

Силосование люцерны зарубежной селекции экспериментальными биопрепаратами

Ирек Тагирович Бикчантаев, Шамиль Касымович Шакиров, Евгений Олегович Крупин

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, Россия

e-mail: bichantaev@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты лабораторного исследования применения экспериментальных препаратов Инокулянт 1 и Инокулянт 2, содержащих живые бактерии и их сочетания, при заготовке силоса из растительной массы люцерны зарубежной селекции в фазе бутонизации. Определяли массовую долю влаги, сырого протеина (СП), сырой клетчатки (СК), а также концентрацию массовой доли органических кислот (молочной, уксусной и масляной). Установлено положительное влияние консорциума микроорганизмов на сохранность питательных веществ и энергию готового силоса. Выявлены повышенные показатели сухого вещества и обменной энергии в опытных образцах, концентрация которых достоверно выше контрольных по сухому веществу на 1,55 и 1,69 %, по обменной энергии – на 2,60 и 1,38 %.

Ключевые слова: люцерна; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; силос; обменная энергия; молочная кислота.

Для цитирования: Бикчантаев И. Т., Шакиров Ш. К., Крупин Е. О. Силосование люцерны зарубежной селекции экспериментальными биопрепаратами // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 71–75. <http://10.28983/asj.y2023i9pp71-75>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Ensiling alfalfa of foreign selection with experimental biological preparations

Irek T. Bikchantaev, Shamil K. Shakirov, Evgeny O. Krupin

Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural subdivision of Federal Research Center “Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Kazan, Russia

e-mail: bichantaev@mail.ru

Abstract. The article considers the results of a laboratory study of the use of experimental preparations Inoculant 1 and Inoculant 2, containing live bacteria and their combinations, in the preparation of silage from the green mass of alfalfa of foreign selection in the budding phase. The mass fraction of moisture, crude protein (CP), crude fiber (CF), as well as the concentration of the mass fraction of organic acids (lactic, acetic and butyric) were determined. The positive influence of the consortium of microorganisms in the preservation of nutrients and energy of the finished silage has been established. Elevated indicators of dry matter and metabolic energy in experimental samples were revealed, the concentration of which is significantly higher than the control ones in terms of dry matter – by 1.55 and 1.69 %, in terms of metabolic energy – by 2.60 and 1.38 %.

Keywords: alfalfa; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; silage; exchange energy; lactic acid.

For citation: Bikchantaev I. T., Shakirov Sh. K., Krupin E. O. Ensiling alfalfa of foreign selection with experimental biological preparations. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):71–75. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i9pp71-75>.

Введение. Повышение качества питания человека – одна из важных задач обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, решение которой возможно путем создания различных сырьевых источников, снабжения качественной продукцией животноводства и растениеводства, а также устойчивого развития отечественного производства продовольствия [4, 13].





Одним из стратегических решений продовольственной безопасности страны является эффективное производство продуктов животноводства (молоко, мясо и др.) высокого качества. Оно достигается тогда, когда рацион кормления животных сбалансирован по всем показателям, способствует максимальному раскрытию генетического продуктивного потенциала животных и при этом минимален по себестоимости [6, 12].

Половина затрат в молочном животноводстве приходится на рацион кормления животных, большую часть которого составляют ферментируемые корма (силос, сенаж). Качество этих кормов собственного производства положительно влияет на издержки единицы получаемой продукции. Кроме того, они отличаются ценным содержанием энергии, протеина, различных витаминов, минералов и других веществ, значимых для животных [10]. В одном килограмме готового корма высокого качества относительно низкое содержание обменной энергии, но при переводе на сухое вещество ее концентрация приближается к показателям концентрированных кормов. Специалисты, уделяя особое внимание кормозаготовке, качеству кормов, способствуют повышению их поедаемости жвачными животными, тем самым снижают потребность в дорогостоящих комбикормах и кормовых добавках [7, 15].

Одним из недорогих способов сохранности питательных веществ и энергии растений в герметичных условиях является силосование. В его основе лежит молочнокислое брожение, с образованием в плотно уложенной измельченной растительной массе органических кислот (большей частью молочной), которые образуются в процессе жизнедеятельности микроорганизмов из сахара, содержащегося в фитомассе [1, 16].

Проблема получения готового сочного объемистого корма особенно остро стоит при заготовке растительной массы люцерны. Это связано с пониженным содержанием сахаров и повышенной буферной емкостью, находящейся в корреляции с концентрацией белковой части бобовых кормовых растений. При этом для повышения качества и объемов заготовки недорогих объемистых сочных кормов необходимо внедрять совершенные технологии и современную сельскохозяйственную технику, а также использовать качественные закваски [17, 18].

Цель данной работы – изучение влияния экспериментальных инокулянтов на химический состав и питательность люцерны голландской селекции.

Методика исследований. Опыты проводили в отделе физиологии, биохимии, генетики и питания животных ТатНИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН. Сырьем для работы служила люцерна синяя голландской селекции в фазе бутонизации и два экспериментальных инокулянта. Контроль – силос, заготовленный с химическим консервантом AIV 3 plus.

Сотрудники отдела разработали совместно с ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (по договору о творческом сотрудничестве) и использовали опытные образцы инокулянтов, состоящих из различных консорциумов штаммов микроорганизмов: *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Enterococcus faecium* (КОЕ в 1 мл продукта 1×10^{11}). Доза внесения данных препаратов – 2,5 мл/т. Для приготовления рабочего раствора экспериментальные закваски разбавляли дистиллированной водой комнатной температуры, согласно инструкции производителей [14].

Силосование проводили в лабораторных условиях в трех повторностях. Для равномерного распределения по всей измельченной фитомассе необходимую дозу инокулянта смешивали с рассчитанным количеством дистиллированной воды в мерном стакане. Раствор тщательно перемешивали и с помощью медицинского шприца проводили равномерное опрыскивание. Затем тщательно вручную перемешивали, закладывали по 1 кг в герметичные вакуумные пакеты Redmond RAM-VR01 и упаковывали с помощью бытового вакууматора торговой марки Redmond модели RVS-M020 (КНР). Запакованные пакеты с законсервированной фитомассой хранили в полуподземных кубовых бетонированных ямах при температуре $+8...18^\circ\text{C}$ [11].

Для определения качества готовых кормов, спустя 313 дней после их упаковывания, запечатанные пакеты открывали в отделе аналитических исследований ТатНИИСХ и отбирали средние пробы. Определение питательности и качества готовых силосов, а также содержания органических кислот (молочная, уксусная и масляная) и их соотношения проводили



по установленным методикам. Применяли аналитическое оборудование: комплект для определения СП по Кьельдалю, автоматический экстрактор для определения сырой клетчатки (СК).

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 31640-2012; массовую долю СП – по ГОСТ 32044.1-2012 (ISO 5983-1:2005; СК – по ГОСТ 31675-2012; растворимых углеводов – по ГОСТ 26176-91; концентрацию массовой доли молочной, масляной и уксусной кислот в готовых силосах – методом Леппера – Флига (ГОСТ P55986-2014); pH – по ГОСТ 26180-84.

Результаты опыта обрабатывали статистически, применяя программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office 2007.

Результаты исследований. При заготовке силоса из люцерны большое значение имеет процесс брожения, выражающийся в показателе активной кислотности (pH) и образовании в силосуемой растительной массе побочных продуктов бактериального брожения (молочной, уксусной и масляной кислот) [9]. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели процессов брожения в заготовленных кормах ($M \pm m$)

Вариант силосования ($n = 3$)	Содержание кислот, абс. %			Сумма, %	Соотношение кислот, %			pH
	уксусная	масляная	молочная		уксусная	масляная	молочная	
Контроль	0,91 $\pm 0,02$	0,09 $\pm 0,01$	2,16 $\pm 0,27$	3,16 $\pm 0,28$	28,77 $\pm 1,84$	2,88 $\pm 0,70$	68,35 $\pm 2,54$	5,30 $\pm 0,57$
Инокулянт 1	0,59 $\pm 0,05^{**}$	0,0 $\pm 0,0^{***}$	2,42 $\pm 0,22$	3,01 $\pm 0,20$	19,68 $\pm 2,32$	0,0 $\pm 0,0$	80,32 $\pm 2,32$	4,27 $\pm 0,06$
Инокулянт 2	0,89 $\pm 0,29$	0,09 $\pm 0,01$	3,00 $\pm 0,46$	3,98 $\pm 0,73$	21,93 $\pm 3,74$	2,27 $\pm 0,76$	75,80 $\pm 2,99$	4,37 $\pm 0,06$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – разница достоверна по отношению к контролю (здесь и далее).

Полученные данные свидетельствуют о том, что используемые в опыте экспериментальные инокулянты способствовали подкислению фитомассы до значений 4,27 и 4,37 и были ниже контроля на 24,12 и 21,28 % соответственно. Максимальное образование молочной кислоты было также установлено в данных образцах – 2,42 и 3,00 абс.%, что выше контрольных значений на 0,26 и 0,84 абс.%. При этом лидером по кислотообразованию был силос, где применяли Инокулянт 2 (3,98 абс.%), концентрация которого была весомее контрольного на 0,82 абс.%. Наименьшая концентрация уксусной кислоты, способствующая аэробной стабильности корма, была установлена в силосе с препаратом Инокулянт 1 – 0,59 абс.%, что меньше контроля на 0,32 абс.% ($p < 0,01$) и Инокулянта 2 – на 0,30 абс. %.

Люцерна является одним из основных недорогих источников растительного белка, обменной энергии и имеет большое значение в кормлении жвачных животных. Поэтому минимизировать потери питательных веществ и энергии при ее консервировании – важная задача современного кормопроизводства [8].

Применение экспериментальных инокулянтов привело к некоторым изменениям в химическом составе и питательности готового силоса (табл. 2). Инокулянт 1 и Инокулянт 2 положительно влияли на содержание сухих веществ (СВ) – 29,31 и 29,45 % и ОЭ – 8,08 и 7,98 МДж, концентрация которых достоверно больше контроля по СВ – на 1,55 и 1,69 % ($p < 0,001$ и $p < 0,01$), по ОЭ – на 2,60 и 1,38 % ($p < 0,05$ и $p < 0,01$) соответственно. При этом молочнокислые бактерии очень быстро и с наименьшими потерями энергии ферментируют растительные сахара в молочную кислоту. Как видно из табл. 2, в образцах с препаратами Инокулянт 1 и Инокулянт 2 установлена меньшая их концентрация, которая составила в 1 кг сухого вещества 8,80 и 12,57 г, что ниже контрольных значений в 2,39 ($p < 0,05$) и 1,67 раза соответственно.

Питательная ценность и химический состав силоса

Вариант силосования (n = 3)	Сухое вещество, %	Химический состав, % в сухом веществе				Питательность 1 кг СВ	
		сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир	БЭВ	ОЭ, МДж	Сахар, г
Контроль	27,76 ±0,02	21,22 ±0,40	18,93 ±0,67	3,92 ±0,09	33,09 ±0,24	7,87 ±0,02	21,00 ±4,24
Инокулянт 1	29,31 ±0,10***	21,35±0,13	19,17 ±0,32	3,37 ±0,15	35,55 ±0,93	8,08 ±0,09*	8,80 ±3,64
Инокулянт 2	29,45 ±0,22**	21,34±0,08	18,47 ±0,50	3,62 ±0,20	34,71 ±0,35	7,98 ±0,01**	12,57 ±5,66

Заключение. По данным исследований, живые культуры молочнокислых и пропионовокислых бактерий, входящих в состав экспериментальных заквасок Инокулянт 1 и Инокулянт 2, положительно повлияли на опытное консервирование фитомассы люцерны зарубежной селекции, что подтверждается снижением потерь энергии и сохранением питательности заготавливаемого корма.

Использование Инокулянт 1 и Инокулянт 2 положительно достоверно влияло на сохранность СВ – на 1,55 и 1,69 %, ОЭ – на 2,60 и 1,38 % по сравнению с контролем. Кроме того, Инокулянт 1 и Инокулянт 2 способствовали большему подкислению растительного сырья (на 24,12 и 21,28 %) и интенсивному образованию молочной кислоты (на 0,26 и 0,84 %) по отношению к контрольному варианту.

Таким образом, считаем возможным рекомендовать к производству разрабатываемые инокулянты и использовать их для получения сочных объемистых кормов высокого качества.

Благодарность Файзрахманову Руслану Наилевичу, начальнику государственного бюджетного учреждения «Атнинское районное государственное ветеринарное объединение», за сотрудничество и помощь, оказанную научным сотрудникам ТамНИИСХ в проведении одного из этапов опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бикчантаев И. Т., Афордоаньи Д. М. Эффективность новых штаммов молочнокислых бактерий и *B. licheniformis* в консервировании кукурузы // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 53–56.
2. Кабир Л. С., Кудрявцева Л. Н., Кулакова Т. В., Шахназарян Г. Э. Сельскохозяйственная политика и обеспечение продовольственной безопасности страны // Вестник экономической безопасности. 2015. № 5. С. 47–53.
3. Клименко В. П. Качественные объемистые корма – основа полноценных рационов для высокопродуктивного скота // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 3. С. 102–115.
4. Койнова А. Н. Секреты сбалансированного рациона // Эффективное животноводство. 2019. № 8(156). С. 101–105.
5. Логвинова А. В., Болтовский В. С. Консервирование растительных кормов // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2019. № 1(217). С. 103–111.
6. Маликова М. Г., Ахметова И. Н. Использование биоконсервантов при заготовке кормов из трудносилосуемых культур // Сельскохозяйственный журнал. 2014. № 7. С. 159–163.
7. Методическое руководство по химическому консервированию кормов и испытание их на животных / К. М. Солнцев [и др.]. М.: Колос, 1980. 24 с.
8. Разумовский Н. Особенности заготовки и скармливания сенажа // Животноводство России. 2021. № 7. С. 37–40.
9. Российская Федерация. Указ Президента. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. 30 января 2010 г. № 120 // garant.ru.



10. Суровцев В. Н. Эффективность повышения качества объемистых кормов // Сельскохозяйственные вести. 2009. № 3. С. 16–17.

11. Шинкаревич Е. Д. Эффективность применения сухих и жидких форм бактериальных силосных консервантов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. Спецвыпуск № 2. URL: <http://ejournal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/432-00181>.

12. Biological conservants impact on the silage quality and aerobic stability/ S. Chernyuk et al. // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. No. 9(1). P. 226–230.

13. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage / K. G. Arriola et al. // J. Dairy Sci. 2015. Vol. 98. No. 1. P. 478–485.

14. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions / V. P. Silva et al. // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99. Is. 3. P. 1895–1902.

15. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives / R. E. Muck et al. // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101. No. 5. P. 3980–4000.

REFERENCES

1. Bikchantaev I. T., Afordoani D. M. Efficiency of new strains of lactic acid bacteria and *B. Licheniformis* in the conservation of corn. *Agrarian Scientific Journal*. 2022;(4):53–56. (In Russ.).

2. Kabir L. S., Kudryavtseva L. N., Kulakova T. V., Shakhnazaryan G. E. Agricultural policy and ensuring food security of the country. *Bulletin of economic security*. 2015;(5):47–53. (In Russ.).

3. Klimenko V. P. High-quality voluminous feed - the basis of complete diets for highly productive livestock. *Adaptive feed production*. 2019;(3):102–115. (In Russ.).

4. Koinova A. N. Secrets of a balanced diet. *Effective animal husbandry*. 2019; 8(156):101–105. (In Russ.).

5. Logvinova A. V., Boltovsky V. S. Preservation of vegetable feed. *Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies, biotechnology, geocology*. 2019;1(217):103–111. (In Russ.).

6. Malikova M. G., Akhmetova I. N. The use of biopreservatives in the preparation of feed from hard-to-silage crops. *Agricultural Journal*. 2014;(7):159–163. (In Russ.).

7. Methodological guidance on the chemical conservation of feed and testing them on animals / K. M. Solntsev et al. Moscow: Kolos; 1980. 24 p. (In Russ.).

8. Razumovsky N. Peculiarities of harvesting and feeding haylage. *Animal husbandry of Russia*. 2021;(7):37–40. (In Russ.).

9. Russian Federation. Decree of the President. On approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation. January 30, 2010. No. 120 // garant.ru. (In Russ.).

10. Surovtsev V. N. Efficiency of improving the quality of voluminous feed. *Agricultural news*. 2009;(3):16–17. (In Russ.).

11. Shinkarevich E. D. The effectiveness of the use of dry and liquid forms of bacterial silage preservatives. *Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University*. 2016;(Special issue No. 2). URL: <http://ejournal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/432-00181>. (In Russ.).

12. Biological conservants impact on the silage quality and aerobic stability/ S. Chernyuk et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;9(1):226–230.

13. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage / K. G. Arriola et al. *J. Dairy Sci*. 2015;98(1): 478–485.

14. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions / V. P. et al. *Journal of Dairy Science*. 2016;99(3):1895–1902.

15. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives / R. E. Muck et al. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(5):3980–4000.

Статья поступила в редакцию 25.05.2023; одобрена после рецензирования 12.07.2023; принята к публикации 17.07.2023.

The article was 25.05.2023; approved after reviewing 12.07.2023; accepted for publication 17.07.2023.

