

УДК 636.085: 631.563.8

СИЛОСУЕМОСТЬ ВИКО- И ЛЮПИНО-ЯЧМЕННЫХ СМЕСЕЙ В ФАЗУ МОЛОЧНО-ВОСКОВОЙ СПЕЛОСТИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

© 2013 г.

Н.Н. Кучин¹, А.П. Мансуров², И.А. Шишкина²

¹Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

ar.mansurow@yandex.ru

Поступила в редакцию 29.01.2013

Рассмотрены результаты силосования смесей однолетних бобово-злаковых трав в фазе молочно-восковой спелости зерна злакового компонента с использованием биологических препаратов. Определена степень влияния вида препаратов и состава смесей на качество брожения и химический состав готового корма.

Ключевые слова: смеси вики и люпина с ячменем, Биосил НН, *L. lactis*, кислотность, молочная, уксусная и масляная кислоты, аммиак, химический состав.

Введение

Технологические свойства однолетних трав, как сырья для силосования, изменяются в зависимости от их вида и времени уборки. Лучшей силосуемостью обладают зернофуражные культуры (овес, ячмень), худшей – зернобобовые (вика, люпин, соя, бобы и др.) [1]. Питательная ценность однолетних трав снижается до фазы начала формирования зерна, после чего частично компенсируется за счет зернового компонента урожая. Максимальный выход обменной энергии в урожае этих культур отмечается при завершении фазы молочно-восковой и до середины фазы восковой спелости зерна [2]. Зернофуражные культуры имеют хорошую силосуемость в течение всего вегетационного периода. Однако на ранних стадиях развития результаты их силосования бывают не всегда удовлетворительными, что связано с высокой влажностью, повышенным содержанием протеина и низкой концентрацией сахара в натуральной массе. Поэтому хороший силос из такого сырья можно получить только после их предварительного провяливания [1]. В фазы формирования и налива зерна влажность растений становится оптимальной для силосования, содержание сахара в них также увеличивается, что создает предпосылки для заготовки хорошего силоса [3].

Зернобобовые культуры в ранние фазы развития являются трудносилосуемым или не силосуемым сырьем. Приготовить из них в эти сроки можно либо сенаж (после провяливания до влажности 40–60%), либо химически консервированный корм (после провяливания до влажности 70–75%) [2]. В фазы формирования зерна их силосуемость улучшается, однако при

силосовании могут возникнуть проблемы с обеспечением необходимого для надежного консервирования качества брожения [4, 5]. Бобово-злаковые смеси однолетних трав имеют лучшую силосуемость [1], однако и в этом случае из-за опасности накопления некоторого количества масляной кислоты целесообразно использовать биопрепараты [3].

В связи с этим, в задачи нашего исследования входило изучение качества брожения вико- и люпино-ячменных смесей в фазе молочно-восковой спелости зерна злакового компонента, изменений химического состава и питательной ценности готовых силосов при традиционном способе их приготовления и с использованием биодобавок.

Экспериментальная часть

Исследования выполнялись на базе Нижегородской ГСХА. Объектом исследований были вико-ячменная и люпино-ячменные смеси № 1 и № 2, последние отличались тем, что в составе посевной нормы в первом случае было 45, во втором – 30% люпина. Смеси силосовали в фазу молочно-восковой спелости зерна ячменя традиционным способом и с использованием биологических препаратов Биосила НН, состоящего из равного количества штаммов гомоферментативных молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* (*L. lactis*) и *Lactobacillus casei* (*L. casei*), и отдельно *L. lactis*. Доза внесения препаратов 1 л/40 т. Методика закладки опытов в лабораторных условиях общепринятая [6]. Качество брожения определяли по количеству и составу продуктов брожения, степени подкисления. Для контроля изменений химического состава его определяли в исходной массе и готовых силосах.

Таблица 1

Общее количество кислот брожения, в том числе молочной, и степень подкисления готовых силосов из смесей в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя

Вариант силосования	рН	Органические кислоты, % от сухого вещества		
		всего	в том числе молочная	
			абс. %	отн. %
Вико-ячменная смесь				
Без добавок	5.3±0.06	11.80±1.19	2.94±0.62	24.9
С Биосилом НН	4.95±0.05*	13.18±1.32	4.10±0.41	31.1
С <i>L. lactis</i>	5.10±0.06*	11.17±0.34	3.07±0.09	27.5
Люпино-ячменная смесь № 1				
Без добавок	4.0±0.03	15.88±0.69	13.10±1.04	82.5
С Биосилом НН	4.05±0.02	16.41±1.14	12.62±1.26	76.9
С <i>L. lactis</i>	3.90±0.04	14.98±1.41	12.15±1.16	81.1
Люпино-ячменная смесь № 2				
Без добавок	4.10±0.04	15.07±0.87	11.97±0.65	79.4
С Биосилом НН	3.95±0.05	17.75±1.65	14.87±1.42	83.8
С <i>L. lactis</i>	3.90±0.05	15.39±1.72	12.34±1.28	80.2

* $p < 0.05$.

Результаты и их обсуждение

Показатели, характеризующие надежность консервирования корма способом силосования, при использовании для этих целей биопрепаратов, вносимых в силосуемую массу смесей однолетних бобово-ячменных смесей в фазу молочно-восковой спелости злакового компонента, имели различные значения в зависимости от вида смесей и варианта консервирования (табл. 1). Так, их внесение в вико-ячменную смесь улучшало степень подкисления готовых силосов на 0.2–0.35 ед. рН ($p \leq 0.05$) благодаря, главным образом, большому абсолютному и относительному количеству молочной кислоты. Несмотря на это, показатели подкисления и массовой доли молочной кислоты в общем количестве кислот брожения всех силосов из вико-ячменной смеси находились за пределами требований к качественному корму.

Влияние биопрепаратов на процессы кислотообразования и подкисление силосов из люпино-ячменных смесей было еще менее существенным и определенным (табл. 1). Можно отметить лишь тенденцию улучшения качества брожения при силосовании люпино-ячменной смеси № 2, выражающуюся в увеличении долевого участия молочной кислоты в процессах кислотообразования и, благодаря этому, в более кислой реакции среды готового корма. Следует отметить, что меньшее влияние биопрепаратов на рассматриваемые показатели получено на фоне благоприятных условий силосования люпино-ячменных смесей методом спонтанного брожения, в результате которого были получены в целом оптимальные результаты консервирования.

Силосование вико-ячменной смеси с биопрепаратами не приводило к существенным из-

менениям содержания уксусной и масляной кислот, причем концентрация последней в сухом веществе была значительно выше нормальных требований к стандартному корму. Содержание аммиака снижалось лишь при использовании препарата *L. lactis* ($p < 0.01$), что, вероятно, связано с несколько меньшим содержанием масляной кислоты в этом силосе (табл. 2).

В силосах из люпино-ячменной смеси № 1 с биопрепаратами отмечалось более высокое содержание уксусной кислоты ($p < 0.10$ – 0.01) и отсутствие масляной кислоты в сравнении с силосом без добавок. Достоверное уменьшение уровня аммиака ($p < 0.05$) зафиксировано лишь в силосе с *L. lactis*.

При силосовании люпино-ячменной смеси № 2 заметного влияния биопрепаратов на уровень содержания уксусной и масляной кислот, а также образования аммиачного азота не зафиксировано (табл. 2).

Наглядное представление о тенденциях изменений отдельных показателей качества брожения в зависимости от способа консервирования смесей дает рис. 1. Он показывает, что влияние биопрепарата Биосил НН на качество брожения в среднем по всем видам сырья заключалось в увеличении в готовых силосах количества органических кислот, в том числе молочной и уксусной, некоторого повышения массовой доли молочной кислоты и улучшения подкисления при заметном ограничении маслянокислого брожения и образования аммиака. Иными словами, качество брожения в этом случае существенно улучшалось. *L. lactis* стимулировал дополнительный синтез уксусной кислоты и в наибольшей мере ограничивал порочные типы брожения, т.е. его действие на процесс силосования также было положительным.

Таблица 2

**Количество уксусной и масляной кислот и аммиачного азота
в силосах из смесей в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя**

Вариант силосования	Органические кислоты, % от СВ		Аммиак
	уксусная	масляная	
Вико-ячменная смесь			
Без добавок	1.97±0.58	6.89±0.77	0.24±0.01
С Биосилом НН	2.24±0.48	6.84±1.20	0.25±0.02
С <i>L. lactis</i>	2.57±0.32	5.53±0.12	0.12±0.004***
Люпино-ячменная смесь № 1			
Без добавок	2.10±0.15	0.68±0.46	0.38±0.03
С Биосилом НН	3.79±0.14***	0	0.33±0.02
С <i>L. lactis</i>	2.83±0.25*	0	0.23±0.02**
Люпино-ячменная смесь № 2			
Без добавок	2.95±0.47	0	0.23±0.02
С Биосилом НН	2.59±0.22	0	0.19±0.01
С <i>L. lactis</i>	2.93±0.59	0	0.32±0.03*

* $p \leq 0.10$; ** $p \leq 0.05$; *** $p \leq 0.01$.

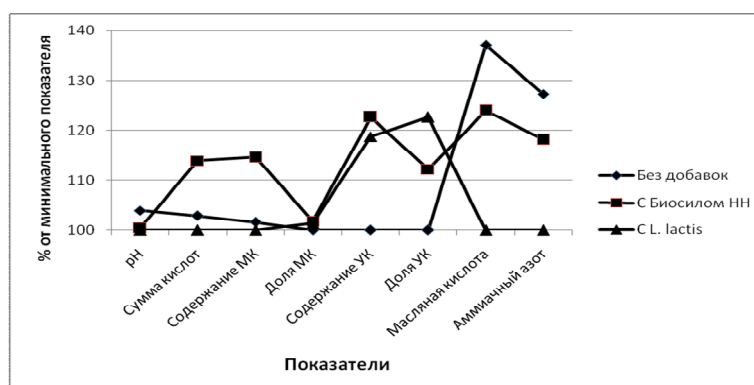


Рис. 1. Влияние биопрепаратов на качество брожения

Вид силосуемого сырья оказывал значительно большее влияние на отдельные показатели качества брожения, чем применяемые биопрепараты. В целом люпино-ячменные смеси были лучшим сырьем для приготовления силоса в фазу молочно-восковой спелости зерна ячменя. Из них получали силос с оптимальной кислотностью, в котором среди кислот брожения молочная кислота занимала доминирующее положение ($> 80\%$), а масляная кислота либо полностью отсутствовала (силосы с биопрепаратами), либо обнаруживалась в незначительном количестве (силос без добавок из смеси № 1). По всем этим показателям они существенно превосходили вико-ячменный силос (рис. 2), который имел неудовлетворительные результаты брожения. Вероятной причиной неудовлетворительных результатов силосования вико-ячменной смеси, убираемой в указанные сроки, могла стать недостаточно высокая концентрация водорастворимого сахара в растениях, связанная с его оттоком в зерно и переводом в крахмал, что усугублялось также тем, что силосуемая масса к этому времени не достигла оп-

тимальной для проведения силосования влажности (70–75%). Влажность люпино-ячменных смесей также была высокой, но люпин как минимум на одну фазу отставал в своем развитии от вики, поэтому, очевидно, содержал значительно больше сахара, что и предопределило получение из такого сырья силоса хорошего качества.

Силосы из вико-ячменной смеси в фазу молочно-восковой спелости зерна ячменя имели примерно одинаковое содержание сухого вещества. По содержанию сырой клетчатки и сырой золы силосы с биопрепаратами уступали силосу без добавок, причем по содержанию клетчатки силос с Биосилом НН, а по содержанию сырой золы силос с *L. lactis* – с наименьшей степенью достоверности ($p < 0.10$) (табл. 3). По сравнению с исходной массой в силосах наблюдалось относительное уменьшение содержания сухого вещества, а в его составе – повышение содержания сырой клетчатки и сырой золы. Особенно значимым и достоверным ($p < 0.05–0.01$) при этом были лишь изменения содержания сырой клетчатки.

Таблица 3

**Химический состав готовых силосов из смесей
в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя**

Вариант силосования	Сухое вещество	Состав сухого вещества, %	
		сырая клетчатка	сырая зола
Вико-ячменная смесь			
Без добавок	22.8±0.53	36.1±1.30	9.39±0.29
С Биосилом НН	22.2±0.71	32.8±0.66*	8.52±0.31
С <i>L. lactis</i>	21.2±0.70	34.3±1.69	8.01±0.52*
Люпино-ячменная смесь № 1			
Без добавок	15.0±0.13	31.4±0.89	9.82±0.01
С Биосилом НН	14.1±0.18**	30.2±1.02	8.73±0.19***
С <i>L. lactis</i>	17.5±1.16*	29.0±0.44*	8.01±0.11***
Люпино-ячменная смесь № 2			
Без добавок	14.8±0.89	29.1±0.78	11.28±0.39
С Биосилом НН	13.2±0.25	30.3±1.17	9.96±0.65
С <i>L. lactis</i>	14.5±0.67	30.5±1.67	9.65±0.60*

* $p \leq 0.10$; ** $p \leq 0.05$; *** $p \leq 0.01$.

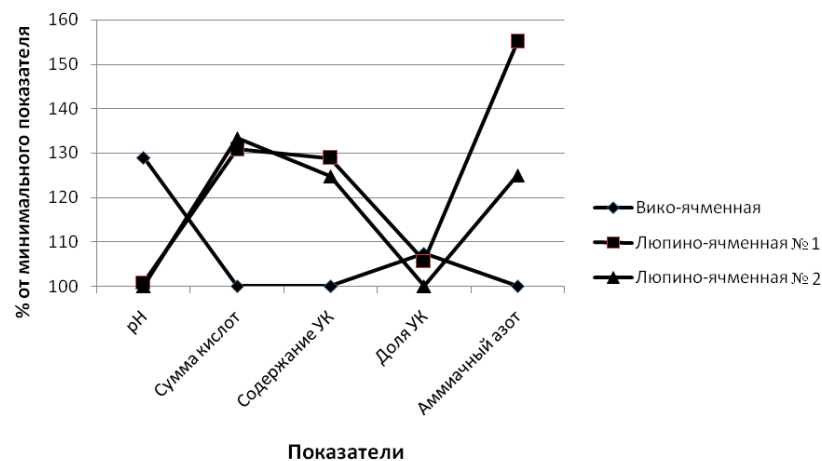


Рис. 2. Влияние вида смесей на качество брожения

Использование биопрепаратов при силосовании люпино-ячменной смеси № 1 снижало содержание сухого вещества при использовании Биосила НН ($p < 0.05$) и повышало его при использовании *L. lactis* ($p < 0.10$), а также уменьшало концентрацию сырой клетчатки и сырой золы в сухом веществе, причем в последнем случае высоко достоверно ($p < 0.01$). По сравнению с исходной массой в силосе с *L. lactis* было больше сухого вещества и во всех силосах – сырой клетчатки и сырой золы ($p < 0.05-0.01$).

При силосовании люпино-ячменной смеси № 2 в фазе молочно-восковой смеси зерна ячменя существенных различий готовых силосов по содержанию сухого вещества, сырой клетчатки и сырой золы между вариантами не отмечалось (табл. 3). В основном силосы превосходили исходное сырье по содержанию веществ наиболее стабильного химического состава. Однако это превосходство существенным было лишь по сырой клетчатке и сырой золе в силосе без добавок.

Силосование вико-ячменной смеси в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя с биопрепаратами приводило к недостоверному снижению содержания сырого протеина и повышению содержания БЭВ. Содержание сырого жира во всех силосах находилось примерно на одном уровне (табл. 4). Исходное сырье в составе сухого вещества содержало больше сырого протеина ($p < 0.05-0.01$) и БЭВ ($p < 0.05-0.01$) и меньше сырого жира ($p < 0.01$), чем готовые силосы.

Силосы из люпино-ячменной смеси № 1 с биопрепаратами превосходили силос без добавок по содержанию сырого жира и БЭВ, причем силос с Биосилом НН по содержанию БЭВ достоверно ($p < 0.05$). По содержанию сырого протеина имела тенденция его увеличения в силосе с Биосилом НН и уменьшения в силосе с *L. lactis*. В исходном сырье для силосования содержалось меньше сырого протеина и сырого жира (в силосах с биопрепаратами $p < 0.01$) и больше БЭВ ($p < 0.01$), чем в готовых силосах.

Таблица 4

**Протеин, жир и БЭВ в силосах из смесей
в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя**

Вариант силосования	В сухом веществе, %		
	Сырой протеин	Сырой жир	БЭВ
Вико-ячменная смесь			
Без добавок	12.0±0.79	3.25±0.11	39.6±1.47
С Биосилом НН	11.4±0.63	3.23±0.14	44.0±1.63
С <i>L. lactis</i>	11.7±0.10	3.27±0.20	42.7±1.29
Люпино-ячменная смесь № 1			
Без добавок	16.8±1.35	3.78±0.64	38.1±1.20
С Биосилом НН	17.2±0.81	4.92±0.43	38.9±1.15
С <i>L. lactis</i>	16.4±1.31	4.15±0.23	42.6±0.99**
Люпино-ячменная смесь № 2			
Без добавок	16.4±0.88	3.76±0.21	39.5±1.28
С Биосилом НН	18.4±0.22*	5.88±0.41***	35.4±1.34*
С <i>L. lactis</i>	16.5±0.70	4.10±0.51	39.3±0.51

* $p \leq 0.10$; ** $p \leq 0.05$; *** $p \leq 0.01$.

Силос из люпино-ячменной смеси № 2 без добавок уступал силосам с биопрепаратами по содержанию сырого протеина и сырого жира и превосходил их по содержанию БЭВ (табл. 4), причем разница с силосом с Биосилом НН статистически достоверна ($p < 0.10-0.01$). По отношению к исходному сырью в силосах содержалось больше сырого жира ($p < 0.10-0.01$) и меньше БЭВ ($p < 0.01$). По содержанию сырого протеина достоверных различий не отмечалось.

Нами был проведен корреляционный анализ взаимосвязей показателей качества брожения и химического состава силосов из смесей однолетних трав в фазу молочно-восковой спелости злакового компонента. Наиболее важным показателем качества брожения служит степень подкисления силосуемой массы, измеряемая значением рН, снижение которого указывает на усиление подкисления. Проведенный анализ показал достоверную обратную зависимость этого показателя от количества образовавшейся молочной кислоты ($r = -0.95$; $p < 0.01$) и ее долевого участия в общем кислотообразовании ($r = 0.98$; $p < 0.01$), от объема общего кислотообразования ($r = -0.85$; $p < 0.01$) и, в меньшей мере, от синтеза уксусной кислоты ($r = -0.57$; $p < 0.10$). Процесс подкисления блокировался повышением образования масляной кислоты ($r = 0.98$; $p < 0.01$). Указанные взаимосвязи совпадают с классическими положениями теории силосования, согласно которым главным консервирующим фактором при силосовании является молочнокислое брожение, основным продуктом которого является молочная кислота. Чем ближе молочнокислое брожение к гомоферментативному типу, т.е. чем больше среди кислот брожения молочной кислоты, тем эффективнее проходит процесс подкисления. Масляная кислота не вырабатывается в кислой среде, а ее

наличие говорит о медленном и недостаточном подкислении силосной массы. Повышение размера образования молочной кислоты в силосах сопровождалось адекватным увеличением содержания уксусной кислоты и уменьшением синтеза масляной кислоты ($r = -0.98$; $p < 0.01$), что указывает на антагонистические отношения между этими показателями при приготвлении кормов по стандартной силосной технологии.

В процессах брожения в первую очередь расходуются легкогидролизуемые углеводы, входящие во фракцию безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). По этой причине происходит относительное увеличение стабильных показателей химического состава. Поэтому чем меньше сохранялось в силосах БЭВ, тем больше в них было сырой клетчатки ($r = -0.80$; $p < 0.01$) и сырой золы ($r = -0.82$; $p < 0.01$).

Содержание в силосах сухого вещества – наиболее простого элемента для определения в производственных условиях – имеет прямое отношение к качеству брожения и их питательной ценности. Наши исследования еще раз подтвердили, что повышение его уровня приводит к сокращению общего кислотообразования ($r = -0.72$; $p < 0.02$), в том числе накопления молочной ($r = -0.80$; $p < 0.01$) и уксусной кислот ($r = -0.64$; $p < 0.05$), снижению доли молочной кислоты в суммарном количестве органических кислот ($r = -0.84$; $p < 0.01$), что закономерно приводит к ухудшению подкисления корма. Следствием этого могло стать уменьшение содержания в силосах обменной энергии, кальция и каротина ($r = 0.83-0.85$; $p < 0.01$), т.е. снижение питательной ценности.

Заключение

Показано, что использование биопрепаратов при силосовании бобово-ячменных смесей од-

нолетних трав в фазу молочно-восковой спелости зерна ячменя улучшает показатели качества брожения по сравнению с традиционным способом консервирования, причем при внесении в вико-ячменную смесь лучший результат давало применение Биосила НН, при внесении в люпино-ячменные смеси – *L. lactis*.

Установлено, что биопрепараты не оказывают заметного влияния на размеры образования нежелательных продуктов брожения в силосах из люпино-ячменной смеси № 2 и в силосах из вико-ячменной смеси, кроме снижения содержания аммиака в силосе из вико-ячменной смеси с *L. lactis*. В силосах из люпино-ячменной смеси № 1 биопрепараты устраняли образование масляной кислоты, а *L. lactis* резко снижал содержание аммиака.

Силосы из вико-ячменной смеси в фазе молочно-восковой спелости зерна ячменя с биопрепаратами имели примерно одинаковое содержание сухого вещества и меньшее содержание сырой клетчатки в сравнении с силосом без добавок. Силос из люпино-ячменной смеси № 1 с *L. lactis* содержал больше сухого вещества и меньше сырой клетчатки и сырой золы, чем

традиционный силос. Силосы из люпино-ячменной смеси № 2 не имели между собой существенных различий по содержанию стабильных показателей химического состава. По отношению к исходному сырью преимущественно отмечено увеличение значений этих показателей.

Список литературы

1. Шмидт В., Веттерау Г. Производство силоса: Пер. с нем. Мирошниченко Г.Н. / Под ред. М.Т. Таранова. М.: Колос, 1975. 352 с.
2. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов. М.: Колос, 1977. 240 с.
3. Победнов Ю.А. Основы и способы силосования трав. СПб.: ООО «Биотроф», 2010. 192 с.
4. Панов А.А., Рогачевская Н.С. // Матер. Междун. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. С.Я. Зафрена «Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов», ВНИИ кормов, 19-20 августа 2009 года. М.: ФГУ РЦСК, 2009. С. 79–86.
5. Попов В.В. // Кормопроизводство. 2007. № 2. С. 20–24.
6. Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов: методические рекомендации. М., 2008. 28 с.

ENSILABILITY OF VETCH- AND LUPIN-BARLEY MIXTURES AT BARLEY GRAIN MILK-WAX MATURITY STAGE

N.N. Kuchin, A.P. Mansurov, I.A. Shishkina

The results are considered of siloing annual legume-cereal mixtures at barley grain milk-wax maturity stage using some biological preparations. The degree of influence of the form of preparations and mixture composition on the fermentation quality and chemical composition of the ready fodder are determined.

Keywords: vetch- and lupin-barley mixtures, Biosil NN, *L. lactis*, acidity, lactic, acetous and butyric acids, ammonia, chemical composition.