

УДК 631.46:631.417

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИМИ АНАЭРОБАМИ РОДА CLOSTRIDIUM

А. К. МУХАМЕТДИНОВА, В. Т. ЕМЦЕВ

(Кафедра микробиологии)

Процессы трансформации органических веществ играют важную роль в жизни почвы и ее плодородии, поскольку они связаны с обеспечением растений питательными веществами [9, 12 и др.]. Так, разложение в почве органических азотсодержащих веществ, в том числе белков, приводит к высвобождению доступного растением азота. Преобладающая часть этого элемента находится в почве в форме органических соединений, из них 20—40 % представлены белковыми веществами и аминокислотами [21].

Своим происхождением белковые вещества обязаны растительным и животным остаткам, микробной массе, они также попадают в почву с органическими удобрениями (например, при внесении навоза, содержащего до 0,68 % белкового азота [11]). Белковые вещества входят и в состав перегноя.

В почве непрерывно происходят синтез и распад белков. При этом содержание усвояемых форм азота находится в тесной зависимости от разложения белков и аминокислот. Все эти процессы влияют на почвенное плодородие, развитие растений и их урожайность.

Трансформация белковых веществ в почве осуществляется различными группами микроорганизмов, представляющих собой наиболее реактивную часть почвенных биоценозов. Участие аэробных микроорганизмов в трансформации белковых соединений исследовалось рядом авторов [10, 14 и др.], в то же время роль анаэробных бактерий, осуществляющих протеолиз белков в почве, мало изучена.

Имеющиеся данные о жизнедеятельности и участии протеолитических Clostridium в

трансформации белковых веществ в почве отрывочны и зачастую носят предположительный характер [18, 25, 26]. В связи с этим нами изучалась роль протеолитических анаэробов рода Clostridium в трансформации различных белоксодержащих субстратов в почве.

Материал и методы исследований

Объектом исследования служили культуры протеолитических Clostridium, выделенные из различных типов почв — дерново-подзолистой (опытное поле Тимирязевской академии), чернозема типичного (Воронежская область), светло-каштановой (Кировобадская область) и серозема светлого (Ташкентская область). Для выделения чистых культур анаэробов использовали предложенную нами селективную среду для протеолитических анаэробов (ССПА) [4].

Протеолитические Clostridium изолировали в чистую культуру двумя способами: 1) с помощью накопительных культур, полученных в среде Китт — Тароци при 2-кратном пересеве по методу И. С. Скалова [17] с пастеризацией при температуре 85° в течение 10—15 мин и без пастеризации; 2) путем прямого посева почвенной разводки (пастеризованного и непастеризованного вариантов) на чашки Петри со средой ССПА.

Чистые культуры анаэробов выделяли из накопительных в трубках Вейона по А. Л. Бычковской [3] и в чашках Петри в анаэростатах, в которых создавали вакуум с остаточным давлением 10^{-1} мм рт. ст. В некоторых случаях их заполняли CO_2 и N_2 , а для поглощения не удаленного O_2 помещали щелочной раствор пирагаллола.

В качестве поглотителя влаги использовали прокаленную окись алюминия. Температура инкубации посевов 37°.

Изучение морфологических, культуральных и физиологических свойств выделенных культур протеолитических анаэробов позволило идентифицировать их согласно определителю Берги [20] и отнести к соответствующим видам рода *Clostridium*: *Cl. subterminale* — 2 штамма; *Cl. bifermittans* — 8; *Cl. sporogenes* — 13; *Cl. lentoputrescens* — 1; *Cl. ghoni* — 1; *Cl. putrificum* — 2; *Cl. cadaveris* — 1; *Cl. acetobutylicum* — 1 штамм. Всего было идентифицировано 29 штаммов.

Все исследованные микроорганизмы представляют собой облигатные, образующие споры бактерии, грамположительные, каталозотрицательные, гидролизующие желатину. Сульфаты в сульфиты они не восстанавливают, что отличает их от представителей рода *Desulfotomaculum* и указывает на принадлежность к роду *Clostridium*.

Для изучения роли протеолитических *Clostridium* в превращении белковых веществ в дерново-подзолистой, светло-каштановой почве и черноземе нами были проведены модельные опыты. Из исследуемых почв отбирали корешки и включения, почву просеивали через сито с отверстиями 1 мм и помещали по 100 г абсолютно сухой почвы в стеклянные сосуды емкостью 200 см³. Перед закладкой опытов дерново-подзолистую почву известковали из расчета $\frac{3}{4}$ гидролитической кислотности.

Схема опытов предусматривала варианты с инокулированием стерильной почвы чистыми культурами протеолитических *Clostridium* и внесением различных белоксодержащих субстратов. Очищенные белковые препараты вносили в количестве 1 г на 100 г почвы, размельченную зеленую массу молодого клевера — 3,3 г на 100 г (100 т/га), полуперепревший навоз — в дозе 65 т/га, или 1,5 г на 100 г.

Почву стерилизовали дважды автоклавированием при 1 ат в течение 20 мин; в первый раз ее стерилизовали без внесения субстратов. При инокуляции почвы чистыми культурами ее тщательно перемешивали. Закладку модельных опытов проводили по методике В. И. Дуда с соавт. [6].

Почву в сосудах компостировали при разных температурах и различных уровнях влажности. Повторность опыта 3-кратная. О разложении белковых веществ судили по выделению фракции N—NH₄ азота, которую определяли колориметрически с реактивом Несслера в вытяжке, полученной при обработке почвы 2 %-ным раствором КСl. Интенсивность окраски окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре фирмы «Gilford» при длине волны 480 нм. Кроме того, учитывали методом предельных разведений с предварительной обработкой почвы по Д. Г. Звягинцеву [8] количество протеолитических *Clostridium*. Состав свободных аминокислот в почве устанавливали путем их экстракции по методу Гильберта — Альтмана [22] в модификации М. М. Умарова и И. В. Асеевой

[19] и последующего хроматографического анализа [13]. Количество летучих жирных кислот определяли методом газовой хроматографии на газожидкостном хроматографе «Chrom-41». Определение pH проводили потенциометрически в почвенной суспензии, приготовленной при соотношении почвы к воде 1:2,5. Пробы почвы для микробиологического анализа отбирали по общепринятой методике.

Результаты исследований

В первом опыте исследовалась протеолитическая способность бактерий в различных почвах при внесении в качестве белкового субстрата альбумина животного происхождения.

Стерильные почвы инокулировали штаммами чистых культур *Clostridium*, выделенными из тех же почв: дерново-подзолистую — штаммом 114, чернозем — штаммом 248, светло-каштановую — штаммом 301. Инокулят вносили из расчета 10⁶ клеток на 100 г сухой почвы. Расщепление альбумина наблюдали в течение 10 суток. Температура инкубации 37°.

В вариантах с инокуляцией *Cl. sporogenes* белок наиболее интенсивно гидролизует в светло-каштановой почве и менее активно в черноземе и дерново-подзолистой (табл. 1). Так, на 3-й и 10-е сутки опыта в светло-каштановой почве прибавка высвободившегося N—NH₄ азота по сравнению с контролем составляла соответственно 12,32 и 13,32 мг на 100 г, в черноземе — 9,79 и 11,91, а в дерново-подзолистой почве — 4,72 и 8,67 мг на 100 г сухой почвы. Наибольшее количество NH₄ азота высвободилось при внесении в почву альбумина по фону инокуляции *Cl. sporogenes*, причем наиболее интенсивная аммонификация также была в светло-каштановой почве (высвобождено на 3-й и 10-е сутки соответственно 75,86 и 96,88 мг азота на 100 г). В дерново-подзолистой почве количество высвобожденного азота составляет 52,52 и 61,27 мг, чернозем по этому показателю занимает промежуточное положение.

Протеолиз альбумина в почве протеолитическими клостридиями сопровождался изменением значения pH в слабощелочную сторону. Следовательно, интенсивность гидролиза белков в почве возрастает по мере продвижения с севера на юг: наиболее слабо белок гидролизует в дерново-подзолистой почве, наиболее интенсивно — в светло-каштановой.

Известно, что скорость разложения белков в почве в значительной степени определяется их природой [15]. Кроме того, на интенсивность процессов минерализации азотсодержащих соединений большое влияние оказывает влажность почвы.

Отсутствие сведений о протеолизе различных субстратов протеолитическими анаэробами, а также недостаточная изученность вопроса о влиянии влажности на процессы трансформации белков побудили нас исследовать разложение другого очищенного белка — казеина — протеолитическими анаэробными бактериями в условиях модель-

Накопление N — NH₄ азота в различных почвах при трансформации альбумина протеолитическими анаэробами (мг на 100 г сухой почвы)

Вариант опыта	Число дней после закладки опыта	
	3	10
Дерново-подзолистая почва		
Почва (контроль)	4,51	4,51
» +Cl. sporogenes	9,23	13,18
» +альбумин (контроль)	18,90	18,90
То же +Cl. sporogenes	71,42	80,17
Чернозем		
Почва	9,26	9,26
» +Cl. sporogenes	19,05	21,17
» +альбумин (контроль)	20,83	20,83
То же +Cl. sporogenes	89,59	93,53
Светло-каштановая почва		
Почва	2,91	2,91
» +Cl. sporogenes	15,23	16,23
» +альбумин (контроль)	13,91	13,91
То же +Cl. sporogenes	89,77	110,79

ного опыта с дерново-подзолистой почвой. Почву инокулировали чистыми культурами Cl. bifementans, выделенными из дерново-подзолистой почвы — штамм 106, чернозема — штамм 241, светло-каштановой — штамм 310 и из серозема — штамм 423.

Инокулят вносили из расчета 10⁵ клеток на 100 г сухой почвы. Сосуды инкубировали при температуре 37° и уровнях влажности 60, 80 % полной влагоемкости и полном затоплении. Протеолиз казеина наблюдали в течение 30 сут. Результаты данного опыта представлены в табл. 2—4.

Обогащение почвы казеином с последующей инокуляцией культурами Cl. bifementans показало, что наиболее энергично протеолиз указанного субстрата осуществляют бактерии из южных почв (светло-каштановой и серозема).

Влажность почвы оказывала существен-

ное влияние на образование фракции N — NH₄ азота. Количество высвободившегося аммиака было наибольшим в условиях полного затопления, наименьшим при влажности почвы, соответствующей 60 % полной влагоемкости (табл. 2).

Во всех вариантах при трансформации казеина анаэробными бактериями в почве образуются летучие жирные кислоты (ЛЖК), количество которых достигает максимума при затоплении (табл. 3). В литературе также отмечается [7], что в условиях полного анаэробноза в почве в значительном количестве накапливаются токсические продукты распада органических веществ.

При расщеплении казеина культурами Cl. bifementans в почве образовывались свободные аминокислоты, количество которых резко снижалось на 5-е сутки, но осо-

Т а б л и ц а 2

Влияние влажности на содержание N — NH₄ азота в дерново-подзолистой почве при внесении казеина и инокуляции Cl. bifementans (мг N — NH₄ на 100 г сухой почвы)

Вариант опыта	Уровень влажности, % от полной влагоемкости							Полное затопление, 15-й день
	60			80				
	число дней после закладки опыта							
	1	5	15	1	5	15	30	
Почва (контроль)	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51
Почва+казеин+ +Cl. bifementans:								
шт. 106	7,00	17,54	27,35	9,50	33,39	39,95	39,16	87,44
шт. 241	7,59	17,85	26,42	11,00	32,98	34,17	35,66	107,23
шт. 310	7,59	19,29	29,64	12,40	34,16	35,83	37,50	124,81
шт. 423	7,85	25,00	32,10	15,30	41,66	40,83	41,66	136,36

Влияние влажности на накопление ЛЖК (мг %) в дерново-подзолистой почве при разложении казеина анаэробными протеолитическими бактериями (срок анализа — 15-е сутки)

Штаммы <i>Cl. bifermentans</i>	Уксусная			Масляная	
	уровень влажности, % от полной влагоемкости				
	60	80	затопление	60	80
Шт. 106	Сл.	0	14,36	2,18	4,82
Шт. 241	0	0	14,00	1,83	3,50
Шт. 310	0	Сл.	11,56	1,97	2,22
Шт. 423	0	»	6,82	1,92	Сл.

Примечание. Пропионовая кислота не обнаружена, муравьиная обнаружена в следовых количествах во всех образцах, а масляная — при затоплении. ЛЖК в контроле отсутствуют.

бенно значительно их число уменьшалось на 30-е сутки, что, по-видимому, связано с их дезаминированием указанными анаэробными бактериями (табл. 4).

Как известно, большинство аминокислот подвергается в почве быстрому превращению [23, 24]. Высокая протеолитическая активность и выраженные дезаминирующие свойства протеолитических *Clostridium* дают основание предполагать, что указанные бактерии могут играть существенную роль в аминокислотном балансе почвы.

Таким образом, у культур *Cl. bifermentans*, выделенных из южных почв, протеолитические свойства выражены сильнее, чем у культур, выделенных из более северных почв. Влажность оказывает существенное влияние на трансформацию казеина: при уровне влажности, соответствующем 60 % от полной влагоемкости, этот процесс менее активен, при полном затоплении почвы — наиболее интенсивен. Поскольку значительная часть белкового азота поступает в почву с материалом растительного происхождения (разнообразные растительные остатки, различные компосты, зеленые удобрения и др.), нами изучалось разложение белков клевера протеолитическими *Clostridium*. Почву инокулировали чистыми культурами *Cl. sporogenes*, выделенными из различных почв: штаммом 114 — из дерново-подзолистой почвы, штаммом 248 — из чернозема, штаммом 301 — из светлокаштановой почвы, штаммом 410 — из серозема. Инокулят вносили из расчета 10^5 клеток на 100 г сухой почвы. Инкубировали сосуды при температуре 37° и уровне влажности, соответствующем 80 % полной влагоемкости. Наблюдения проводили в течение 30 суток.

Результаты исследований разложения белков клевера в дерново-подзолистой почве представлены в табл. 5 и 6. В состав зеленой массы клевера, как известно, входит до 15—16 % белка, поэтому при его разложении белок аммонифицируется. На 7-е сутки во всех вариантах наблюдалось высвобождение аммиачного азота, достигающее максимума в почве, инокулирован-

ной культурой *Cl. sporogenes* (штамм 410), которая была выделена из серозема. При инокуляции почвы культурой *Cl. sporogenes* (штамм 114), выделенной из дерново-подзолистой почвы, образование $N-NH_4$ было незначительным (табл. 5). Так, прибавка $N-NH_4$ азота по сравнению с контрольным уровнем при инокуляции почвы штаммом 410 составляла в этот срок 17,53 мг на 100 г сухой почвы, а при инокуляции штаммом 114 всего 0,52 мг. Протеолиз белков клевера был более глубоким на 20-е сутки.

При разложении зеленой массы клевера протеолитическими кластридиями во всех вариантах образовались ЛЖК и преимущественно уксусная, к концу третьей недели их количество увеличилось (табл. 6).

Численность протеолитических анаэробных бактерий была максимальной на 7-е сутки, затем она несколько снижалась.

Таким образом, протеолитические кластридии в почве гидролизуют белковые вещества, входящие в состав клевера. Процесс разложения данного растения сопровождается аммонификацией протеинов. Интенсивность трансформации белковых соединений культурами *Cl. sporogenes* зависит от типа почвы, из которой изолированы указанные бактерии.

Источником белкового азота в почве являются также органические удобрения, в частности навоз. В свежем навозе содержание общего азота составляет 0,52 %, а белкового — 0,33 %, после двухмесячного хранения — соответственно 0,60, 0,45 % [11]. Использование растениями азота навоза зависит от процессов разложения белков как при его хранении, так и после внесения в почву.

Разложение навоза в почве связано с жизнедеятельностью многочисленных микроорганизмов [16]. Важную роль в этом процессе играет температура. В литературе отсутствуют данные об участии анаэробов, в частности протеолитических кластридий, в разложении навоза. Нами изучалось участие протеолитических анаэробов в разложении белковых веществ полуперепревшего навоза крупного рогатого скота и влияние

Таблица 4

Содержание свободных аминокислот в дерново-подзолистой почве при разложении казеина протеолитическими анаэробными бактериями (мг на 1 кг почвы)*

Штаммы <i>Cl. bifermentans</i>	Число дней после закладки опыта		
	3	5	30
Шт. 106	62,73	28,13	25,50
Шт. 241	88,92	42,00	38,94
Шт. 310	154,76	84,78	11,71
Шт. 423	152,71	26,46	16,18

* Количество свободных аминокислот в исходном контроле: почва — 12,26; почва+казеин — 14,20.

Таблица 5

Образование $N - NH_4$ при разложении белков клевера в дерново-подзолистой почве протеолитическими *Clostridium* (мг на 100 г сухой почвы)

Вариант опыта	Число дней после закладки опыта	
	7	20
Почва (контроль)	4,50	4,50
Почва+клевер (контроль)	4,78	4,78
То же+ <i>Cl. sporogenes</i> :		
шт. 114	5,30	16,21
шт. 248	6,39	18,42
шт. 301	13,06	30,08
шт. 410	22,31	32,00

температуры на этот процесс в модельном опыте с дерново-подзолистой почвой. Ее инокулировали чистой культурой *Cl. sporogenes* (штамм 114), выделенной из дерново-подзолистой почвы. Инокулянт вносили из расчета 10^5 клеток на 100 г сухой почвы. Стерилизовали навоз совместно с почвой. Уровень влажности 80 % полной влагоемкости. Сосуды инокулировали при температуре 5; 30; 37 и 45°.

Белковые вещества навоза разлагались в почве *Cl. sporogenes* при температуре 30; 37 и 45°. Гидролиз указанных соединений был наиболее интенсивным при температуре 37°: на 7-е сутки опыта количество высвободившейся фракции $N - NH_4$ азота превышало контроль на 16,61 мг на 100 г сухой почвы. Процесс аммонификации при температуре 5° практически отсутствовал.

Численность протеолитических клостридий на 7-е сутки достигала наибольшего значения при температуре 37°. К концу опыта их число возрастало при всех температурах.

Протеолиз белковых компонентов навоза вызывал сдвиг pH почвы в слабощелочную сторону.

Таким образом, нами исследована способность протеолитических *Clostridium* осуществлять превращение различных нативных белковых веществ, а также белков, входящих в состав растительных остатков и органического удобрения.

Хотя масштабы разложения белковых веществ в модельных опытах отличаются от масштабов их разложения в естественных условиях, есть все основания полагать, что анаэробные микробы играют большую роль в трансформации органических азотсодержащих соединений в почве. Повидимому, имеется возможность направленно регулировать процесс разложения органических азотсодержащих веществ в почве с целью ускорения высвобождения минеральных форм азота.

Выводы

1. В условиях модельных опытов изучена способность протеолитических анаэробных бактерий рода *Clostridium* трансформировать различные белоксодержащие субстраты в почве.

2. Разложение внесенных в почву белок-

Таблица 6

Образование ЛЖК в дерново-подзолистой почве при разложении клевера протеолитическими *Clostridium* (мг %)

Штаммы <i>Cl. sporogenes</i>	Муравьиная		Уксусная		Масляная	
	число дней после закладки опыта					
	7	20	7	20	7	20
Шт. 114	Сл.	Сл.	8,86	10,65	Сл.	0
Шт. 248	»	»	7,06	11,14	0	Сл.
Шт. 301	»	—	10,98	—	0	—
Шт. 410	—	Сл.	6,87	7,16	0	0

Примечание. Пропионовая кислота не обнаружена. В контроле муравьиная кислота обнаружена в следовых количествах, содержание уксусной кислоты составило 5,95 мг %, масляная кислота отсутствовала.

содержащих субстратов сопровождалось образованием $N-NH_4$ азота, свободных аминокислот и ЛЖК, изменением рН, а также колебаниями численности протеолитических анаэробов рода *Clostridium*.

3. Интенсивность гидролиза свободных белковых веществ в почве возрастает по мере продвижения с севера на юг, гидролиз белка менее интенсивен в дерново-подзолистой почве и наиболее интенсивен в светло-каштановой.

4. Процесс разложения белковых веществ клевера в почве характеризуется их аммонификацией, причем интенсивность разложения указанных соединений протеолитическими *Clostridium* определяется типом почв, из которых они были изолированы. Наименьшая протеолитическая активность была у культур, выделенных из дерново-

подзолистой почвы и чернозема, наибольшая — у культур из светло-каштановой почвы и серозема.

5. Установлено участие анаэробных протеолитических бактерий (*Cl. sporogenes*) в разложении белковых компонентов органического удобрения (навоза) в почве. Показано, что интенсивность разложения указанных соединений зависит от температуры — наиболее энергично процесс аммонификации протекал при 37° и практически отсутствовал при 5°.

6. Трансформация белковых веществ анаэробами в почве зависит от влажности: количество высвободившегося аммиака достигало максимума в условиях затопления почвы и была минимальной при влажности почвы, соответствующей 60 % полной влагоемкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. — 2. Асеева И. В., Умаров М. М. О превращении свободных аминокислот в почве. — II межвуз. науч. конф. «Микроорганизмы в сельск. хоз-ве». «М.: МГУ, 1968, с. 146. — 3. Бычкова А. Л. Получение колоний *Cl. posteurianum* в упрощенных трубках Вейона. — В сб.: Использование микроорганизмов для повышения урожая с.-х. культур, 1966. Л.: Колос, с. 173. — 4. Горова А. К., Гудков А. В. Выделение протеолитических *Clostridium* из объектов внешней среды. — В сб.: Вклад молодых специалистов в повышение качества и эффективности производства в маслodelии и сыроделии. Ярославль, 1978, с. 103—104. — 5. Горова А. К., Емцев В. Т. Распространение протеолитических анаэробных бактерий рода *Clostridium* в зональных почвах. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 5, с. 124—131. — 6. Дуда В. И., Обухов А. И., Чернова Н. И., Чернов Н. М., Гегамян И. О. Роль анаэробных микроорганизмов в мобилизации и редукции железа, марганца и серы, а также в других почвенных восстановительных процессах при культуре риса. — В сб.: Химия почв рисовых полей. М.: Наука, 1976, с. 44—74. — 7. Емцев В. Т., Немова Л. И., Игнатьев Н. Н. Влияние уровня аэрации на динамику размножения аэробных и анаэробных микроорганизмов в дерново-подзолистой почве. — В сб.: Динамика микробиологических процессов в почве. Ч. 1. Изд-во АН ЭССР, Таллин, 1974, с. 83—87. — 8. Звягинцев Д. Г. Методы подготовки почвы к количественному учету микроорганизмов. — Науч. докл. высшей школы. Сер. биол. науки, № 3, 1963, с. 131—144. — 9. Конова М. М. Органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1973. — 10. Красильников Н. А. Микроорганизмы

почвы и высшие растения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 11. Ключковский В. М., Петербургский А. В. Агрохимия. М.: Колос, 1967. — 12. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. — 13. Пасхина Т. А. Количественное определение аминокислот на хроматограммах при помощи реакции с нингидрином. — Биохим., 1954, т. 19, вып. 6, с. 702—712. — 14. Пошон Ж., Баржак Г. Почвенная микробиология. М.: ИЛ, 1960. — 15. Путятин Т. Н. Разложение в почве различных белков и влияние их на состав микрофлоры. — С.-х. биол., 1966, т. 1, № 5, с. 53—59. — 16. Сапожников Н. А. Азот в земледелии нечерноземной полосы. Л.: Колос, 1973. — 17. Скалон И. С. Новый способ разделения аэробных и анаэробных видов микроорганизмов. — Микробиол., 1960, т. XXIX, вып. 1, с. 29. — 18. Skinner Ф. А. Анаэробные бактерии и их деятельность в почве. — В сб.: Почв. микробиол. М.: Колос, 1979, с. 12—32. — 19. Умаров М. М., Асеева И. В. Свободные аминокислоты некоторых почв СССР. — Почвоведение, 1971, № 10, с. 39. — 20. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Eight ed. Buchanan R. E. and Gibbons N. E. co-editors. USA, Baltimore, 1974. — 21. Bremner I. M. — In: Soil Nitrogen USA, Madisson, 1965, p. 93—149. — 22. Gilbert R. G., Altman I. — Plant a. Soil., 1966, vol. 24, p. 229—238. — 23. Greenwood D. I., Lees H. Plant a. Soil., 1960, vol. 12, № 1, p. 69—80. — 24. Schmidt E. L., Putnam H. D., Paul E. A. — Soil Sci. Soc. of Am. Proc., 1960, vol. 24, № 2, p. 261. — 25. Skinner F. A. — In: The Ecology of Soil Bacteria. An international symposium. Liverpool Univ. Press., 1968. — 26. Takeda K., Furusaka C. — Soil Sci. a. Plant Nutr., 1975, vol. 21, № 32, p. 113—118.

Статья поступила 26 декабря 1980 г.

SUMMARY

In model experiments, transformation of substrat containing protein (native protein preparations, proteins of plant residues, as well as protein components of manure) by *Clostridium* proteolytic anaerobic bacteria was accompanied by formation of $N-NH_4$, free amino acids, volatile fatty acids, and variations in soil pH.

Intensiveness of hydrolysis of protein substances in the soil increases from the north to the south.

The lowest proteolytic activity in the soil is typical for cultures isolated from soddy-podzolic and chernozemic soils, the highest—for cultures from light-chestnut soils and sierozems.

Anaerobic proteolytic bacteria (*Cl. sporogenes*) can decompose protein components of organic matter (manure) in the soil. Ammonification is the most intensive at 37°. The amount of released ammonia was the highest when the soil was flooded; it was the lowest when soil moisture made 60 % of maximum water capacity.