

УДК 631.417.2:631.46

РАЗЛОЖЕНИЕ ГУМУСОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МИКРООРГАНИЗМАМИ РОДА CLOSTRIDIUM

В. Т. ЕМЦЕВ, Н. А. ТУЕВ, Л. К. НИЦЭ, С. А. ДЗЫСЮК, М. Х. БРУК
(Кафедра микробиологии ТСХА и ВНИИ сельскохозяйственной
микробиологии)

Микробиологические процессы трансформации гумусовых соединений имеют исключительно важное значение в формировании плодородия почв. Особую актуальность проблема микробиологической трансформации гумуса приобрела в условиях интенсивного земледелия. В связи с применением высоких норм минеральных удобрений, приводящих к значительному повышению уровня биологической активности почв, наметилась четкая тенденция деградации гумуса. Однако, несмотря на важность проблемы, процессы трансформации гумусовых соединений микроорганизмами, относящиеся к наиболее сложной области почвенно-микробиологических исследований, остаются слабоизученными. Авторы ряда работ [1, 2], посвященных микробиологическому разложению гумуса, как правило, ограничиваются определением оптических показателей (изменением цветности вытяжек) или содержания продуцируемой CO_2 . Такие экспериментальные данные могут свидетельствовать лишь о возможном участии тех или иных микроорганизмов в разложении гумуса и не дают представления о механизме этих процессов. Кроме того, экспериментаторы часто используют смесь гумусовых соединений без предварительного разделения их на фракции.

В связи с этим нами изучалась интенсивность разложения отдельных гумусовых фракций и динамика их химического состава

в процессе минерализации чистой культурой *Clostridium sporogenes*. Фракции гумусовых соединений служили единственным источником углеродного питания исследуемых микроорганизмов.

Гумусовые вещества были выделены из дерново-подзолистой супесчаной почвы. Полученные препараты тщательно очищали центрифугированием, пропуская через катиониты и аниониты и электродиализом. Зольность препаратов после очистки не превышала 0,7%. Фракционирование проводили по молекулярным массам методом гель-фильтрации на сефадексах G-75 и молселектах G-50 и G-10. Интенсивность микробиологического разложения гумусовых соединений определяли по изменению их элементного (C, H, O, N) и функционального ($-COOH$, $-OH$, $C=O$ и $-OCH_3$) составов через 30, 60 и 90 дней инкубирования.

Исследуемые фракции гумусовых соединений заметно различались по элементному составу и содержанию функциональных групп (таблица). В первых трех легких фракциях гумуса относительное содержание C, N и $-OCH_3$ групп было ниже, а H, O, $-COOH$, $-OH$ и $C=O$ групп выше, чем в IV и V фракциях. На основании данных элементного и функционального составов гумусовые фракции с молекулярными массами (ММ) 520, 2100 и 4900 были отнесены к фульвокислотам, а высокомолекулярные с ММ 9200 и 27 000 — к гуминовым кислотам.

Разложение гумусовых соединений Clostridium sporogenes

Сроки наблюдения, сут	Элементный состав				Функциональный состав			
	С	Н	N	О	—COOH	—ОН	C=O	—OCH ₃ , %
					мг·экв на 1 г препарата			
I фракция, ММ 520								
0	42,5	6,32	2,4	48,78	5,46	3,91	3,36	0,31
30	42,9	6,30	1,8	49,00	2,98	4,22	2,81	0,24
60	43,5	6,27	1,5	48,73	2,20	4,08	2,46	0,12
90	43,7	6,27	1,4	48,63	2,11	4,06	2,52	0,10
II фракция, ММ 2100								
0	44,6	5,54	2,1	47,76	5,12	3,08	3,12	0,67
30	44,9	5,41	1,9	47,79	2,74	3,64	2,05	0,34
60	45,0	5,36	1,3	48,34	2,18	2,36	1,37	0,21
90	44,9	5,38	1,4	48,12	2,23	2,41	1,36	0,18
III фракция, ММ 4900								
0	46,7	5,21	1,7	46,39	4,25	2,66	2,71	0,54
30	47,3	5,12	1,3	46,28	2,43	2,97	1,75	0,36
60	47,9	5,07	1,0	46,03	2,03	2,14	1,19	0,23
90	47,8	5,07	1,0	46,13	1,98	2,17	1,22	0,17
IV фракция, ММ 9200								
0	57,2	4,92	3,8	34,08	3,18	3,52	2,93	0,89
30	57,4	4,83	2,9	34,87	1,84	3,96	1,82	0,71
60	57,6	4,81	2,3	35,29	1,21	3,05	1,14	0,49
90	57,6	4,80	2,3	35,30	1,17	3,11	1,17	0,52
V фракция, ММ 27000								
0	62,6	3,67	3,1	30,63	1,75	2,86	1,93	1,23
30	62,8	3,58	2,5	31,12	1,20	1,93	2,17	1,01
60	62,7	3,55	2,2	31,55	0,97	1,24	1,42	0,90
90	62,8	3,53	2,2	31,47	0,94	1,27	1,38	0,85

Микроорганизмы *Cl. sporogenes* принимали участие в разложении всех исследуемых фракций гумусовых соединений, что в первые два срока наблюдения (30 и 60 дней) хорошо прослеживалось по выделению газообразных продуктов брожения. В дальнейшем их выделение полностью прекращалось. Наиболее сильно изменялся химический состав гумусовых соединений при разложении их *Cl. sporogenes* в первые 30 дней инкубирования. Ко второму сроку наблюдения (60 дней) интенсивность минерализации гумусовых фракций заметно снижалась. Дальнейшее инкубирование не приводило к изменению их химического состава.

Следует отметить, что микроорганизмы *Cl. sporogenes* наиболее активно разлагали фульвокислотные фракции гумусовых соединений. Наименее интенсивно разлагалась самая высокомолекулярная фракция гуминовых кислот (ММ 27 000).

При разложении гумусовых соединений *Cl. sporogenes* наиболее сильно менялось содержание в них азота. Через 30 дней инкубирования оно снизилось на 9,5—25,0 %, а через 60 дней — на 29,0—41,2 %. В последующие сроки изменений этого показателя не наблюдалось. Следовательно, можно предположить, что микроорганизмам *Cl. spo-*

rogenes доступна лишь легкогидролизуемая часть азота гумусовых соединений и недоступны его гетероциклические формы.

В процессе эксперимента значительно изменялся функциональный состав гумусовых соединений. Все изученные фракции подвергались сильному декарбонизированию (содержание —COOH групп снижалось на 46,3—63,2 % от исходного), в их составе заметно уменьшалось содержание метоксильных и карбонильных групп.

Минерализация гумусовых фракций *Cl. sporogenes* слабо сказывалась на содержании фенольных и спиртовых гидроксидов, хотя отмечалось некоторое его увеличение в первый срок. Это, вероятно, можно объяснить частичной трансформацией карбонильных групп в первичные и вторичные спиртовые группы, что может иметь место при ферментативных процессах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bhardwaj K., Gaur A. — Zbl. Bakteriол. Parasitenk. infektions. Krankh. und Hyg., 1971, Bd 2, 126, N 3, S. 307.
2. Khandelwal K. C., Gaur A. C. — Indian J. Microbiol., 1969, vol. 9, N 4, p. 87.

Статья поступила 9 ноября 1982 г.