

УДК 576.8.095.3:636.085.52

ХИМИЗМ НИТРАТНОГО ДЫХАНИЯ У МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КУКУРУЗНОГО СИЛОСА

Е. Н. МАКСИМОВА, Т. К. ИЛЬИНА, Ю. М. МИЛЛЕР, Г. И. ПЕРЕВЕРЗЕВА, В. Т. ЕМЦЕВ

(Кафедра микробиологии)

Применение высоких доз азотных удобрений с целью повышения урожая кормовых культур нередко вызывает накопление в растениях, особенно у рано убранных, избыточного количества нитратов. Использование таких растений на зеленый корм может привести к серьезным заболеваниям и даже гибели животных [2, 7, 9, 10]. Важно знать, как скажется на качестве силоса избыточное количество нитратов в силосуемой массе. Химизм трансформации

нитратов микроорганизмами силоса и условия, при которых процесс нитратредукции протекает активно, практически не исследованы.

В литературе имеются лишь отдельные указания на то, что нитраты при силосовании частично или полностью разлагаются [1, 3], причем ведущую роль в этом процессе играют микроорганизмы [3]. Нитраты, находящиеся в силосной массе, могут ассимилироваться микроорганизмами

(тогда потерь азота не происходит), а также использоваться в качестве акцептора электронов диссимилирующими азот микроорганизмами, в результате чего возможны потери азота нитратом из среды в газообразной форме.

Характер выделяемых продуктов восстановления нитратов в процессе нитратного дыхания у микроорганизмов, обитающих в силосе, зависит от особенностей самого процесса силосования. Наиболее важным фактором, влияющим на качество получаемого силоса, является плотность и герметичность укладки растительной массы. Большую роль играют также кислотность среды, в которой нитраты трансформируются, и углеводное питание микроорганизмов-нитратредукторов.

С целью познания путей превращения нитратов при их диссимиляции нами исследовался химизм этого процесса у различных представителей микрофлоры кукурузного силоса, обладающих активной нитратредуцирующей способностью, а также изучалось влияние внешних условий (азрации, кислотности среды, источников углерода) на активность восстановления нитратов различными представителями нитратредуцирующей силосной микрофлоры и качественный состав конечных продуктов, образуемых в этом процессе. Подобные исследования представляют существенный теоретический и практический интерес для разработки способов регулирования азотного баланса силосов.

Методика

Для изучения химизма нитратного дыхания в качестве объектов исследования были использованы *Arthrobacter simplex*, *Bacillus laterosporus*, дрожжи рода *Candida*, выделенные из кукурузного силоса. Общее свойство выбранных микроорганизмов — способность к интенсивному восстановлению нитратов в энергетическом (диссимиляционном) процессе. Культуры выращивали в пробирках Ритгенберга на комплексной синтетической среде [4] с пептоном и без него. Представляло интерес выяснить влияние пептона на нитратное дыхание, поскольку в естественной среде обитания микроорганизмов (кукурузном силосе) содержание протеина высокое, особенно если кукурузу выращивали на высоком азотном фоне. Пептон добавляли в количестве, обеспечивающем потребности микробных клеток в азоте для биосинтеза (1,8 г/л). Опыт проводили до конца экспоненциальной фазы роста. Нитраты, нитриты, гидроксиламины определяли колориметрически соответственно по Грандваль-Ляжу, Илосвею — Грису, Эндресу — Кауфману, суммарное количество окисленных форм азота — по Деварду после отгонки аммиака и его количественного определения, содержание общего органического азота — по Кьельдалю. Источник поступления азота во фракции аммиака и клетки бактерий (нитрат или пептон) устанавливали с помощью стабильного изотопа ^{15}N , введенного в среду в виде меченой соли K^{15}NO_3 (избыток 19,5% ат.).

Обогащение азотных фракций изотопом азота определяли на масс-спектрометре типа МИ-1305. Затем устанавливали коли-

чество образуемых газообразных азотных продуктов.

Для изучения влияния внешних условий на процесс нитратного дыхания использовали следующие культуры микроорганизмов: *Arthrobacter simplex*, *Bacillus laterosporus* — 2 штамма, *Pseudomonas stutzeri*, *Erwinia carotovora* — 2 штамма, дрожжи рода *Candida* (видовая смесь), дрожжи рода *Rhodotorula* (видовая смесь). Микроорганизмы культивировали на двух средах: нитратном бульоне (НБ, т. е. МПБ+1% KNO_3) и комплексной синтетической среде (КС).

Опыты ставили в 100 мл конических колбах с 25 мл соответствующих сред в вакуум-эксикаторах или в пробирках с высоким слоем жидкости в анаэростатах. Заражение осуществляли густой суспензией микроорганизмов. В течение инкубации стерильно проводили качественный анализ на нитраты, нитриты, аммиак. Опыт заканчивали в стационарную фазу развития микроорганизмов.

Общий азот определяли по Йодльбауэру и Кьельдалю; нитраты, нитриты, гидроксиламины — теми же методами, что и при изучении химизма нитратного дыхания микроорганизмов.

Опыт, в котором исследовали влияние азрации, проводили в микроаэрофильных условиях (в вакуум-эксикаторах), а также на воздухе. Различные значения pH среды при изучении влияния кислотности среды на процесс денитрификации создавали с помощью буферных растворов, а для контроля за изменением pH в среду добавляли соответствующие индикаторы. pH поддерживали на заданном уровне с помощью периодической нейтрализации среды стерильными растворами — 0,1 н. H_2SO_4 и 0,1 н. NaOH.

Результаты

Исследования показали, что неспорная культура *Arthrobacter simplex* обладает высокой нитратредуцирующей активностью как на одном нитрате, так и на нитрате с пептоном. За 7 дней инкубации нитрат, находящийся в КС, был полностью потреблен (табл. 1). Такой расход нитрата свидетельствует об использовании его для удовлетворения энергетических потребностей клеток, так как для ассимиляции расход его значительно меньше (что подтверждают данные о содержании азота в клетках).

В газообразных продуктах у *Arthrobacter simplex* обнаружен только газообразный азот в количестве, превышающем его содержание у других культур¹ (N_2 составил 56,9—82,1% от содержания N—NO_3). В присутствии пептона выделение N_2 возрастало. На построение клетки использовался в основном азот пептона и лишь небольшая часть азота нитрата (0,6% — на среде с пептоном, 12% — на одном нитрате). Остальной нитрат шел на энергетические нужды клетки. В культуральной жидкости у *Arthrobacter simplex* в конце опыта не было обнаружено аммиака. Но

¹ В тексте анализируются данные в процентах к абсолютным величинам, приведенным в таблицах.

Преобразование нитрата (мг) при развитии чистых культур микроорганизмов кукурузного силоса в среде, содержащей нитрат (числитель) и нитрат и пептон (знаменатель)

Культура	Использовано N—NO ₃	Распределение использованного N—NO ₃ по фракциям					
		N—NO ₂	N—NH ₂ OH	N—NH ₄	N культуральной среды	N клеточный	N ₂
Arthrobacter simplex	20,88	0	0	0	4,03	2,62	11,88
	18,37	0	0	0	0,41	0,112	15,08
Bacillus laterosporus, шт. 1	12,32	0,42	0	6,77	—	0,90	3,20
	16,17	0,26	0	5,22	—	0,212	5,99
Дрожжи рода Candida	13,62	3,00	0	0	—	0,98	2,58
	16,61	0,92	0,86	0	—	0,052	7,55

Примечание. В 22 мл исходной КС без пептона содержалось 20,88 мг N—NO₃, с пептоном — 18,37 мг.

при определении в ней общего азота и последующем масс-спектрометрическом анализе отмечено накопление ¹⁵N, что является доказательством наличия неидентифицированного органического азотсодержащего продукта ассимиляции (возможно, оксима).

Активность споровой культуры *Bac. laterosporus* была значительно меньше: за 7 дней инкубации разложилось 59—88 % нитрата. На биосинтезе использовалось от 1,3 до 7,3 % азота нитрата. Одновременно с молекулярным азотом, который составил 26,0—37,1 % от использованного N—NO₃, *Bac. laterosporus* производила аммонийный азот, однако на среде с пептоном выход его снижался.

Культура дрожжей *Candida* потребила 65,2—90,40 % N—NO₃. Наблюдалось накопление большого количества промежуточных продуктов — нитритов и гидроксилamina, особенно на среде с одним нитратом. Часть азота накапливалась в культуральной жидкости в виде неидентифицированного органического продукта, так же как и в случае *Arthrobacter simplex*. В обоих вариантах опыта с дрожжами в атмосфере присутствовал молекулярный азот (18,9—45,5 % N₂ от N—NO₃). В этом случае также наблюдалось увеличение содержания N₂ в присутствии пептона.

Вторичная проверка денитрифицирующей активности дрожжей через 3,5 мес после их выделения показала потерю способности дрожжей к денитрификации, а через 10 мес — и способности к нитратредукции.

Обнаружено преимущественное потребление органического азота на процессы биосинтеза клеточных веществ (на среде нитрат+пептон) у всех исследуемых культур микроорганизмов (табл. 2). При этом необходимо отметить, что азот был представлен аммонийной формой. Несмотря на большую доступность азота пептона для биосинтеза клетки, аммиак поступает в основном из нитрата (77,8 %) в результате его аммонификации, а не из пептона (22,2 %). Так, при развитии спорозонной бактерии *Bacillus laterosporus* количество аммиака, образованного из нитрата (6,77 и 5,22 мг соответственно в вариантах нитрат и нитрат+пептон), превышает конструктивные потребности клетки (0,90 и 0,21) в 7,5 и 24,6 раза (табл. 1). Очевидно, аммиак образуется главным образом в результате энергетической (диссимиляционной) нитратредукции. Химизм этого процесса подобен ассимиляционному процессу восстановления нитрата, заканчивающемуся образованием аммиака, однако интенсивность выделения последнего при диссимиляции во много раз возрастает.

Т а б л и ц а 2

Распределение азота в различных формах при развитии чистых культур микроорганизмов кукурузного силоса

Культура	N клеточный, поступивший из				N—NH ₄ , образованный из			
	N—NO ₃		N пептона		N—NO ₃		N пептона	
	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%
Arthrobacter simplex	0,112	6,33	1,656	93,67	0	0	0	0
Bac. laterosporus	0,212	23,70	0,687	76,30	5,219	77,76	1,479	22,24
Дрожжи рода Candida	0,052	4,39	1,133	95,61	0	0	0	0

Диссимиляционная нитратредукция (мгN различных форм) на КС у микроорганизмов, выделенных из кукурузного силоса, в зависимости от условий аэрации

Культура	Микроаэрофильные				Аэробные		
	использовано N—NO ₃	образовано		потери из среды	использовано N—NO ₃	образовано	
		N—NO ₂	N—NH ₄			N—NO ₂	N—NH ₄
Arthrobacter simplex	28,50	0	0	27,95	26,25	20,20	0
Дрожжи родов:							
Rhodotorula	28,50	0	9,24	20,26	25,12	7,55	3,25
Candida	28,50	0	0	26,02	20,52	8,75	0
Bac. laterosporus:							
шт. 1	28,50	0	9,03	18,34	26,25	3,75	7,25
шт. 2	28,50	0	8,00	23,90	21,78	7,25	3,37
Erwinia carotovora:							
шт. 1	26,24	1,00	0	Не опр.	13,09	9,25	0
шт. 2	24,80	0,90	0	» »	13,12	8,00	0
Pseudomonas stutzeri	27,93	0,94	0	» »	18,23	13,23	0

Примечание. В 25 мл исходной среды содержалось 28,50 мг N—NO₃ (микроаэрофильные условия), 26,25 мг (аэробные условия).

Факт образования аммиака в ходе энергетической нитратредукции подтверждается тем, что большое количество аммиака образуется из исходного нитрата (32 % — на среде с пептоном, 54,9 % — на одном нитрате); доля клеточного азота незначительна (1,3 % к содержанию исходного нитрата на среде с пептоном и 7,3 % на одном нитрате); количество азота аммиака, образованного из нитрата, значительно превышает потребности клетки (табл. 1).

Аналогичные результаты были получены в Почвенном институте им. В. В. Докучаева Т. К. Ильиной с сотрудниками [5] при изучении химизма диссимиляционной нитратредукции у почвенных бацилл *Bac. filaris* и *Bac. polymyxa*.

При исследовании влияния аэрации на активность восстановления нитратов чисты-

ми культурами силосных микроорганизмов обнаружено накопление больших количеств нитратов уже на 1—3-и сутки развития на обеих средах как в аэробных, так и в микроаэрофильных условиях.

Из сравнения данных табл. 3 и 4 видно, что накопление нитратов на НБ значительно превышало таковое на КС. Потребление нитратов на обеих средах было интенсивным, но на КС — явно интенсивнее. Таким образом, для течения процессов денитрификации КС среда являлась более благоприятной поэтому мы и использовали ее для изучения химизма этого процесса у чистых культур микроорганизмов.

Результатом высокой денитрифицирующей активности культур на КС являются большие потери азота. Так, у *Arthrobac-*

Таблица 4

Диссимиляционная нитратредукция (мг N различных форм) на НБ у микроорганизмов, выделенных из кукурузного силоса, в зависимости от условий аэрации

Культура	Микроаэрофильные		Аэробные	
	использовано N—NO ₃	образовано N—NO ₂	использовано N—NO ₃	образовано N—NO ₂
Arthrobacter simplex	25,50	5,58	24,00	19,00
Дрожжи родов:				
Rhodotorula	25,09	0,07	20,09	15,50
Candida	25,50	5,25	23,61	22,50
Bac. laterosporus:				
шт. 1	24,96	17,00	16,60	15,00
шт. 2	25,16	23,50	23,66	20,50
Erwinia carotovora:				
шт. 1	25,50	4,25	23,35	20,50
шт. 2	25,50	3,50	23,51	20,00
Pseudomonas stutzeri	22,49	6,75	10,60	3,00

Примечание. В 25 мл исходной среды содержалось 25,50 мг N—NO₃ (микроаэрофильные условия), 24,00 мг (аэробные условия).

Диссимиляционная нитратредукция (мг N различных форм) у микроорганизмов, выделенных из кукурузного силоса, в зависимости от источника углерода

Источник углерода	В исходной среде		В конце опыта					потери N ₂ из среды
	N в среде		N в среде	использовано N—NO ₃	образовано			
	сумма фракций	по Йодльбауэру			N—NO ₃	N—NH ₂ OH	N—NH ₄	
<i>Arthrobacter simplex</i>								
Глюкоза	43,28	—	7,10	32,19	0	0	0	36,18
Сахароза	44,80	43,80	14,97	32,19	6,50	0	0	28,83
Лактоза	46,33	44,02	27,46	20,01	0,30	5,35	0	16,56
Крахмал	44,11	44,25	31,58	19,11	0,65	7,25	0	12,67
Молочная кислота	44,39	—	7,00	32,19	0	0	0	37,39
Уксусная кислота	44,29	43,97	24,71	17,51	1,50	0	0	19,26
Этанол	45,91	—	8,31	32,19	0	0	0	37,60
<i>Candida lipolytica</i>								
Глюкоза	43,42	42,19	38,98	7,69	2,10	2,15	0	3,21
Смесь дрожжей <i>Candida</i>								
Глюкоза	43,40	43,00	37,52	8,00	2,35	2,25	0	5,48
<i>Vac. laterosporus</i> , шт. 1								
Глюкоза	43,97	43,69	32,85	17,35	3,25	4,26	3,15	10,84
Сахароза	44,46	—	9,91	32,19	0	0	11,05	34,55
Лактоза	45,98	44,38	27,46	18,10	4,75	0	2,15	16,92
Крахмал	43,76	43,07	24,71	17,72	3,00	0	4,10	18,36
Молочная кислота	44,04	45,32	32,95	17,72	9,37	0	2,35	12,37
Уксусная кислота	43,94	43,90	24,97	16,72	0,31	0	3,03	18,93
Спирт	45,56	45,46	28,88	20,94	1,25	7,25	5,12	16,58
<i>Rhodotorula glutinis</i>								
Глюкоза	43,14	42,83	27,17	19,36	2,10	2,23	2,15	15,66
Смесь дрожжей <i>Rhodotorula</i>								
Глюкоза	43,17	42,00	28,37	18,19	1,12	2,25	2,83	13,63

Примечание. В 25 мл исходной среды содержалось 32,19 мг N—NO₃.

ter simplex они составили 98 %, у *Vac. laterosporus* — 64—84, у дрожжей — 71—91 %.

В ходе восстановления нитратов у споровой культуры и дрожжей *Rhodotorula* образуется аммонийный азот, причем этот процесс идет значительно интенсивнее в микроаэрофильных условиях, что свидетельствует о восстановлении нитратов до аммиака в ходе нитратного дыхания.

На обеих средах в аэробных условиях большинство культур не доводят до конца даже первую стадию восстановления нитратов. Уменьшение накопления нитратов в среде при недостатке кислорода говорит об увеличении денитрифицирующей способности чистых культур в данных условиях. Это положение подтверждает литературные данные о подавлении кислородом воздуха процесса диссимиляционной нитратредукции [6, 11].

Таким образом, в аэробных условиях снижаются газообразные потери азота и уменьшается образование аммонийной формы азота чистыми культурами микроорганизмов, выделенными из кукурузного силоса.

Как известно, силос — богатая среда для развития микроорганизмов. Однако каж-

дый вид микроорганизмов по-разному использует одни и те же источники углерода.

Нами изучалось влияние на процесс восстановления нитратов тех источников углерода, которых больше всего содержится в силосе. Глюкозу, сахарозу, лактозу, крахмал использовали в среде в концентрации 2 %, молочную кислоту — 0,5, уксуснокислый натрий — 0,25 %, этанол — 1 % об.

Предварительно определяли содержание общего азота в исходной среде с нитратом по Йодльбауэру и содержание азота в различных фракциях (N клеток и среды — по Кьельдалю, N нитратов — по Деварду), которые впоследствии суммировались. Сопоставление показателей, полученных двумя методами, показало совпадение результатов, поэтому в дальнейшем с целью упрощения определение азота в среде проводили главным образом по Йодльбауэру.

Arthrobacter simplex активно денитрифицировал нитрат на глюкозе, молочной кислоте, этаноле, газообразные потери были выше 80 % (табл. 5). Процесс протекал быстро, всего за 4 дня. На сахарозе также отмечалось полное потребление нитрата, но нитриты полностью не трансформировались. Потери азота из среды составляли при этом 66 %. На остальных источниках угле-

Диссимиляционная нитратредукция (мг N различных форм) у микроорганизмов, выделенных из кукурузного силоса, в зависимости от pH среды

Исходный pH среды	N в среде		Использовано N—NO ₂	Образовано			Потери N ₂ из среды
	исходной	в конца опыта		N—NO ₂	N—NH ₂ OH	N—NH ₄	
<i>Arthrobacter simplex</i>							
8	43,25	7,20	34,15	0	0	0	36,05
7	43,25	8,24	34,15	0	0	0	35,01
6	43,25	7,83	34,15	0	0	0	35,42
<i>Vac. laterosporus</i> , шт. 1							
8	45,03	13,29	34,15	0	0	8,15	31,74
7	45,03	18,54	27,85	1,25	0,77	5,60	26,49
6	45,03	23,49	25,28	4,23	0,77	2,15	21,54

Примечание. В 25 мл исходной среды содержалось 34,15 мг N — NO₃.

рода процесс денитрификации был менее интенсивным, в среде накапливались нитриты, гидросиламин. В течение инкубации на всех средах наблюдалось бурное газообразование.

В присутствии *Vac. laterosporus* наиболее интенсивно шел процесс на сахарозе, потери азота при этом достигали 78 % (табл. 5). На остальных средах он протекал значительно слабее, нитрат потреблялся примерно наполовину. Однако на всех источниках углерода отмечалось накопление аммонийного азота, причем наибольшее его количество обнаружено на среде с сахарозой, т. е. там, где потери азота были максимальными. Одновременное образование аммиака и газообразных форм азота является доказательством наличия двух путей нитратного дыхания у споровой бактерии. У дрожжей как в чистой, так и в смешанной культуре нитратное дыхание было только на глюкозе, при этом конечными продуктами восстановления нитрата являлись газообразные формы азота и аммоний, а промежуточными — нитриты и гидросиламин.

Важнейшим фактором, влияющим на скорость восстановления нитратов в энергетическом процессе и на состав конечных продуктов, является кислотность окружающей среды. Известно, что почвенные денитрификаторы резко снижают денитрифицирующую активность при pH ниже 5,5—5,0 [6,8]. Представляло интерес изучить влияние кислотности среды на процесс нитратного дыхания у силосных микроорганизмов.

Arthrobacter simplex активно осуществлял денитрификацию при pH 6—8 (табл. 6). Размеры потерь газообразного азота практически не зависели от кислотности среды. При pH 4—5 процесс прекращался, а нитраты сохранялись в первоначальном количестве. *Vac. laterosporus* полностью потребила нитрат при pH 8. Со снижением кислотности интенсивность процесса резко падала, причем уменьшались не только газообразные потери, но и выход аммиака.

У культуры дрожжей исследование влияния реакции среды на изучаемый процесс не проводилось, что было связано с полной потерей их способности к нитратредук-

ции в результате длительного хранения в лабораторных условиях.

Выводы

1. Восстановление нитрата неспоровой культурой *Arthrobacter simplex* происходило в ходе диссимиляции только до газообразного азота.

2. При диссимиляционном восстановлении нитрата споровой культурой *Bacillus laterosporus* одновременно с процессом денитрификации, заканчивающимся образованием газообразного азота, идет нитратное дыхание с накоплением аммиака. Добавление легкодоступного источника азота — пептона стимулирует процесс денитрификации.

3. Дрожжи рода *Candida* восстанавливают нитрат до газообразного азота, нитритов, гидросиламина. При длительном хранении в лабораторных условиях у них, как и у споровой культуры, активность диссимиляционной нитратредукции резко снижается.

4. Условия аэрации существенно влияют на интенсивность диссимиляционной нитратредукции у выделенных из силоса микроорганизмов, а также на состав конечных продуктов процесса. Дефицит кислорода стимулирует процесс нитратного дыхания, при этом возрастает накопление более восстановленных азотных продуктов и, что особенно важно, такого соединения, как аммиак (аммонийный азот).

5. У *Arthrobacter simplex* диссимиляционная нитратредукция идет с высокой скоростью при использовании в качестве энергетических субстратов всех испытанных источников углерода. В течение этого процесса отмечаются большие потери газообразного азота из среды. *Bacillus laterosporus* активно восстанавливает нитрат на среде с сахарозой на остальных источниках углерода нитратное дыхание замедленно, при этом образуются нитриты, гидросиламин, газообразный азот и аммиак. Дрожжи способны к диссимиляционной нитратредукции только на глюкозе.

6. В среде с нейтральной и слабощелочной реакцией в ходе диссимиляции происходит активное восстановление нитратов чистыми культурами микроорганизмов си-

лоса. С подкислением среды интенсивность процесса, газообразные потери азота и выход аммиака уменьшаются. При pH 5 диссимиляционная нитратредукция прекращается.

7. При силосовании кукурузы, содержа-

щей много нитратов, особенно необходима плотная и герметичная укладка массы. Это будет способствовать быстрому и более полному разложению нитратов и превращению их в усваиваемую жвачными животными аммонийную форму азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарев В. А. О содержании нитратов в кукурузе. — Ветеринария, 1964, № 11, с. 69—71. — 2. Жеребцов П. И., Солнцев А. И., Вракин В. Ф. О влиянии нитратов на обмен веществ у жвачных животных. — Химия в сельск. хоз-ве, 1966, № 1, с. 57—60. — 3. Зубрилин А. А., Мишустин Е. Н. Силосование кормов. М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 4. Ильина Т. К., Ходакова Р. Н. Изучение физиологических особенностей микроорганизмов, участвующих в энергетических процессах восстановления нитратов. — В сб.: Экология и физиолого-биохим. основы микробиол. превращения азота. — Матер. конф. 12—13 сентября 1972. Тарту. — 5. Ильина Т. К., Ходакова Р. Н. Химизм денитрифика-

ции у спороносных почвенных бактерий. — Микробиология, 1976, т. XLV, вып. 4, с. 602—605. — 6. Илялетдинов А. Н. Микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве. Алма-Ата: Наука, 1976. — 7. Скородинский З. П., Олейник З. Г. Нитраты и нитриты в кормлении животных. — Сельск. хоз-во за рубежом, сер. Животноводство, 1974, № 5, с. 12—18. — 8. Broadbent F. E. — In: Soil Nitrogen. Madison, 1965, p. 344—359. — 9. Joshi B. S., Prasad R.-J. Grassland Soc., 1977, vol. 32, p. 213—216. — 10. Lawrence T., Warder F. G., Asbford R. — Can. J. Plant Sci., 1968, vol. 48, N 1, p. 85—88. — 11. Sack L. E., Barker H. A. — J. Bacter., 1949, vol. 58, p. 11—12.

Статья поступила 6 сентября 1982 г.

SUMMARY

Microorganisms which are isolated from corn silage belong to different physiological groups, but possess general ability to intensive reduction of nitrates in the course of dissimilation. The sporogenous bacterium has certain peculiarity in the chemical process of dissimilative nitrate reducton. Alongside with the process of denitrification, producing gaseous nitrogen, nitrate respirator is going on with the accumulation of ammonia.

Environmental conditions influence the intensity and composition of final products of dissimilative nitrate reduction with microorganisms isolated from corn silage.

The process is going on actively up to pH 5. With higher pH values it is suppressed. Oxygen deficiency stimulates nitrates reduction and formation of more reduced nitrogenous products and ammonia as the most important one.