

Н. Н. КУЧИН, С. Н. ЗАВИВАЕВ,  
А. П. МАНСУРОВ, И. А. ШИШКИНА

## КАЧЕСТВО БРОЖЕНИЯ КОНСЕРВИРУЕМЫХ КОРМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

*Ключевые слова:* консервация многолетних трав, молочно кислые бактерии, брожение, силосование, биологические препараты.

*Аннотация.* Определено влияние биопрепаратов на основе молочно кислых бактерий на качество брожения консервируемых кормов. Данные исследования позволяют оптимизировать технологические процессы силосования кормов из бобовых и злаковых культур.

В эпифитной микрофлоре силосуемых кормов разные штаммы молочнокислых бактерий присутствуют в небольшом количестве, поэтому первая фаза спонтанного брожения проходит с преобладанием его нежелательных типов (1). Для интенсификации молочнокислого брожения, наиболее желательного для благоприятного протекания процесса консервирования, в силосуемое сырьё вносятся молочнокислые закваски (2).

Исследования по использованию биологических препаратов для консервирования кормов проводятся нами с 2002 года. Препараты для испытания, изготовленные по усовершенствованной биотехнологической схеме, позволяющей достигнуть концентрации микробных клеток в 1 мл до  $10^7$ , предоставлялись ООО «Биоавтоматика».

Объектом исследований были многолетние бобовые травы клевер луговой, люцерна посевная, козлятник восточный и смеси однолетних бобово-злаковых трав: вико-ячменная и люпино-ячменные 1 и 2, отличающиеся тем, что в составе посевной нормы в первом случае было 45, во втором – 30% люпина от полной. Многолетние травы силосовали в свежескошенном и провяленном в течение 36 часов виде при скашивании в фазы бутонизации и цветения, смеси – в фазы молочной, молочно-восковой и восковой спелости зерна ячменя. В качестве биоло-

гических препаратов при силосовании многолетних трав использовали одиночные штаммы гомоферментативных молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* (*L. lactis*), *Lactobacillus casei* (*L. casei*) и *Lactobacillus species* (*L. species*), при силосовании смесей однолетних трав Биосил НН, состоящий из равного количества штаммов бактерий *L. lactis* и *L. casei* отдельно *L. lactis*. Доза внесения препаратов 1л/40т. Методика закладки опытов в лабораторных условиях общепринятая (3-4). Качество брожения определяли по количеству и составу продуктов брожения, степени подкисления.

Анализ результатов исследований позволил установить, что продукты брожения и зависящая от их количества и состава степень подкисления консервируемого сырья, которой, главным образом, определяется сохранность корма, и его питательная ценность в течение продолжительного времени хранения, в силосах из многолетних бобовых трав с биопрепаратами в количественном выражении были близки к силосам с химическим консервантом МиБАС-К и имели лучшие качественные характеристики, чем силосы традиционной технологии приготовления (рис. 1).

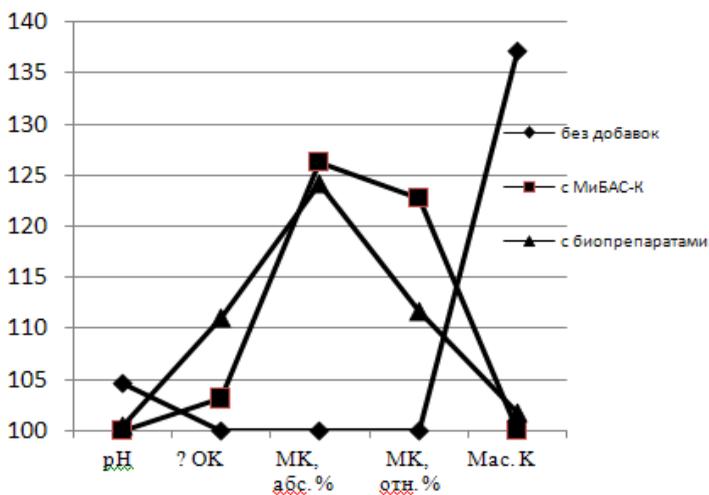


Рисунок 1 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки

Силосы с МиБАС-К превосходили силосы с биопрепаратами по абсолютному (МК, абс. %) и относительному (МК, отн. %) количеству

молочной кислоты, но уступали им по величине общего кислотообразования ( $\Sigma$  ОК) при примерном равенстве значений рН и количеству масляной кислоты (Мас. К). Силосы без добавок уступали силосам с био- и химпрепаратами как по общему объёму образующихся кислот (на 11,1-3,1 отн. %), так и по величине образования (на 24,1–26,3 отн. %) и массовой доле молочной кислоты среди общего количества кислот брожения (на 11,7–22,7%) и превосходили их по содержанию масляной кислоты (на 37,1–35,4 отн. %), что закономерно сопровождается худшим подкислением силосуемой массы (рис. 1).

Суммарный эффект от использования биопрепаратов при силосовании всех видов смесей однолетних бобово-злаковых трав сводилось к активизации общего кислотообразования (на 14,6–7,1 отн. %), в т.ч. накопления молочной кислоты (на 16,5–5,1 отн. %), и лучшему, благодаря этому, подкислению готового корма, т.е. повышению качества брожения (рис. 2).

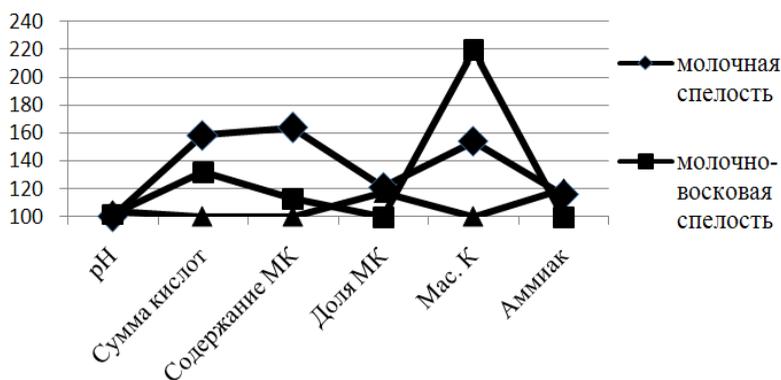


Рисунок 2 – Зависимость показателей качества брожения от условий консервирования смесей

Следовательно, использование биопрепаратов при силосовании многолетних бобовых трав и смесей однолетних бобово-злаковых трав приводило к улучшению качества брожения, заключающегося в увеличении, как общего объёма образования органических кислот, так и улучшению их качественного состава за счёт большего накопления молочной кислоты и её преобладания в совокупном количестве кислот брожения, благодаря чему ограничивалось маслянокислое брожение и улучшалось подкисление готовых кормов.

Перенесение сроков уборки травостоя с фазы бутонизации на фазу цветения не приводило к существенному улучшению результатов силосования при использовании всех видов консервирующих добавок. При применении биологических добавок подкисление сырья и образование масляной кислоты было примерно одинаковым. При использовании химического препарата МиБАС-К эти показатели даже ухудшались.

В силосах из сырья в фазе цветения, как правило, было меньше органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно на одном уровне её массовой доли в общем количестве органических кислот (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и срока скашивания травостоя

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		
			молочная		масляная кислота
			абс.	отн. %	
<b>Фаза бутонизации</b>					
Без добавок	4,95	15,6	7,35	47,1	2,33
С МиБАС-К	4,57	17,0	11,5	67,5	0,23
<i>СL. lactis</i>	4,90	16,8	10,6	63,3	0,79
<i>С L. species</i>	4,80	18,0	9,50	52,8	1,34
<i>С L. casei</i>	4,80	18,3	10,5	57,1	1,11
<b>Фаза цветения</b>					
Без добавок	5,13	13,2	7,15	54,2	0,76
С МиБАС-К	5,05	12,7	6,83	53,8	2,03
<i>СL. lactis</i>	4,80	15,3	8,23	53,8	1,03
<i>С L. species</i>	4,93	13,4	7,65	57,1	1,06
<i>С L. casei</i>	4,83	14,0	7,97	56,9	1,33

Увеличение содержания сухого вещества в смесях по мере повышения степени зрелости в них зерна ячменя приводило к снижению степени подкисления консервируемой массы, что сопровождалось также уменьшением образования в готовых кормах кислот брожения, в том числе молочной кислоты, как в абсолютных, так и в относительных величинах (рис. 3).

Степень подкисления силосов изменялась по этой причине в значительно меньшей степени. Наиболее активное противодействие маслянокислому брожению и протеолизу при силосовании смесей однолетних бобово-злаковых трав, особенно при поздних сроках скашивания, оказывало применение при силосовании биопрепарата *L. lactis*, тогда как при использовании комплексного биопрепарата Биосил НН оно было менее акцентированным (рис. 3).

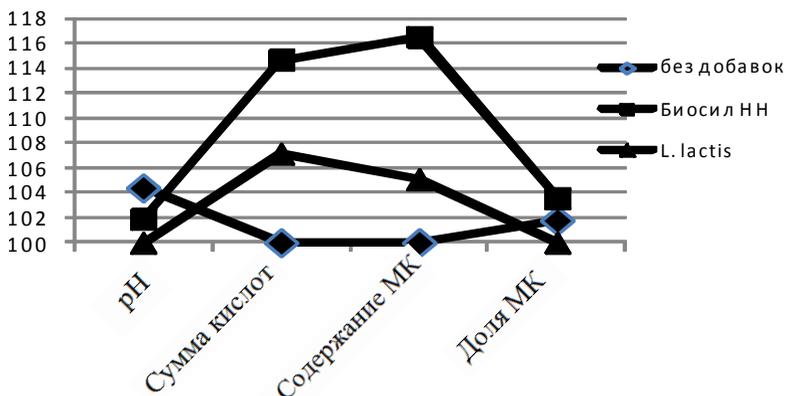


Рисунок 3 – Зависимость показателей качества брожения от фазы спелости зерна ячменя в составе смесей при проведении Силосования

Использование биопрепаратов приводило к повышению образования в силосах органических кислот от 10,6–15,4 до 11,0–19,3 (Биосил НН) и до 11,0–19,3 % (*L. lactis*) (табл. 2).

Количество молочной кислоты при этом увеличивалось от 8,0 – 12,0 до 8,1–15,6 и до 8,7–13,0 %, уксусной от 1,8–3,0 до 2,0–3,0 и до 2,4–3,6 % соответственно, в результате чего улучшалось подкисление силосов (снижение значения pH от 4,7–4,6 до 4,3–4,5 и до 4,1–4,4).

Степень подкисления силосуемой массы снижалась от раннего к более поздним срокам 4,12–4,36 до 4,44–4,62 ед. pH при уменьшении общего кислотообразования от 15,4–19,3 до 10,6–11,6 %, в том числе молочной от 12,0–15,6 до 8,0–8,7, уксусной от 3,0–3,6 до 1,8–2,4 % от сухого вещества.

По активизации кислотообразования, накоплению в силосах молочной и уксусной кислот, лучшие результаты получены от использования Биосила НН, по ограничению порочных типов брожения и про-

теолиза, лучшему подкислению – от *L. lactis*. Лучшее качество брожения при силосовании смесей однолетних бобово-злаковых трав отмечено в фазы молочной и восковой спелости зерна ячменя в их составе (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и срока скашивания травостоя (% от абсолютно-сухого вещества)

Показатели	Варианты силосования		
	без добавок	с Биосилом НН	с <i>L. lactis</i>
молочная спелость зерна ячменя			
рН	4,36	4,30	4,12
Органические кислоты всего	15,41	19,32	17,37
в т.ч.: молочная, абс.	12,01	15,56	13,01
отн.	78,0	80,5	74,8
уксусная	2,96	2,97	3,63
масляная	0,44	0,79	0,73
Аммиак	0,15	0,21	0,18
молочно-восковая спелость зерна ячменя			
рН	4,47	4,32	4,37
Органические кислоты всего	14,25	15,68	14,47
в т.ч.: молочная, абс.	9,34	10,53	9,85
отн.	65,5	67,2	68,1
уксусная	2,34	2,86	2,78
масляная	2,52	2,28	1,84
Аммиак	0,28	0,26	0,22
восковая спелость зерна ячменя			
рН	4,62	4,50	4,44
Органические кислоты всего	10,63	10,99	11,57
в т.ч.: молочная, абс.	8,03	8,13	8,66
отн.	75,5	74,0	74,8
уксусная	1,83	2,03	2,39
масляная	0,79	0,81	0,52
Аммиак	0,13	0,10	0,12

Следовательно, перенесение уборки трав на более поздние сроки уменьшало образование в приготовленных из них силосах органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно того же долевого участия её в общем объёме кислотообразования. Использование биопрепаратов позволяло сохранить качество брожения при перенесении сроков силосования многолетних бобовых трав с фазы бутонизации на фазу цветения при его ухудшении при традиционном способе приготовления силоса. Улучшению качества брожения способствовало силосование смесей однолетних трав в фазу молочной спелости зерна ячменя с *L. lactis* и в фазу восковой спелости зерна с Биосилом НН.

Наиболее заметное влияние на качество брожения оказывал вид силосуемого сырья (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и силосуемых трав

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		
			молочная		мас- ляная кис- лота
абс.	отн. %				
Клевер луговой					
Без добавок	4,70	18,7	11,0	58,9	0,125
С МиБАС-К	4,42	18,4	12,1	65,8	0,23
<i>CL. lactis</i>	4,30	17,7	13,6	76,8	0,05
<i>C L. species</i>	4,35	19,8	13,6	68,7	0,125
<i>C L. casei</i>	4,38	20,2	14,5	71,9	0,04
Люцерна посевная					
Без добавок	5,32	13,4	3,98	29,7	2,41
С МиБАС-К	5,10	14,2	7,45	52,5	1,62
<i>CL. lactis</i>	5,55	17,0	4,15	24,4	2,15
<i>C L. species</i>	5,40	13,3	3,60	27,1	3,12
<i>C L. casei</i>	5,40	15,2	5,32	35,0	3,35
Козлятник восточный					
Без добавок	5,10	11,0	6,75	61,4	1,79

Продолжение таблицы 3

С МиБАС-К	4,75	12,0	7,92	66,0	1,31
<i>CL. lactis</i>	4,70	13,7	10,55	77,0	0,50
<i>C L. species</i>	4,90	14,1	8,52	60,5	0,35
<i>C L. casei</i>	4,68	13,1	7,80	59,5	0,28

Наиболее качественные силосы получали из клевера лугового, силосы хорошего качества – из козлятника восточного и силосы низкого качества – из люцерны посевной. Особенно качество консервирования клевера и козлятника улучшалось от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*. Такие силосы были лучше подкислены за счёт большего образования кислот брожения, среди которых молочная кислота занимала преобладающее положение при ограниченном количестве масляной кислоты. По консервирующему действию эти препараты не уступали химическому консерванту МиБАС-К (табл. 3). Это послужило основанием для создания на их основе комплексного биопрепарата Биосил НН.

Благоприятные для проведения силосования условия создавало использование люпино-ячменных смесей (рис. 4).

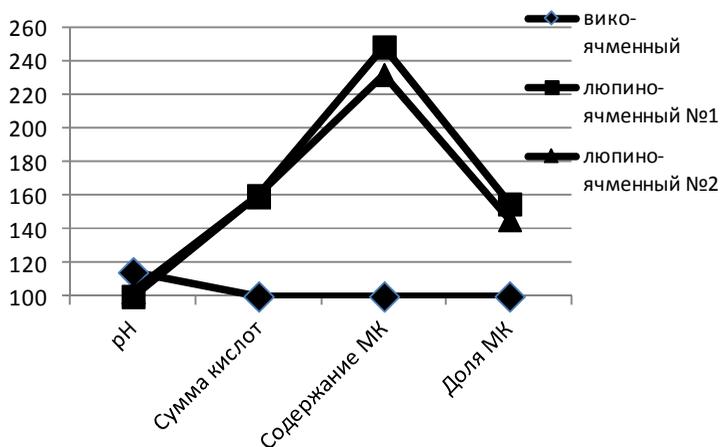


Рисунок 4 – Зависимость показателей качества брожения от вида консервируемых смесей

Силосы из этих смесей имели в своём составе больше органических кислот. Особенно важным было преобладание среди них молочной кислоты – главного фактора успешного силосования, благодаря чему такие силосы были более кислыми, что обеспечивает стабильность таких кормов при длительном хранении.

При прочих равных условиях (используемые добавки, сроки скашивания смесей) лучшие результаты получали при силосовании ячменно-люпиновой смеси №1. Силосы из люпино-ячменной смеси №2 имели наиболее высокое содержание аммиачного азота, из вико-ячменной смеси – масляной кислоты (табл. 4).

Наиболее эффективно подкисление вико-ячменной происходило при внесении в консервируемое сырье Биосила НН, люпино-ячменной – амилолитического стрептококка *L. lactis*.

Таблица 4 – Влияние вида консервирующей добавки и силосуемого сырья на состав и количество продуктов брожения (% от абсолютно-сухого вещества)

Показатели	Варианты силосования		
	без добавок	с Биосилом НН	с <i>L. lactis</i>
Вико-ячменная смесь			
рН	4,87	4,57	4,64
Органические кислоты всего	9,89	11,30	10,38
в т.ч.: молочная, абс.	5,18	6,28	5,49
отн.	52,4	55,6	56,6
уксусная	1,65	1,91	2,23
масляная	3,06	3,11	2,66
Аммиак	0,15	0,19	0,12

Продолжение таблицы 4

Люпино-ячменная смесь №1			
рН	4,41	4,31	3,97
Органические кислоты всего	13,87	17,82	17,76
в т.ч.: молочная, абс.	11,28	14,58	14,59
отн.	81,3	81,7	82,2
уксусная	2,30	3,24	3,17
масляная	0,29	0	0
Аммиак	0,21	0,19	0,21
Люпино-ячменная смесь №2			
рН	4,16	4,24	4,21
Органические кислоты всего	16,52	16,80	15,33
в т.ч.: молочная, абс.	12,93	13,35	11,49
отн.	78,2	79,5	75,0
уксусная	3,19	2,69	3,40
масляная	0,40	0,76	0,43
Аммиак	0,21	0,19	0,18

Следовательно, из многолетних бобовых трав лучшее качество брожения обеспечивалось использованием в качестве силосуемого сырья клевера лугового, хорошее – козлятника восточного и плохое – люцерны посевной.

Результаты силосования улучшались от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*, действие которых на состав продуктов брожения было сопоставимо с влиянием химического препарата МиБАС-К. Из одно-

летних бобово-злаковых трав для силосования лучше подходили люпино-ячменные смеси, особенно люпино-ячменная смесь 1 с *L. lactis*. Качество брожения при силосовании вико-ячменной смеси существенно улучшалось от использования Биосила НН.

Проведение 36-часового провяливания улучшало условия силосования трав: сырьё лучше подкислялось, несмотря на меньшее образование органических кислот, в особенности масляной, возрастала доля молочной кислоты в общем количестве кислот брожения (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость качества брожения от вида консервирующей добавки и способа подготовки сырья к силосованию

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		масляная кислота
			молочная		
			абс.	отн. %	
свежескошенное					
Без добавок	5,08	15,4	6,92	44,4	1,90
С МиБАС-К	4,90	16,0	10,1	60,0	1,99
<i>СL. lactis</i>	4,85	16,1	9,43	59,2	0,90
<i>С L. species</i>	4,97	17,0	8,67	49,0	2,35
<i>С L. casei</i>	4,97	18,0	9,28	55,5	2,39
проявленное					
Без добавок	5,00	13,4	7,58	58,2	1,19
С МиБАС-К	4,75	13,7	8,22	63,6	0,27
<i>С L. species</i>	4,75	14,4	8,48	58,8	0,04
<i>С L. casei</i>	4,67	14,4	9,15	63,0	0,05

Подкисление свежескошенного сырья при силосовании с химическим консервантом и биодобавками в сравнении с традиционной технологией, хотя и улучшало подкисление готовых силосов за счёт большего образования органических кислот, в том числе молочной, однако не доводило значения рН до оптимальных величин. Кроме *L. lactis* ни один из применяемых препаратов не препятствовал накоплению масляной кислоты в избыточном количестве. Примерно таким же действием обладали консервирующие добавки при силосовании проявленного сырья, однако в этом случае масляной кислоты в готовых силосах было значительно меньше, особенно при использовании биодобавок (табл. 5).

По комплексу показателей качества брожения оптимальным составом биопрепарата из штаммов молочнокислых бактерий *L. lactis* и *L. casei* определён препарат с соотношением компонентов 1:1, который получил название Биосил НН. Силосование клевера лугового с этим биопрепаратом способствовало ограничению порочных типов брожения, выразившихся в уменьшении накопления в готовом силосе уксусной и масляной кислот, и улучшало подкисление готового корма. При силосовании люцерны биопрепарат активизировал кислотообразование, в том числе синтез молочной кислоты, благодаря чему улучшалось подкисление корма (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние разных соотношений штаммов молочнокислых бактерий на кислотность и кислотный состав силосов

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от СВ			
		всего	в том числе		
			молочная		масляная кислота
			абс.	отн. %	
Клевер луговой					
Без добавок	4,33±0,0 1	20,5±1,4	16,0±1,2	78,1	1,05±0,50
<i>L. lactis</i> (75%) + <i>L. casei</i> (25%)	4,03±0,0 2***	14,9±0,9 5*	12,0±0,2 1**	80,8	0
<i>L. lactis</i> (50%) + <i>L. casei</i> (50%)	4,08±0,0 2***	14,2±0,3 9**	12,6±0,3 2**	88,3	0

Продолжение таблицы 6

L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,02±0,0 1***	13,2±0,3 4***	12,0±0,2 3**	90,5	0,18±0,03
Люцерна посевная					
Без добавок	4,33±0,0 1	13,4±0,7 4	10,0±0,4 7	74,8	0,19±0,07
L. lactis (75%) + L. casei (25%)	4,30±0,0 5	14,8±1,1	10,9±0,6 0	73,4	0,41±0,29
L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,43±0,0 3	13,4±0,1 2	9,3±0,38	69,5	0,11±0,11
L. lactis (50%) + L. casei (50%)	4,40±0,0 5	16,2±1,5	12,1±1,2 5	74,6	0,26±0,05

Примечание: \*-  $P \leq 0,10$ ; \*\* -  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,01$

В результате корреляционного анализа была установлена тесная корреляционная зависимость значения pH от содержания молочной кислоты в силосах, а также размера общего кислотообразования (соответственно  $r = -0,63$  и  $-0,90$ ;  $P < 0,01$ ), что указывает на ведущую роль молочной кислоты в процессе консервирования силосуемых кормов, а также на ее доминирование в общем кислотообразовании при благоприятных условиях приготовления силоса. Также установлена прямая связь масляной кислоты с показателем pH ( $r = +0,63$ ;  $P < 0,01$ ). Такой характер взаимосвязи данных показателей указывает на раскисляющее действие продуктов распада в силосе. Естественна также обратная корреляционная зависимость содержания масляной кислоты от молочной ( $r = -0,60$ ;  $P < 0,01$ ) – важнейшим подкисляющим фактором.

Таким образом, использование биопрепаратов улучшало качество брожения, увеличивая общий объём образования органических кислот и улучшая их качественный состав за счёт большего накопления молочной кислоты и её преобладания в совокупном количестве кислот брожения. Благодаря этому ограничивалось масляно кислое брожение и улучшалось подкисление готовых кормов. Более поздняя уборка трав для силосования уменьшала образование в силосах органических кислот, в том числе молочной, при сохранении примерно равного долевого участия в общем объёме кислотообразования. При этом биопрепараты сохраняли качество брожения при приготовлении

силосов из многолетних бобовых трав. Улучшению качества брожения способствовало силосование смесей однолетних трав в фазу молочной спелости зерна ячменя с *L. lactis* и в фазу восковой спелости зерна с Биосилом НН. Лучшее качество брожения обеспечивало использование для силосования клевера лугового, хорошее – козлятника восточного и плохое – люцерны посевной. Результаты силосования улучшались от использования биопрепаратов *L. lactis* и *L. casei*, действие которых на состав продуктов брожения было сопоставимо с влиянием химического препарата МиБАС-К. Из однолетних бобово-злаковых трав для силосования лучше подходили люпино-ячменные смеси, особенно люпино-ячменная смесь 1 с *L. lactis*. Качество брожения при силосовании вико-ячменной смеси существенно улучшалось от использования Биосила НН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барнет А. Дж. Процессы брожения в силосе. / Пер. с англ. К.И. Рябова; Под общ.ред. А. А. Зубрилина. М.: Изд. Иностранной литературы, 1955. 255 с.
2. Мишустин Е. Н. Микробиология. М.: Колос, 1978. С. 324 – 332.
3. Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании. Дубровицы, 1983. 17 с.
4. Методическими указаниями о проведении опытов по силосованию кормов. М., 1969. 13 с.

#### QUALITY CANNED FERMENTATION FEED THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS BASED LACTIC ACID BACTERIA

*Keywords:* conservation of perennial grasses, lactic acid bacteria, fermentation, silage, biological preparations.

*The summary.* The influence of biological products based on lactic acid bacteria on the fermentation quality of canned food. These studies will optimize the technological processes of ensiling forage legumes and cereals.

---

**КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ** – д.с.-х.н., профессор кафедры основы сельского хозяйства, химии и экологии ГБОУ ВПО НГИЭИ, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

**ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ** – к.в.н., заведующий ка-

федрой основы сельского хозяйства, химии и экологии ГБОУ ВПО НГИЭИ, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

**ШИШКИНА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА** – к.с.х.н., доцент кафедры механизация переработки продукции животноводства ФГБОУ ВПО НГСХА, Россия, Нижний Новгород, (osnovsh@yandex.ru).

**KUCHIN NIKOLAY NIKOLAEVICH** – the doctor of agricultural sciences, the professor of the chair of bases of agriculture, chemistry and ecology of the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

**ZAVIVAYEV SERGEY NIKOLAYEVICH** – к.в.н., head of the department Bases of agriculture, chemistry and ecology GBOU VPO NGIEI, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

**SHISHKINA IRINA ANATOLIEVNA** – к.с.х.н., assistant professor of Mechanization processing of livestock products FGBOU VPO NGSKHA, Russia, Nizhny Novgorod, (osnovsh@yandex.ru).

**МАНСУРОВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ** – к.с.х.н., профессор кафедры Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО НГСХА, Россия, Нижний Новгород, (osnovsh@yandex.ru).

**MANSUROV Alexander Petrovich** – к.с.х.н., Professor of Technology of storage and processing of agricultural products FGBOU VPO NGSKHA, Russia, Nizhny Novgorod, (osnovsh@yandex.ru).

---