

УДК 636.2.085.52

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОКОНСЕРВАНТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СИЛОСА ИЗ КУКУРУЗЫ

Соболев Д.Т., Разумовский Н.П., Соболева В.Ф.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приводятся результаты исследований по сравнительной эффективности использования некоторых биологических консервантов при заготовке силосованных кормов из зеленой массы кукурузы в стадии начала восковой спелости зерна. Использование консерванта «Лактофлор-фермент» оказалось наиболее эффективным, так как позволило рационально использовать запас углеводов растительной массы, оптимизировать соотношение органических кислот в корме и обеспечить высокое содержание обменной энергии и качество силоса. **Ключевые слова:** консерванты, силос, кислоты брожения, обменная энергия, сухое вещество, протеин, углеводы, микрофлора.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF BIOPRESERVATIVES FOR THE PREPARATION OF SILAGE CORN

Sobolev D.T., Razumovsky N.P., Soboleva V.F.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of research on the comparative effectiveness of the use of some biological preservatives in the preparation of silage feed from the green mass of maize at the stage of the beginning of wax ripeness of grain. The use of the lactoflor-enzyme component has proved to be the most effective, as it allowed the rational use of the carbohydrate reserve of the plant mass, to optimize the ratio of organic acids in the feed and provided a high content of metabolic energy and the quality of the silage. **Keywords:** preservatives, silage, fermentation acids, metabolizable energy, dry matter, protein, carbohydrates, microflora.*

Введение. Для приготовления силоса из кукурузы широко используются биологические консерванты. Такие биопрепараты содержат специально подобранные культуры лактобацилл *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. helveticus* и др., обладающие высокой скоростью роста для успешной конкуренции и последующего замещения полевых штаммов бактерий, присутствующих в зеленой массе.

Эти культуры обладают рядом особенностей, таких как гомоферментность, кислотоустойчивость до pH 4,0 и отсутствие взаимодействия с органическими кислотами. Их отличает способность использовать в качестве субстратного материала клетчатку, гемицеллюлозы, крахмал, глюкозу, фруктозу, сахарозу, фруктозаны и пентозаны без образования из сахарозы декстрана, а из фруктозы – маннитола. Отсутствие у них протеолитической активности способствует сохранению исходного протеина в силосуемой массе, а способность размножаться в широком интервале температур позволяет лактобациллам выдерживать повышение температуры до 40°C на ранней стадии силосования [1, 4, 5, 6, 7].

Силосуемая кукурузная масса является легкосилосующимся сырьем вследствие высокого содержания сахаров. Однако это способствует и активному развитию гнилостных бактерий рода *Clostridium*, особенно в первые дни после закладки кукурузной массы. Их жизнедеятельность вызывает гниение протеина с образованием токсических продуктов: масляной кислоты, альдегидов, кетонов и биогенных аминов - триптамина, октопамина, гистамина, путресцина и кадаверина. Как правило, именно на начальном этапе силосования расходуется значительное количество питательных веществ (до 25%), и общая питательная ценность кукурузного силоса сильно снижается [2, 3, 5, 6, 7].

В целом установлен ряд полезных эффектов использования биоконсервантов на основе лактобактерий:

- в результате оптимизации процессов ферментации, потери питательных веществ снижаются до 7-10% и удерживаются на низком уровне, что позволяет сохранить больше сухого вещества и улучшить в дальнейшем переваримость;
- достигается сохранность протеина до 85-87%, а выход силоса повышается на 10-15%;
- подавляется активность растительных ферментов и снижается накопление уксусной кислоты, которая является нежелательной, так как ее значительные количества снижают потребление кормов и ведут к развитию кетоза;
- снижается теплопродукция в силосуемой массе и ее разогревание вследствие превращения легкодоступных сахаров в молочную кислоту, что сохраняет высокую стабильность силоса в течение срока хранения;
- расход корма на единицу продукции снижается примерно на 15-20%, увеличиваются среднесуточные привесы животных на 9-12%, а удой – на 5-10%, с одновременным удешевлением рационов за счет снижения доли концентрированных кормов [2, 7, 8, 9].

В последние годы широко распространены химические и сухие консерванты, имеющие высокую стоимость. Микробные культуры сухого консерванта находятся в состоянии анабиоза, который прерывается при повышении температуры силосуемой массы. Поэтому они начинают

функционировать не сразу, в то время как нежелательная гнилостная микрофлора успевает разрушить часть питательных веществ с образованием ядовитых продуктов.

Использование биологических бактериальных консервантов, которые содержат быстро-размножающиеся штаммы молочнокислых бактерий, позволяет в течение 1-2-х суток подкислить силосуемую массу и устранить развитие гнилостных бактерий. В этом случае стоимость обработки 1 тонны силосуемой массы снижается в 4-10 раз [4, 5, 6, 7].

В нашей республике производится и применяется целый ряд биологических консервантов, эффективность использования некоторых из них мы изучали («Силлактим», «Лаксил», «Лактофлор», «Лактофлор-фермент»). Все они содержат высокий титр ($3-5 \times 10^9$ КОЕ/г) основных молочнокислых бактерий. Консервант «Лактофлор-фермент» дополнительно усилен ферментами ксиланазой (пентозаназа), β -глюканазой и амилазой, которые не влияют на лактобактерии, но активно разрушают сложные структурные углеводы растительной клетки: клетчатку, целлюлозу, пектины. Амилаза расщепляет, в частности, крахмал эндосперма кукурузных зерен, β -глюканаза – некрахмальные полисахариды (бета-глюканы), ксиланаза - ксиланы клеточных стенок. Это обеспечивает питание молочнокислые бактерии, поэтому комбинация ферментов и бактерий гарантирует быстрое и эффективное силосование.

Целью наших исследований явилось изучение качества кукурузного силоса, заложенного с использованием жидких биологических консервантов «Силлактим», «Лаксил», «Лактофлор-фермент» и без использования консервантов.

Объект исследований: силос из зеленой массы кукурузы в стадии молочно-восковой спелости зерна.

Задачами наших исследований явились:

1. Изучение качества кукурузного силоса, заготовленного с использованием препарата «Силлактим».
2. Изучение качества кукурузного силоса, заготовленного с использованием препарата «Лаксил».
3. Изучение качества кукурузного силоса, заготовленного с использованием препарата «Лактофлор-фермент».
4. Изучение качества кукурузного силоса, заготовленного без использования консерванта (контроль).
5. Сравнительный анализ качества полученных кукурузных силосов.

Материалы и методы исследований. Использованные в наших исследованиях биологические консерванты «Силлактим», «Лаксил», «Лактофлор-фермент» (усиленная модификация) – жидкие препараты, полностью готовые к применению. Расфасованы они в 10- и 11-литровые емкости, а для их внесения можно использовать любой насос-дозатор.

Нами были проанализированы химический состав и питательность кукурузного силоса, заложенного с консервантами «Силлактим», «Лаксил», «Лактофлор-фермент» и без использования консервантов. Сырье кормовых культур убиралось в оптимальные сроки и предварительно измельчалось до 4-5 см. При этом мы проводили рекомендуемое разведение препаратов «Лаксил» и «Лактофлор-фермент»: 1 л консерванта разводили в 40 л питьевой воды. Применяли отработанную в предыдущих опытах дозировку 2,5 л рабочего раствора на 1 т силосуемого корма. Консервант «Силлактим» разводили в 50 л питьевой воды и применяли отработанную дозировку 2,6 л рабочего раствора на 1 т силосуемого сырья.

Разбавленную закваску вносили методом опрыскивания дозатором перед трамбовкой каждого слоя зеленой массы толщиной не более 50 см после ее равномерного распределения по траншее. Перед каждым опрыскиванием рабочий раствор тщательно перемешивали. Силосование проводили в короткие сроки в чистых, непроницаемых для воды и воздуха траншеях; максимальная продолжительность заполнения сооружения до 5 дней.

Исследования химического состава кормов проводили по схеме общего зоотехнического анализа с определением показателей по следующим методикам:

- влажности – высушиванием навесок в электросушильном шкафу по ГОСТ 13496.3-92;
- общего азота – по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93);
- сырого протеина – расчетным методом;
- сырого жира – по Соксклету (ГОСТ 13496.15-85);
- сырой клетчатки – по Геннебергу и Штоману (ГОСТ 13496.2-94);
- сырой золы – сжиганием навески в муфельной печи (ГОСТ 26226-95);
- органического вещества – расчетным путем;
- безазотистых экстрактивных веществ – по разности между органическим веществом и сырым протеином, жиром, клетчаткой;
- кальция – комплексонометрическим методом (ГОСТ 26570-95);
- фосфора - фотоколориметрически (ГОСТ 26657-85)%.

В готовом корме (после вскрытия траншеи), кроме указанных выше показателей, определяли следующие биохимические показатели:

- активная кислотность измерялась потенциометром универсальным ЭВ-74;
- свободные органические кислоты (молочную, уксусную и масляную) – по Лепперу-Флигу (СТБ 1223-2000). Статистическую обработку полученного цифрового материала проводили с помощью программного средства Microsoft Excel.

Результаты исследований. Результаты исследований химического состава кормов из зеленой массы кукурузы в стадии начала восковой спелости зерна в расчете на корм натуральной влажности приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав и питательность силосов из зеленой массы кукурузы в стадии начала восковой спелости зерна (в расчете на корм натуральной влажности)

Корма	Кормовых единиц	Обменная энергия, МДж	Сырой протеин, г	Сырая клетчатка, г	Сырая зола, г	Сухое вещество, кг
1. Силос (контроль)	0,22±0,01	2,54±0,05	18,47±0,27	83,84±7,68	11,22±0,36	0,262±0,01
2. Силос с консервантом «Силлактим»	0,25±0,04	2,79±0,11*	25,23±1,9*	71,10±8,46	31,61±3,15**	0,290±0,02
3. Силос с консервантом «Лаксил»	0,25±0,03	2,60±0,07	24,64±0,92**	68,60±7,36	29,96±2,41**	0,280±0,02
4. Силос с консервантом «Лактофлор-фермент»	0,25±0,01*	3,05±0,06**	25,13±0,75**	78,3±6,92	14,63±0,45**	0,290±0,01

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

При анализе данных, представленных в таблице 1, установлено, что все силосы с биологическими консервантами достоверно отличались более высоким уровнем сырого протеина. При этом концентрация сухого вещества, обменной энергии и кормовых единиц по сравнению с контролем также была выше. Содержание же сырой клетчатки у силосов с консервантами было ниже.

При сравнении эффективности действия биоконсервантов установлено, что наиболее оптимальные показатели имеет силос, заложенный с консервантом «Лактофлор-фермент». При этом уровень обменной энергии у данного силоса был выше, чем у силосов, приготовленных с консервантами «Силлактим» – на 8,5% и «Лаксил» – на 14,8%.

В таблице 2 приведены результаты исследований химического состава и питательности этих же силосованных кормов из зеленой массы кукурузы в расчете на сухое вещество.

Таблица 2 - Химический состав и питательность силосов из зеленой массы кукурузы в стадии начала восковой спелости зерна (в расчете на сухое вещество)

Корма	Кормовых единиц	Обменная энергия, МДж	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сухое вещество, %
1. Силос (контроль)	0,84	9,7	7,05	29,2	4,28	26,2
2. Силос с консервантом «Силлактим»	0,87	9,65	8,7	24,5	10,9	29,0
3. Силос с консервантом «Лаксил»	0,88	9,3	8,8	19,93	10,7	28,0
4. Силос с консервантом «Лактофлор-фермент»	0,90	9,82	8,67	21,0	5,05	29,0

Из таблицы 2 видно, что все силосы с консервантами по ключевым нормируемым показателям – концентрация сухого вещества, обменной энергии и сырого протеина – отличаются от контрольных значений в лучшую сторону. При этом кукурузный силос, приготовленный с консервантом «Лактофлор-фермент», существенно превосходит другие силосы по концентрации обменной энергии.

Данные о сумме кислот брожения, их количестве и соотношении между собой в силосованных кормах из кукурузы представлены в таблице 3.

Как показывают данные таблицы 3, лучше всего процессы брожения проходили в смеси, заложенной с консервантом «Лактофлор-фермент» в дозе 2,5 л/т. В этом случае наблюдалось самое оптимальное количество и соотношение молочной и уксусной кислот. Следует отметить, что все силосы, заложенные с биоконсервантами, были свободными от масляной кислоты, в то время как в силосе без консервантов ее содержалось 6% от суммы кислот.

Таблица 3 - Количество и соотношение кислот брожения в кукурузном силосе

Корма	Сумма кислот, г	Количество кислот, г			Соотношение кислот, %		
		молочная	уксусная	масляная	молочная	уксусная	масляная
1. Силос (контроль)	3,38±0,04	2,55±0,03	0,63±0,01	0,2±0,01	75,44	18,8	6,0
2. Силос с консервантом «Силлактим»	1,19±0,11***	0,88±0,09***	0,32±0,04**	-	73,6	26,4	-
3. Силос с консервантом «Лаксил»	2,17±0,15**	1,524±0,14**	0,65±0,02	-	70,2	29,8	-
4. Силос с консервантом «Лактофлор-фермент»	2,54±0,14*	1,92±0,12*	0,62±0,09	-	75,63	24,37	-

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Заключение. 1. Использование биоконсервантов позволяет максимально быстро и эффективно законсервировать зеленую массу кукурузы с одновременным улучшением органолептических свойств силоса.

2. Использование биоконсерванта «Лактофлор-фермент» при силосовании зеленой массы кукурузы в стадии начала восковой спелости зерна способствовало получению кормов хорошего качества с достаточно высоким содержанием обменной энергии (9,82 МДж в 1 кг сухого вещества) и сырого протеина (8,67%).

3. Применение биоконсерванта «Лактофлор-фермент» в рекомендуемой дозировке 2,5 л/т позволяет лучше других исследованных биопрепаратов оптимизировать соотношение органических кислот в силосе, так как среди кислот брожения в силосах преобладала молочная кислота (75,63%) при отсутствии масляной.

Литература. 1. Зенькова, Н. Н. Кормовая база скотоводства : учебное пособие / Н. Н. Зенькова [и др.]. Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 320 с. 2. Кормление сельскохозяйственных животных (курс лекций) : учебно-методическое пособие / Н. А. Шарейко [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – 250 с. 3. Кормление, содержание и внутренние болезни высокопродуктивных коров : учебное пособие / А. П. Курдеко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2010. – 160 с. 4. Разумовский, Н. П. Используем биоконсерванты для кукурузного силоса / Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Белорусское сельское хозяйство.- 2015.- № 7.- С. 41-43. 5. Соболев, Д. Т. Использование биоконсерванта «Лаксил» для консервирования трудносилосуемых растений и зеленой массы кукурузы / Д. Т. Соболев // Ученые Записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2015.- Т. 51, вып. 1, ч.1. - С. 101-104. 6. Соболев, Д. Т. Использование биоконсерванта «Лактофлор-фермент» для приготовления силоса из кукурузы / Д. Т. Соболев // Ученые Записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2016.- Т. 52, вып. 1. - С. 146-149. 7. Соболев, Д. Т. Эффективность использования биологического консерванта «Силлактим» при заготовке силосованных кормов / Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». - Витебск, 2014. - Т. 50, вып. 2, ч. 1. - С. 324-327. 8. Шарейко, Н. А. Биологический консервант «Лактофлор» эффективен при силосовании травяных кормов / Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Белорусское сельское хозяйство. - 2007. - №8. - С. 57-59. 9. Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие. Ч. 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 356 с.

Статья передана в печать 23.05.2018 г.

УДК 636.4:612.017:519.22.004.3

МЕТОДИКА ИМИТАЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ЖИВОЙ МАССЕ ПОРОСЯТ НА ДОРАЩИВАНИИ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ И ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ИХ ОРГАНИЗМА

Соляник С.В.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

Разработаны модели определения по величине живой массой поросят на доращивании численных значений морфологических и биохимических показателей крови, а также естественной резистентности их организма. Установлено, что количество прямолинейных связей в описании гематологии поросят на выращивании не превышает 4%, а преобладают нелинейные и криволинейные зависимости. **Ключевые слова:** свиньи, живая масса, биохимические показатели крови, уровень естественной резистентности, прямолинейные, криволинейные и нелинейные математические модели.