів. В кн.: Живлення та удобрення сільськогосподарських культур. Київ, «Урожай», 1964.
5. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. Изд. АН СССР, 1963.
6. Куревич В. Ф. Внеклеточные ферменты корней высших автотрофных растений. Докл. АН СССР, т. 98, 1949.
7. Мишустия Е. Н., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы. Микробиология, т. 32, вып. 3, 1963.
8. Мурзаков Б. Г. Роль микроорганизмов в формировании гумусовых веществ. Успехи микробиологии, № 8, 1972.
9. Петрова А. Н. Методы определения биологической активности почвы. Тр. Межвуз. научн. конф. Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Изд. МГУ, 1963.
10. Ромейко И. Н. Протеолитическая активность дерново-подзолистой почвы при разных способах вспашки. Почвоведение, 1969, № 10.
11. Rawald W., Domke K., Stohr V. Studies on the relation between humus quality and microflora of the soil. Pedobiologia, 1968, Bd 7.

Украинский НИИ земледелия
Институт микробиологии и вирусологии
им. Д. К. Заболотного АН УССР

Дата поступления
1.IV.1976 г.

V. G. DUDCHENKO, S. A. GORDIENKO, I. N. GAVRISH,
R. M. ULYASHOVA, A. K. BESKROVNY

TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER OF PEAT-BOGGY SOILS WITH CUTIVATION

It has been shown in long-term stationar experiments with peaty-bog soils that the humic acids of the latter are characterized by 40000—50000 mean numerical molecular weights. The molecular-weight composition of fulvic acids is much more various.