

УДК 636.085

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2022-2-61-68>

КОНСЕРВИРОВАНИЕ БОБОВЫХ ТРАВ И БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВосМЕСЕЙ С НОВЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТОМ

В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук
С.А. Маляренко, младший научный сотрудник

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vnii.kormov@yandex.ru

PRESERVATION OF LEGUMES AND LEGUME-GRASS MIXTURES WITH A NEW BIOLOGICAL ADDITIVE

V.P. Klimenko, Doctor of Agricultural Sciences
S.A. Malyarenko, Junior Researcher

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
vnii.kormov@yandex.ru

Представлены результаты испытаний отечественного экспериментального биологического препарата на многолетних бобовых травах. В лабораторных опытах определена оптимальная доза внесения: при силосовании основных видов бобовых трав — 80 мл/т, для козлятника восточного — 100 мл/т. В научно-производственных условиях экспериментальный биопрепарат применяли при консервировании люцерно-злаковой травосмеси, которая относилась к несилосуемому сырью. Контролем служили ферментно-бактериальный препарат Асидфаст НС ГОЛД производства компании «Лаллеманд» и финский химический консервант AIV 3 PLUS. С экспериментальным препаратом получен силос высокого качества, не уступающий по основным органолептическим и биохимическим показателям (активной кислотности, содержанию и соотношению органических кислот, аммиака, уровню потерь питательных веществ) корму, приготовленному с биопрепаратом Асидфаст НС ГОЛД. Питательную ценность силоса всех вариантов определяли в физиологических опытах на валухах романовской породы при использовании в качестве единственного корма с добавкой минеральной подкормки. Выявлена более высокая переваримость сырой клетчатки и жира в кормах с биопрепаратами относительно варианта с химконсервантом. Энергетическая питательность силоса с экспериментальным препаратом составила 9,6 МДж ОЭ (обменной энергии) в 1 кг сухого вещества против 9,5 и 9,4 в кормах, приготовленных с Асидфаст НС ГОЛД и химконсервантом AIV 3 PLUS соответственно. Проведенные исследования свидетельствуют об эффективности использования нового ферментно-бактериального препарата при консервировании бобовых трав разных видов.

Ключевые слова: силосование, биологические препараты, бобовые травы, качество кормов.

The results of testing a domestic experimental biological additive on perennial legume grasses are presented in this article. High-quality silage was obtained with new preparation on active acidity, content and

ratio of organic acids, ammonia, parameters of nutrient losses. The optimal dose of application was determined: at ensiling the basic types of legumes — 80 ml/t, for forage galega — 100 ml/t. Under scientific and production conditions the experimental biological additive was used for ensiling alfalfa-gramineous grass mixture, that was non-ensiling raw material. The enzyme-bacterial additive Acidphast NC GOLD, produced by "Lallemand" Company, and the Finnish chemical preparation AIV 3 PLUS were used as the controls. The high quality of silage with a new additive was revealed on the basic organoleptic and biochemical parameters in comparison to feed, prepared with biological additive Acidphast NC GOLD. Then the nutritional value of obtained silage in each variant was determined in physiological experiments at feeding Romanov's rams-valukhi when used as the only feed with addition of mineral supplements. A higher digestibility of crude fiber and fat in feeds with biological additives was found. The energy nutritional value of the silage with the experimental additive was 9.6 MJ metabolizable energy per 1 kg of dry matter versus 9.5 and 9.4 in feeds, prepared with Acidphast NC GOLD and chemical preservative AIV 3 PLUS respectively. Our investigations proved the high effectiveness of the experimental sample of new enzyme-bacterial additive at preservation of different species of legume grasses.

Keywords: ensiling, biological additives, legume grasses, feed quality.

Введение. Разработка надежных, экологически безопасных способов заготовки ферментируемых кормов из высокопротеиновых бобовых трав является важнейшей задачей аграрного сектора экономики. Она успешно решается путем замены дорогостоящих и небезопасных в эксплуатации химических консервантов эффективными биологическими препаратами нового поколения. Оптимально подобранная композиция ферментов и бактериальных культур с учетом биохимических особенностей и технологических свойств растений обеспечивает высокую сохранность питательных веществ, способствует увеличению питательной ценности заготавливаемых кормов и сокращению затрат на их производство, что отражается на снижении себестоимости животноводческой продукции [1].

Многолетние бобовые травы и травосмеси на их основе широко используются в рационах сельскохозяйственных животных, так как служат источником дешевого белка и улучшают усвояемость других кормов, несбалансированных по аминокислотному составу [2]. Во многих

регионах нашей страны они являются основным сырьем для приготовления ферментируемых кормов — силоса и сенажа. Ферментируемые корма хорошо поедаются и перевариваются животными, при стойловом содержании используются в течение всего года [3]. Наиболее технологичным и эффективным способом консервирования трав, менее зависимым от погодных условий в сезон уборки и обеспечивающим максимальную сохранность питательной ценности зеленой массы, считается силосование. В процессе ферментации молочнокислые бактерии в анаэробных условиях перерабатывают легкображируемые углеводы в молочную кислоту, которая обеспечивает подкисление среды до значений, неблагоприятных для жизнедеятельности нежелательной микрофлоры [4; 5]. Для нормального процесса брожения необходимо наличие достаточного количества сахаров в растительной массе, однако в бобовых травах наблюдается их дефицит, особенно в ранние фазы развития растений, когда отмечается максимальный сбор сырого протеина. По этой причине основные виды многолетних

бобовых трав считаются несилосующимся или трудносилосующимся сырьем в соответствии с классификацией А.А. Зубрилина [6].

Для регулирования микробиологических процессов в нужном направлении при производстве ферментируемых кормов применяют силосные добавки разного рода. Наиболее широко используются инокулянты на основе молочнокислых бактерий (МКБ), которые доступны по стоимости, просты в применении, экологичны. Однако эти добавки неэффективны на высокопротеиновых бобовых травах, так как не позволяют подкислить массу до оптимального значения рН (4,2–4,3), чтобы устранить или ингибировать развитие гнилостных и патогенных микроорганизмов.

Более перспективными для силосования трудносилосующихся бобовых трав являются комплексные биологические препараты, в которых, наряду с бактериальными культурами, содержатся гидролитические ферменты, способные усилить гидролиз трудноусвояемых углеводов до моносахаров и повысить тем самым силосуемость массы [7; 8]. На российском рынке ферментно-бактериальные препараты представлены крупными зарубежными компаниями, такими, как «Lallemand Animal Nutrition» и др. Однако применение этих консервантов в наших условиях не всегда гарантирует получение качественного корма в связи с невозможностью выполнения ряда требований по качеству исходного растительного сырья и процессу подготовки массы к консервированию. Поэтому разработка отечественных биологических препаратов, не уступающих импортным аналогам по консервирующему

действию, является важным элементом в системе импортозамещения на рынке востребованной биотехнологической продукции для нужд сельскохозяйственного производства.

Цель настоящего исследования заключалась в испытании нового экспериментального биологического препарата на основе ферментной мультисистемы и бактериальных культур для приготовления качественных ферментируемых кормов из высокопротеиновых бобовых трав.

Методика исследований. Опыты проводили на базе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». В качестве объекта исследований использовали сорта многолетних бобовых трав селекции ВИК: люцерну изменчивую сорта Луговая 67, клевер луговой сорта Ранний 2, козлятник восточный сорта Вест и люцерно-тимофеечную смесь. Для лабораторных опытов травы были скошены в фазу бутонизации, провялены до 60–70% влажности, измельчены на отрезки 20 мм, уплотнены и герметизированы в 0,5 л бутылках, оснащенных системой для отвода газов брожения. Масса навески составляла 300 г.

Силос готовили с добавкой экспериментального отечественного препарата (рабочее название ЭПК) на основе композиции штаммов лактобацилл (*Lactobacillus*) и комплекса ферментов. Для определения оптимальной дозы препарата для обработки растительной массы силосование провели при разных количествах: 20 мл/т, 40, 60, 80 и 100 мл/т.

Повторность каждого опыта трехкратная. Срок хранения силоса — не менее двух месяцев. Перед закладкой опытов в силосуемой массе определяли со-

держание легкорастворимых углеводов и буферную емкость по методу, предложенному А.А. Зубрилиным.

В научно-производственных условиях было заложено три варианта силоса из бобово-злаковой травосмеси: с экспериментальным биопрепаратом, с Асидфаст НС ГОЛД компании «Лаллеманд» и химическим консервантом AIV 3 PLUS финского производства. Силос готовили также из предварительно провяленной, измельченной и обработанной препаратами массы. Укладывали в металлические емкости 0,5 м³, уплотняли и герметизировали. Вскрытие баков проводили через пять месяцев после закладки.

После вскрытия бутылок и емкостей отбирали средние образцы корма на влажность и химический анализ. Силос, приготовленный в научно-производственных условиях, скармливали валухам романовской породы для определения переваримости питательных веществ согласно общепринятой методике [9].

Качество полученных кормов оценивали по продуктам брожения (органические кислоты, аммиак), активной кислотности рН, содержанию сухого вещества (СВ) и сахаров, доле молочной кислоты от суммы кислоты и аммиачного азота от его общего содержания в массе. Сухое вещество определяли методом высушивания до постоянного веса при температуре +105 °С, легкорастворимые углеводы — по методу Бертрана, органические кислоты — методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М», содержание сырого протеина — фотометрическим методом, жира — по Сокслету, сырую клетчатку — по методу

Геннеберга и Штомана [10].

Результаты исследований и обсуждение. Высокопротеиновые бобовые травы относятся к сложному для силосования сырью из-за дефицита водорастворимых легкосбраживаемых углеводов и высокой буферной емкости. По этим причинам не удается достичь подкисления силосуемой массы до оптимального значения рН (4,2–4,3) в процессе ферментации, чтобы устранить развитие в корме нежелательных микроорганизмов. При этом различные виды и сорта бобовых трав различаются по сахаро-буферному соотношению и степени силосуемости. В частности, козлятник восточный и люцерна по этому показателю (менее 1,1) относятся к несилосующимся культурам, клевер луговой первого укоса — к трудносилосующимся (1,2–1,6). Эффективным приемом, позволяющим повысить сахаро-буферное отношение и силосуемость, является провяливание массы перед закладкой в хранилища. Так, в наших опытах люцерну изменчивую сорта Луговая 67 после провяливания удалось перевести в группу трудносилосующихся растений, а клевер луговой — в легкосилосующиеся. Только козлятник восточный сорта Вест даже после провяливания до влажности 72,48% остался несилосующимся.

В лабораторных условиях испытали консервирующее действие экспериментального отечественного биопрепарата в дозах 20, 40, 60, 80 и 100 мл/т при силосовании разных видов бобовых трав.

В таблице 1 приведены биохимические показатели качества полученного корма.

1. Биохимические показатели качества кормов, приготовленных с новым биопрепаратом

Вариант силосования	Потери СВ, %	рН	Содержание в сухом веществе силоса, %			Молочной кислоты от суммы кислот, %	
			аммиак	органические кислоты			
				молочная	уксусная		масляная
Клевер луговой Ранний 2, СВ = 32,43%, сахаро-буферное отношение 1,7							
ЭПК, 60 мл/т	6,25 ± 0,00	3,78 ± 0,01	0,085 ± 0,005	18,37 ± 0,36	0,59 ± 0,01	0,10 ± 0,00	96,38 ± 0,12
ЭПК, 80 мл/т	6,22 ± 0,01	3,76 ± 0,00	0,090 ± 0,007	18,56 ± 0,47	0,57 ± 0,02	0,10 ± 0,00	96,54 ± 0,09
Люцерна изменчивая Луговая 67, СВ = 29,75%, сахаро-буферное отношение 1,5							
ЭПК, 80 мл/т	7,47 ± 0,03	3,96 ± 0,01	0,087 ± 0,001	14,59 ± 0,21	1,07 ± 0,03	0,11 ± 0,00	92,53 ± 0,09
ЭПК, 100 мл/т	7,26 ± 0,01	3,95 ± 0,00	0,087 ± 0,002	13,93 ± 0,19	0,98 ± 0,01	0,11 ± 0,00	92,72 ± 0,11
Козлятник восточный Вест, СВ = 27,52%, сахаро-буферное отношение 1,1							
ЭПК, 80 мл/т	7,90 ± 0,01	4,11 ± 0,01	0,208 ± 0,001	14,27 ± 0,17	0,93 ± 0,03	0,22 ± 0,01	92,54 ± 0,26
ЭПК, 100 мл/т	6,42 ± 0,02	4,08 ± 0,00	0,197 ± 0,003	14,12 ± 0,84	0,22 ± 0,00	0,12 ± 0,01	97,65 ± 0,11

Анализ результатов силосования позволил установить максимальное консервирующее действие экспериментального биопрепарата при использовании в дозе 80 мл/т на клевере луговом и люцерне, 100 мл/т на козлятнике восточном. В этих вариантах отмечены наименьшие потери сухого вещества, более низкие показатели рН, оптимальное содержание и соотношение кислот и аммиака. Наличие в кормах масляной кислоты в небольшом количестве (0,10–0,12%) можно объяснить низкой скоростью подкисления силосуемой массы вследствие недостаточного содержания сахаров и высокого уровня сырого протеина.

Таким образом, результаты лабораторных опытов позволяют сделать вывод об эффективности экспериментального отечественного биопрепарата при использовании его на основных видах многолетних бобовых трав из группы трудносилосующихся и несилосующихся.

С применением препарата ЭПК в оптимальной дозе удалось получить силос, соответствующий требованиям ГОСТ Р 55986-2014 по основным биохимическим показателям и потерям питательных веществ.

Для подтверждения эффективности консервирующего действия нового биопрепарата провели опыт в научно-производственных условиях. На силос заложили люцерно-злаковую травосмесь второго укоса, скошенную в фазу бутонизации. Масса относилась к несилосующемуся сырью по сахаро-буферному отношению (0,62), концентрации сахара (3,84%) и содержанию сырого протеина (19,96%), поскольку более 80% в ее составе приходилось на бобовый компонент. В качестве контроля при силосовании использовали ферментно-бактериальный препарат Асидфаст НС ГОЛД и химический консервант AIV 3 PLUS. Результаты опытов представлены в таблице 2.

2. Биохимические показатели качества силоса из бобово-злаковой травосмеси, проявленной до влажности 66,2%

Вариант силосования	рН	Содержание в сухом веществе силоса органических кислот, %			Отношение, %	
		молочная	уксусная	масляная	молочной кислоты от суммы кислот	азота аммиака к общему азоту
AIV 3 PLUS	4,2 ± 0,03	10,85 ± 0,74	1,83 ± 0,11	0,09 ± 0,02	84,96 ± 1,70	8,38 ± 0,34
ЭПК	4,5 ± 0,01*	12,22 ± 0,98	2,83 ± 0,06*	0,00 ± 0,00*	81,20 ± 1,63	10,79 ± 0,04*
Асидфаст НС ГОЛД	4,4 ± 0,02*	12,34 ± 0,17	2,26 ± 0,08	0,00 ± 0,00*	84,52 ± 0,50	10,29 ± 0,17*

*Разность достоверна по отношению к силосу с AIV 3 PLUS при $P \geq 0,95$.

Во всех вариантах силосования получили качественный корм с преобладанием молочнокислого брожения — 81,20–84,96%. Однако по степени подкисления (рН 4,4–4,5) и отношению аммиачного азота к общему (10,3–10,8%) силос с биопрепаратами несколько уступал приготовленному с внесением химконсерванта, хотя в последнем обнару-

жены следы масляной кислоты.

На заключительной стадии испытаний определили переваримость питательных веществ силоса экспериментального и контрольных вариантов при скармливании валухам романовской породы.

Результаты опытов приведены в таблице 3.

3. Переваримость питательных веществ силоса из бобово-злаковой травосмеси

Вариант силосования	Переваримость, %				ОЭ _{крс} , МДж/кг СВ
	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	безазотистых экстрактивных веществ	
AIV 3 PLUS	77,23 ± 2,53	59,89 ± 1,86	58,36 ± 1,09	68,35 ± 1,10	9,4 ± 0,12
ЭПК	76,19 ± 0,52	75,37 ± 0,23*	60,68 ± 0,62	67,02 ± 1,17	9,6 ± 0,03
Асидфаст НС ГОЛД	76,71 ± 0,46	74,05 ± 2,58*	62,43 ± 0,29*	64,03 ± 0,43*	9,5 ± 0,07

*Разность достоверна по отношению к силосу с AIV 3 plus при $P \geq 0,95$

Установлено достоверное увеличение переваримости сырого жира (на 15,48 и 14,16%) и клетчатки (на 2,32 и 4,07%) кормов с биопрепаратами по сравнению с контролем (химическое консервирование). Это привело к увеличению содержания обменной энергии —

на 0,1 и 0,2 МДж в 1 кг СВ соответственно с Асидфаст НС ГОЛД и ферментно-бактериальным препаратом ЭПК. Вероятно, повышенная переваримость питательных веществ кормов с биопрепаратами обусловлена действием ферментов, усиливающих гидролиз клетчатки и

распад сложных жирных кислот.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что экспериментальный отечественный ферментно-бактериальный препарат ЭПК обладает достаточной консервирующей эффективностью при силосовании разных видов бобовых трав и травосмесей на их основе. Использование препарата

в оптимальных дозах на предварительно проявленной до влажности 70% массе позволяет получить качественный силос, не уступающий по биохимическим показателям и переваримости питательных веществ кормам, приготовленным с зарубежным биопрепаратом Асидфаст НС ГОЛД и химконсервантом АИВ 3 PLUS.

Литература

1. Клименко В.П. Научное обоснование и разработка эффективных способов повышения энергетической и протеиновой питательности силоса и сенажа из трав : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.02.08. – Дубровицы, 2012. – 36 с.
2. Азоркин Ф.В. Укрепление кормовой базы животноводства на основе возделывания бобовых и бобово-злаковых травостоев // Кормопроизводство. – 2001. – № 4. – С. 13–15.
3. Фицев А.И., Воронкова Ф.В. Растворимость, расщепляемость и аминокислотный состав кормов, используемых в кормлении жвачных животных // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 7. – С. 85–88.
4. Победнов Ю.А. Исторический обзор развития силосования // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2021. – С. 119–143.
5. Клименко В.П. Качественные объемистые корма — основа полноценных рационов для высокопродуктивного скота [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 102–115. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
6. Зубрилин А.А. Научные основы консервирования зеленых кормов. – М. : Сельхозгиз, 1947. – 391 с.
7. Клименко В.П., Кричевский А.Н. Применение ферментных препаратов — реальная возможность повышения энергетической питательности объемистых кормов // Аграрное решение. – 2012. – № 5–6. – С. 36–39.
8. Muck R. E. et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives // Journal of dairy science. – 2018. – Vol. 101. – Iss. 5. – P. 3980–4000.
9. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьев, А.И. Фицев [и др.]. – М., 1989. – 44 с.
10. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 344 с.

References

1. Klimenko V.P. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka effektivnykh sposobov povysheniya energeticheskoy i proteinovoy pitatel'nosti silosa i senazha iz trav [Scientific substantiation and development of effective ways to increase energy and protein nutritional of silage and haylage from grasses : abstract Dis. ... Dr. Sci. (Agr.)]. Dubrovitsy, 2012, 36 p.
2. Azorkin F.V. Ukrepleniye kormovoy bazy zhivotnovodstva na osnove vozdeleyvaniya bobovykh i bobovo-zlakovykh travostoyev [Strengthening the fodder base of animal husbandry based on the cultivation of legumes and legume-cereal herbage]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2001, no. 4, pp. 13–15.
3. Fitsev A.I., Voronkova F.V. Rastvorimost', rasshcheplyayemost' i aminokislotnyy sostav kormov, ispol'zuyemykh v kormlenii zhvachnykh zhivotnykh [Solubility, splitting and amino acid

- composition of feeds used in feeding ruminants]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], 1987, no. 7, pp. 85–88.
4. Pobednov Yu.A. Istoricheskiy obzor razvitiya silosovaniya [Historical review of the development of ensiling]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production]. 2021, pp. 119–143.
 5. Klimenko V.P. Kachestvennyye ob'yemistyye korma — osnova polnotsennykh ratsionov dlya vysokoproduktivnogo skota [Qualitative bulky feeds is the base of adequate diets for highly productive livestock]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2019, no. 3, pp. 102–115. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
 6. Zubrilin A.A. Nauchnyye osnovy konservirovaniya zelenykh kormov [Scientific bases of conservation of green fodder]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1947, 391 p.
 7. Klimenko V.P., Krichevskiy A.N. Primeneniye fermentnykh preparatov – real'naya vozmozhnost' povysheniya energeticheskoy pitatel'nosti ob'yemistykh kormov [The use of enzyme preparations is a real possibility of increasing the energy nutritional value of bulky feed]. *Agrarnoye resheniye* [Agrarian solution], 2012, no. 5–6, pp. 36–39.
 8. Muck R. E. et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of dairy science*. 2018. Vol. 101. Iss. 5. Pp. 3980–4000.
 9. Grigorev N.G., Vorobev E.S., Fitsev A.I. et al. Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke kormov na osnove ikh perevarimosti [Methodological recommendations for the evaluation of feed on the basis of their digestibility]. Moscow, 1989, 44 p.
 10. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Fiziko-khimicheskiye metody analiza kormov [Physical and chemical methods of feed analysis]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2014, 344 p.