

Оценка эффективности комбинированного консервирования *Galegi orientalis*

Е. В. Косолапова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы и технологии»

ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

606340, г. Княгинино, улица Октябрьская, 22а

✉ ngiei-126@mail.ru

Резюме. Исследования проведены для выявления оптимальной схемы применения химического и бактериального консервантов при силосовании слабо проявленной зеленой массы Галеги восточной (*Galega orientalis* L.) с содержанием сухого вещества (СВ) 240,3 г/кг. В эксперимент включены различные варианты внесения Текацида и Биотрофа 2+ как по отдельности, так и в комбинированных режимах. Материалом исследования являлся приготовленный в трехкратной повторности силос, вскрытый после 4 месяцев хранения. Объем эксперимента составил 9 вариантов силосования. Оценка эффективности комбинированного консервирования осуществляли на основании органолептической оценки и показателей pH, профилю органических кислот и уровню СВ. Лучший эффект обеспечивает последовательное внесение консервантов с Текацидом в дозах 3 и 1,5 л/т. На снижение pH значительное влияние оказало комбинированное консервирование с химическим препаратом 1,5 л/т при одновременном (pH 4,18) и последовательном (pH 4,13) внесении. Стоит отметить, что в кормах с Текацидом (5 л/т) и комбинации препаратов при их последовательном внесении с дозой Текацида 3 и 1,5 л/т масляная кислота не обнаружена. Кроме того, относительное содержание уксусной кислоты в них было менее 30 %, а содержание СВ – более 280 г/кг. Комбинированное применение консервантов на основе органических кислот и молочнокислых бактерий позволяет значительно повысить качество силоса из Галеги восточной. Установили, что наиболее эффективными являются схемы с последовательным внесением Текацида в дозе 3 и 1,5 л/т. Такой подход обеспечивает оптимальное подкисление, отсутствие маслянокислого брожения и сохранность питательных веществ.

Ключевые слова: Галега восточная; силосование; консерванты; комбинированное консервирование; качество; кислотность; сухое вещество.

Для цитирования: Косолапова Е. В. Оценка эффективности комбинированного консервирования *Galegi orientalis* // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1 (73). С. 120-127. doi:10.18286/1816-4501-2026-1-120-127

Evaluation of the efficiency of combined preservation of *Galega orientalis*

E. V. Kosolapova

Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics

606340, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a

✉ ngiei-126@mail.ru

Abstract. The study was conducted to identify the appropriate application scheme for chemical and bacterial preservatives in the ensiling of slightly wilted green feed of *Galega orientalis* (L.), with a dry matter (DM) content of 240.3 g/kg. The experiment included various application variants of Tekacid and Biotrof 2+, both separately and in combination. The study material consisted of silage prepared in triplicate and unsealed after 4 months of storage. The experiment consisted of nine ensiling variants. The effectiveness of combined preservation was assessed based on organoleptic evaluation and pH values, organic acid profile and dry matter content. The best effect was achieved with sequential application of preservatives including Tekacid at doses of 3 and 1.5 l/t. Combined preservation with the chemical preparation at 1.5 l/t, applied simultaneously (pH 4.18) and sequentially (pH 4.13), significantly reduced pH. It is worth noting that butyric acid was not detected in feeds containing Tekacid (5 l/t) and the combination of preparations when applied sequentially at Tekacid doses of 3 and 1.5 l/t. Furthermore, the relative acetic acid content in them was less than 30% and the dry matter content was over 280 g/kg. The combined usage of preservatives based on organic acids and lactic acid bacteria can significantly improve the quality of silage from *Galega orientalis*. The most effective schemes were found to be those with sequential application of Tekacid at rates of 3 and 1.5 l/t. This approach ensures appropriate acidification, the absence of butyric acid fermentation and nutrient preservation.

Keywords: *Galega orientalis*, silage, preservatives, combined preservation, quality, acidity, dry matter.

For citation: Kosolapova E. V. Evaluation of the efficiency of combined preservation of *Galega orientalis* // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.1 (73): 120-127 doi:10.18286/1816-4501-2026-1-120-127

Введение

Обеспечение стабильного качества кормов при заготовке трудно консервируемых культур остается одной из приоритетных задач в системе устойчивого

животноводства. На фоне сезонных колебаний продуктивности пастбищ и сенокосов важную роль играет заготовка биомассы, консервированной путем сенажирования, естественного силосования или обработки

консервирующими препаратами. Однако на практике получение силоса высокого качества сопряжено с рядом агротехнологических и биохимических факторов: погодные условия во время его заготовки и фаза вегетации, исходный состав фитомассы и соблюдение технологических регламентов.

Стоит отметить, что традиционные основы сырья для заготовки силоса в России составляют кукуруза, сорго, подсолнечник, а также злаковые и бобово-злаковые смеси. При этом все более широкое применение получают высокобелковые многолетние бобовые травы, в частности люцерна (*Medicago sativa* L.), клевер (*Trifolium spp.*) и особенно Галега восточная (*Galega orientalis* L.).

На ценность и эффективность этой культуры указывают многие авторы [1, 2]. Она отличается не только высоким содержанием сырого протеина (от 151 до 270 г/кг СВ) и обменной энергии (9,0...9,7 МДж/кг СВ), но и устойчивой урожайностью при минимальных энергетических затратах на возделывание [3]. Ранее установлено [4], что сбор зелёной массы Галеги восточной с 1 га на 10,0 т превосходит клевер, на 12,5 т – донник, на 16,1 т – люцерну и на 18,1 т – костреч. Анализ биохимического состава надземной массы Галеги восточной показал, что она содержит большое количество питательных и биологически активных веществ, включая аминокислоты, флавоноиды, алкалоиды, витамины С, каротин, типмин, рибофлавин [5]. По данным ряда авторов, включая Г. А. Ситопов [5], в фазе бутонизация и начало цветения она отличается высокой поедаемостью и перевариваемостью. Однако из-за значительной буферной ёмкости и низкого содержания сахаров заготовить из данной культуры стабильный по качеству силос без применения консервантов практически невозможно, так как затруднен запуск и стабилизация молочнокислого брожения. Результаты современных исследований [6] показывают, что наибольшую эффективность демонстрируют препараты на органических кислотах. Сдерживающим фактором их применения является их высокая стоимость. В связи с этим возрастающий интерес вызывает использование бактериальных заквасок. Несмотря на ряд положительных моментов, связанных с безопасностью и экономичностью их использования, об их эффективности при силосовании бобовых трав существует противоречивое мнение [7, 8, 9].

Особый интерес вызывает технология комбинированного консервирования, предполагающая сочетание химического и микробиологического подходов [10]. Нами ранее была доказана высокая эффективность сочетания химического консерванта Текацид и бактериальной закваски Биосил НН при заготовке силоса из свежескошенной биомассы Галеги восточной (Патент RU 2614799) [11]. Однако вопрос о результативности такой комбинации в условиях проявлявания и при варьировании способов внесения компонентов остается недостаточно изученным. В связи с этим возникла необходимость в проведении комплексного исследования, направленного на оценку воздействия комбинированного

консервирования на биохимические показатели силоса, включая кислотность, содержание органических кислот и уровень СВ.

Цель исследования – установить влияние различных способов комбинированного консервирования на уровень pH, состав и соотношение органических кислот, сохранность СВ, а также качества готового силоса из слабопроявленной биомассы Галеги восточной.

Материалы и методы

Полупроизводственные исследования по консервированию слабо проявленной биомассы Галеги восточной были организованы на базе сельскохозяйственной организации ООО «Колос» (Нижегородская область, Бутурлинский район, село Кочуново).

В качестве объекта исследования использовали наземную массу первого укоса растений второго года вегетации, скошенных в фазе бутонизация-начало цветения, что соответствует оптимальному периоду для заготовки корма с максимальной кормовой ценностью. Заготовку силоса проводили курганным способом.

Агротехнические операции по заготовке осуществляли с использованием серийной сельскохозяйственной техники – кормоуборочного комбайна Дон-680М (ООО «Комбайновый завод» Ростсельмаш, Россия), автомобилей КАМАЗ-65115 (ООО «СпецАгроТрейд», Россия), гусеничного трактора Т-402-01 (ООО завод «Алтайский трактор», Россия), оснащенным навесным трамбующим оборудованием.

Период проявлявания характеризовался умеренными погодными условиями: переменная облачность, среднесуточная температура воздуха 16,6 °С, кратковременные осадки, скорость ветра северо-западного направления – 5,1 м/с, относительная влажность воздуха – 64 %. Указанные климатические условия обеспечили снижение влажности зелёной массы до параметров, рекомендованных для силосования бобовых культур.

В качестве консервирующих средств применяли препараты различной природы. Химический консервант «Текацид» (ООО ТекноФид, Россия) представляет многофункциональный кислотный состав, включающий: муравьиную кислоту – 52 %, формиата натрия – 7 %, пропионовую кислоту – 18 %, вода – 23 %. Биологический консервант Биотроф 2+ (ООО Биотроф, Россия) представляет собой смесь активных культур молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus faecium* с минимальной концентрацией не менее 1×10^5 КОЕ/г силосуемой массы.

Для оценки влияния схем комбинированного консервирования была разработана экспериментальная модель, включающая 9 вариантов обработки, различающихся дозировкой и способом внесения препаратов (последовательно и в виде смешанных растворов). Каждому варианту соответствовало три повторности, в результате чего общее количество составило 27 образцов. Подробная схема опыта, а также состав и концентрация консервируемых растворов представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Схема вариантов силоса

ПКК₀ - Без препаратов; ПКК₁ - Биотроф 2+ (1 л / 40 т); ПКК₂ – Текацид (5 л/т); ПКО₁, ПКО₂, ПКО₃, СПКО₁, СПКО₂, СПКО₃ - Биотроф 2+ (1 л / 40 т) + Текацид (5; 3; 1,5; 2; 1 и 1,5 л/т соответственно)

Фасовка опытных образцов проводилась в герметичные пакеты из барьерной плёнки (толщина 120 мкм), исключающие газообмен. Для создания условий, максимально приближенных к реальной технологии силосования, пакеты размещались внутри силосной массы кургана на высоту 1,2 м ±0,4 м от основания вдоль центральной оси. После четырёх месяцев хранения все образцы извлекли из кургана и провели лабораторные исследования.

Анализ качества полученных силосов осуществлялся в аккредитованной лаборатории Федерального центра агрохимической службы «Нижегородский» (г. Нижний Новгород). Измерение значения активной кислотности (рН) проводилось по ГОСТ 26180-84 «Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН)». Количественное определение органических кислот – молочной, уксусной и масляной – осуществлялось методом капиллярного электрофореза в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56373-2015. Определение массовой доли сухого вещества проводилось по методике ГОСТ 31640-2012 «Корма. Методы определения содержания сухого вещества». Оценка санитарно-гигиенического состояния и качества готового силоса основывалась на

положениях ГОСТ Р 55986-2022 «Силос и силаж. Общие технические условия».

Каждый анализ выполняли в трехкратной повторности, что обеспечило статистическую достоверность результатов. Статистическая обработка полученных данных включала методы вариационного анализа, в том числе однофакторный дисперсионный анализ и проверку значимости различий с использованием t-критерия Стьюдента. Проверка нормальности распределения осуществлялась с использованием критерия Шапиро-Уилка. Пороговое значение уровня значимости принималось при уровне P≤0,05. Все расчёты выполнялись с применением программного обеспечения Microsoft Excel (версия 2019, Microsoft, США). Корреляционный анализ взаимосвязей между активной кислотностью (рН), составом органических кислот и содержанием СВ проводился по методике Пирсона.

Результаты

Перед заготовкой опытных образцов провели анализ для определения химического состава исходной биомассы Галеги восточной, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав исходной массы козлятника, % от абс. СВ

Наименование сырья	СВ, %	Сырые питательные вещества, %				Сахар, г	Перевариваемый протеин, г/кг	ОЭ, МДж	ЭКЕ, кг
		протеин	клетчатка	жир	зола				
Среднее значение	24,0±0,07	15,7±0,11	19,1±0,12	1,9±0,03	9,0±0,05	47,0±0,09	118,0±0,09	9,8±0,04	0,98±0,01

Комплексная оценка химического состава исходной массы показала, что сырьё характеризуется умеренной степенью провяливания и уровнем СВ, близким к нижней границе, приемлемой для силосования. Сырьё является слабо провяленным, пригодным для заготовки силоса. Среднее содержание сахаров составило 47 г/кг СВ, что по современным представлениям считается критическим минимумом для инициации молочнокислого брожения.

Органолептическая оценка образцов силоса, проводимая в соответствии с положениями ГОСТ Р 55986-2022, после четырёх месяцев хранения позволила установить, что все варианты имеют хорошее санитарно-гигиеническое состояние. Во всех образцах: отсутствовали признаки плесени, структура массы оставалась мягкой и не мажущей, цвет буровато-оливковый, запах – характерный для

качественного силоса (фруктовый и квашенных овощей). Эти данные позволяют отнести полученные образцы к доброкачественным кормам.

Одним из ключевых показателей, определяющим как технологическую эффективность процесса силосования, так и кормовую ценность продукта, является содержание СВ. Этот показатель не только служит индикатором степени обезвоживания биомассы при провяливании, но и косвенно отражает ход ферментативных процессов, протекающих в анаэробной среде в процессе силосования.

Результаты определения СВ в образцах силоса, заготовленных из слабо провяленной биомассы Галеги восточной с применением различных схем консервирования, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты исследования содержания СВ и кислотности в опытных силосах

Код варианта	Состав растворов		Содержание СВ, г/кг	Значение рН
ПКК ₀	Без препаратов		272,0±0,22	4,47±0,04
ПКК ₁	Биотроф 2+		291,7±0,63*	4,36±0,05
ПКК ₂	Текацид в дозе		301,3±0,10*	4,06±0,05*
Последовательное внесение препаратов				
ПКО ₁	Биотроф 2+* + Текацид в дозе		5 л/т	290,7±0,20*
ПКО ₂			3 л/т	285,3±0,63*
ПКО ₃			1,5 л/т	280,7±0,14*
Одновременное внесение препаратов				
СПКО ₁	Биотроф 2+* + Текацид в дозе		2 л/т	285,0±0,05*
СПКО ₂			1 л/т	290,2±0,65*
СПКО ₃			1,5 л/т	307,7±0,58*
Среднее значение			289,6±0,72	4,17±0,09

Примечание: * – $P \leq 0,05$

Наиболее стабильные результаты содержания СВ зафиксированы в вариантах с последовательным внесением Текацида (ПКО₂ и ПКО₃) и с одновременным, в виде смешанного раствора (СПКО₁). По этому показателю их можно отнести к первому классу. В этих вариантах содержание СВ достоверно превышало исходное значение в среднем на 4,3 г/кг ($P \leq 0,05$), а по сравнению с контролем – на 1,2 г/кг, что свидетельствует о протекании умеренных, но эффективных биологических процессов.

Аналогичную динамику наблюдали в варианте с Текацидом, а также при комбинированном внесении консервантов как последовательно (ПКО₁), так и совместно (СПКО₂). В этих вариантах содержание СВ достоверно превышало значение контроля (ПКК₀) на 1,9 г/кг ($P \leq 0,05$), по отношению к исходной массе – в среднем на 5,1 г/кг. Эти образцы демонстрировали значения, указывающие на преимущество этих схем, не смотря на сниженную концентрацию химического консерванта. Наиболее значительные изменения содержания СВ наблюдаются в образцах с препаратом Биотроф 2+ и в силосе, заготовленном комбинированным способом с внесением препаратов в смешанном виде СПКО₃ (1,5 л/т). Увеличение показателя в этих вариантах составило в среднем 6,4 г/кг ($P \leq 0,05$) по сравнению с исходной массой и 1,5 г/кг – к среднему значению по опыту. При этом следует особо подчеркнуть, что во всех силосах с комбинированным консервированием содержание СВ достоверно превышало значение корма с Биотроф 2+ ($P \leq 0,05$), что свидетельствует о более выраженном стабилизирующем эффекте смешанной схемы.

Интересно отметить, что даже при одинаковой дозе Текацида (1,5 л/т) при комбинированном консервировании концентрация СВ в готовом корме существенно зависело от способа внесения. При смешанном введении компонентов (СПКО₃) значение данного показателя была на 2,7 г/кг выше, чем при последовательной обработке (ПКО₃), что указывает на различие в механизме запуска и развития процессов ферментации. Последовательное внесение препаратов видимо способствовало развитию более благоприятных условий биохимических преобразований в процессе брожения.

Для комплексной оценки консервирующего эффекта и подтверждения выводов по показателю СВ требуется дальнейшее рассмотрение таких показателей, как уровень подкисления (табл. 2), концентрация органических кислот и их соотношение (рис. 3).

На основе расчётов, выполненных по формуле Вайсбаха и Спозэли [12], установили, что при концентрации СВ в исходной массы на уровне 240,3 г/кг критическим значением кислотности, необходимым для ингибирования нежелательной микрофлоры и обеспечения микробиологической стабильности силосовой массы, рН не ниже 4,33. Поддержание кислотности на данном уровне в герметичных условиях препятствует развитию патогенных микроорганизмов – клостридий, дрожжей и плесневых грибов, и способствует сохранению ценных питательных веществ.

Степень подкисления консервируемой массы существенно зависела от дозы химического консерванта и способа его внесения (табл. 2). Контрольный образец (ПКК₀) достоверно ($P \leq 0,05$) показал более высокое значение рН по сравнению со всеми вариантами с добавками, за исключением варианта ПКК₁ (с использованием Биотроф 2+), что указывает на неэффективность спонтанного брожения в подавлении нежелательной микрофлоры. Величина рН в контроле на 0,37 единиц превышала среднее значение по остальным вариантам.

Отдельно стоит сказать о результатах подкисления в вариантах, заготовленных комбинированным консервированием с последовательным (ПКО₁₋₃) и смешанным (СПКО₁₋₃) внесением препаратов. Во всех образцах уровень рН не превышает значения 4,21, что говорит о хорошей способности данных схем в подкислении высокобелковой биомассы. При комбинированном консервировании с более низкой дозой внесения Текацида – СПКО₁ (2 л/т) и СПКО₂ (1 л/т) – рН снизился до 4,11 и 4,15 соответственно, что отвечает рассчитанному нами значению и требованиям ГОСТа. В силосах, законсервированных смесью с дозой химического консерванта (1,5 л/т) с последовательным (ПКО₃) и совместным внесением препаратов (СПКО₃), первый подкислялся несколько лучше, хотя оба по этому показателю отвечали требованиям к качественному корму.

Качество процессов брожения характеризуется общим количеством и составом органических кислот, накопленных во время силосования и их соотношением (рис. 2). Согласно результатам проведенных исследований, внесение Текацида и его смесей с Биотроф2+ достоверно ($P \leq 0,05$) положительно повлияло на кислотообразование. Их среднее содержание составило 36,8 г/кг СВ, что превышает контрольный образец на 7,8 г/кг. При этом в образце с применением Биотроф 2+ (ПКК1) синтез органических кислот оказался ограниченным. Достоверно ($P \leq 0,05$) наибольшее кислотообразование установлено в силосах с комбинацией консервантов с последовательным внесением при дозе Текацида 3 л/т (вариант ПКО₂) и в смешанном виде при дозе Текацида 2 и 1,5 л/т (СПКО₂ и СПКО₃ соответственно). Важным показателем эффективности ферментации является преобладание молочной кислоты среди органических кислот. В ходе исследований установили, что во всех вариантах с консервантами её концентрация достоверно ($P \leq 0,05$) выше, чем в контроле (ПКК₀) в среднем на 13,9 г/кг. При этом в силосе с Биотроф2+ (ПКК₁) по сравнению со всеми вариантами комбинированного консервирования (ПКО₁₋₃ и СПКО₁₋₃) молочной кислоты достоверно ($P \leq 0,05$) меньше в среднем на 7 г/кг. Вероятно, это следствие недостаточной начальной концентрации сахаров и конкуренции с эпифитной микрофлорой. Уксусная кислота играет немаловажную роль в сохранности силоса, она обеспечивает его стабильность при хранении. Самое высокое содержание уксусной кислоты установили в контрольном образце (ПКК₀). Оно достоверно

($P \leq 0,05$) превышало значение большинства других вариантов на 3,7 г/кг. В вариантах с комбинированным внесением консервантов, особенно при пониженной дозе Текацида СПКО₁ и СПКО₂ с одновременным внесением, содержание уксусной кислоты выше, чем в корме с последовательной обработкой с дозой Текацида 5 (ПКО₁) и 3 (ПКО₂) л/т, в среднем на 1,4 г/кг ($P \leq 0,05$), что, вероятно, связано с особенностями микробного метаболизма при меньших концентрациях органических кислот. Одинаковое внесение Текацида в дозе 1,5 л/т при одновременном внесении препаратов способствовало большему накоплению уксусной кислоты на 2 г/кг СВ, чем при последовательной обработке. Анализ содержания масляной кислоты показал, что её наибольшее количество зафиксировано в вариантах ПКК₀ и ПКК₁, что указывает на развитие клостридиального брожения. В силосах с Текацидом (ПКК₂) и его комбинированным внесением в дозе 5 л/т (ПКО₁), 1,5 л/т (ПКО₃) и 1 л/т (СПКО₂) её образовалось достоверно ($P \leq 0,05$) меньше, чем в контрольном образце и корме с Биотроф 2+ в среднем в 7,2 и 5,5 раза соответственно, что подтверждает стабилизирующее действие химического компонента.

Следует подчеркнуть, что абсолютное количество органических кислот, накопленных в процессе силосования, не всегда является определяющим критерием качества ферментации. На практике наибольшее значение имеет их относительный состав (рис. 2), поскольку даже при одинаковом общем уровне кислот возможны принципиальные различия в характере брожения.

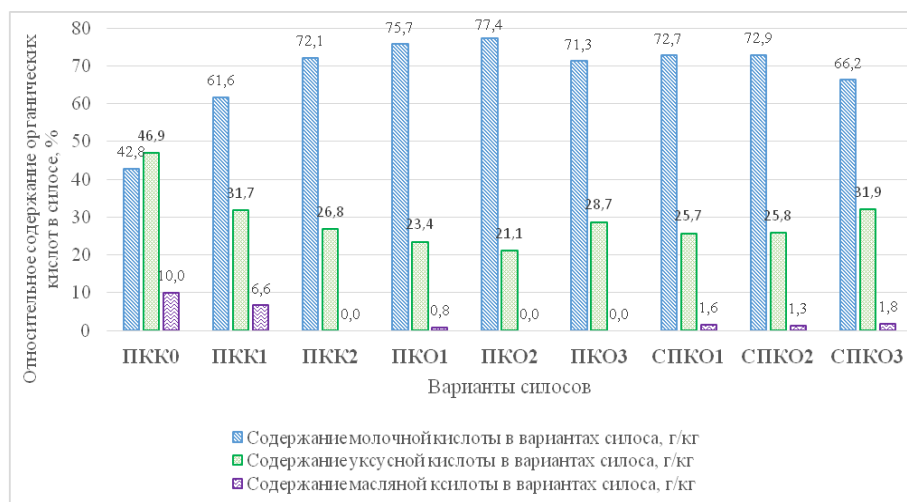


Рис. 2. Относительное содержание органических кислот в силосах из слабо проявленной массы козлятника, законсервированных разными способами

В контрольном образце (ПКК₀) молочная кислота составила 43 % от общего количества органических кислот, а масляная кислота – порядка 10 %, что свидетельствует о протекании нежелательных микробиологических процессов и позволяет отнести этот силос к категории вне классного по ГОСТ 55986-2022. В противоположность этому все варианты, включающие Текацид (ПКК₂, ПКО₁₋₃, СПКО₁₋₃),

продемонстрировали низкую относительную долю масляной кислоты и доминирование молочной, что соответствует силосам высокого качества. Наилучший профиль кислотного состава был установлен в образцах с внесением Текацида в дозе 5 л/т и в его сочетании с Биотроф 2+ с дозой последовательного внесения 3 и 1,5 л/т. В этих вариантах доля молочной кислоты достигала оптимальных значений, а

масляной кислоты не зафиксировали. Эти схемы обеспечили консервирующий эффект, сравнимый с чисто химическим. При этом расход дорогостоящего химического препарата ниже в 2 и более раз.

Корреляционный анализ, проведенный по методу Пирсона, позволил установить ряд закономерностей между содержанием СВ, уровнем pH и накоплением органических кислот. Положительная связь между содержанием СВ и концентрацией молочной кислоты ($r = 0,34$; $P \leq 0,05$), а также общим кислотообразованием ($r = 0,38$; $P \leq 0,05$). При этом содержание СВ отрицательно коррелирует с уксусной ($r = -0,17$; $P \leq 0,05$) и масляной кислотами ($r = -0,23$; $P \leq 0,05$), а также с уровнем pH ($r = -0,29$; $P \leq 0,05$). Это подтверждает, что при снижении кислотности и накоплении нежелательных метаболитов резко ухудшается питательная ценность силоса. Также установлена достоверная статистически значимая обратная корреляционная связь ($K=27$; $r = -0,44$; $P \leq 0,05$) между общим количеством накопленных органических кислот в вариантах силосов комбинированного консервирования с последовательным и одновременным внесением консервантов, что позволяет нам говорить о различиях в протекании процессов брожения.

Обсуждение

Исследования проводимые для определения влияния различных подходов к комбинированному консервированию слабопроявленной биомассы Галеги восточной на основании анализа уровня активной кислотности, состава и соотношения органических кислот, сохранности СВ и качества готового корма в целом показали, что результаты зависели как от концентрации химического консерванта, так и от способа внесения препаратов.

Анализ показателей исходной массы подтвердил, что биомасса Галеги восточной относится к трудносилосуемой. На этот факт указывают многие авторы [13, 14]. Улучшить процесс силосования позволяет проявление, так как оно способствует повышению содержания сахара [15-17]. Количество сахара, определённое в исходной массе, согласуется с результатами исследования О. Ганущенко [13]. Он установил, что данный показатель в фазу начала цветения составил 49,0 г/кг СВ сахаров при уровне СВ 17,8 %. При этом буферная ёмкость составляла 4,8 % в СВ, сахаро-буферное отношение 1,02, а коэффициент сбраживаемости – 26. По мнению автора, чтобы получить качественный силос из высокобелковых растений, исходное сырьё обязательно нужно проявлять. Известно, что с ростом содержания СВ повышается степень гомоферментативности молочнокислого брожения [16].

В условиях интенсивного молочнокислого брожения и оптимального подкисления уровень СВ в готовом силосе сохраняется на уровне, близком к исходному. Незначительное изменение данного показателя (<2...3 %) свидетельствует о протекании процессов преимущественно по гомоферментативному типу с минимальными потерями органических

веществ и энергии. Во всех исследуемых образцах наблюдали увеличение содержания СВ по сравнению с исходной массой в среднем на 49,3 г/кг. Следует отметить, что его сохранность напрямую зависит от степени подкисления консервируемой массы. При этом процесс кислотообразования зависит от состава питательной среды и от условий культивирования [18]. Быстрое подкисление на начальном этапе силосования гарантирует подавление патогенной эпифитной микрофлоры [5, 6]. Это мы наблюдали и в ходе проведения опыта. Уровень активной кислотности в схемах комбинированного консервирования не превышал 4,21. Его снижение происходит благодаря накоплению молочной кислоты. После 35...45 дней хранения её содержание в качественном силосе должно в два-три раза превосходить содержание уксусной кислоты. Повышение доли молочной кислоты эффективно подавляет развитие нежелательной микрофлоры и способствует стабилизации силоса. Это подтверждается вышеприведенными результатами и данными исследований других авторов [12, 13]. При этом содержание уксусной кислоты обеспечивает стабильность готового корма и препятствуя его самосогреванию. Стоит отметить, что она также оказывает влияние на жирность молока. Желательно, чтобы её содержалось в силосе не более 3 % от СВ. Как показали результаты проведенных исследований, при комбинированном консервировании ее значение не превышало 1 %. Даже в контрольном варианте ее массовая доля составила 1,36 % от СВ. Самой нежелательной в корме является масляная кислота. Ряд авторов указывает, что заготовить силос из высокобелкового сырья без наличия масляно-кислого брожения невозможно без химического консервирования [13, 17]. В готовом корме с химическим препаратом Текацид ПКК₂ (5 л/т) и его комбинировании с Биотроф 2+ в вариантах ПКО₂ (3 л/т) и ПКО₃ (1,5 л/т) её не обнаружили.

Проведенные исследования подтвердили, что эффективность комбинированного консервирования обусловлена способностью органических кислот подавлять развитие клостридий и иных патогенов на ранних стадиях ферментации. Результаты исследований ряда авторов [6, 7, 10] также подтверждают, что и в настоящее время наиболее эффективными остаются препараты на основе органических кислот – муравьиной, пропионовой, уксусной, бензойной, сорбиновой и их солей. Использование бактериального препарата Биотроф 2+ в составе комбинированной схемы позволяет обеспечить микробиологическую доминанту благоприятной микрофлоры на начальной стадии, что ускоряет подкисление биомассы и повышает качество ферментативных процессов. Численное превосходство молочнокислых бактерий на начальной стадии силосования способствует более быстрой инициации продуцирования молочной кислоты, что обеспечивает стабильное подкисление массы за более короткие сроки [18, 19].

Положительный эффект сочетания консервантов различной природы подтверждается и другими авторами [10].

Заключение

Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность применения комбинированного консервирования слабо проявленной биомассы Галеги восточной. На основании оценки биохимических показателей опытных силосов, включающих уровень активной кислотности, содержание и профиль органических кислот, установили, что последовательное внесение Текацида в доза 1,5 (ПКО₃) и 3 л/т (ПКО₂) в сочетании с бактериальным препаратом Биотроф 2+ позволяет достичь стабильного и высококачественного брожения. В образцах отмечено снижение pH до нормативных значений (в среднем 4,04), доминирование молочной кислоты при низком содержании уксусной (менее 30 %) и практически полном отсутствии масляной кислоты. Полученные данные указывают на преимущественно гомоферментативный тип молочнокислого брожения, обеспечивающий высокую питательную ценность и стабильность силоса. Полученные результаты имеют практическое значение, обусловленное применением комбинированного консервирования с пониженной дозой Текацида (3...1,5 л/т), что позволяет снизить расход дорогостоящего химического компонента на 70...40 % при сохранении качества готового корма.

Литература

1. Ignaczak S., Andrzejewska Ja., Katarzyna S. Fodder Galega-Persistence as a Special Asset in Sustainable Agriculture // *Agronomy* 13. 2023. Vol. 10. P. 2587. doi: 10.3390/agronomy131025872023
2. Использование силоса из бобово-злаковых травосмесей в рационах откармливаемых бычков / Б. Г. Шарифьянов, И. Ф. Юмагузин, Ф. М. Шагалиев и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35 № 2. С. 56-60. doi:10.24411/0235-2451-2021-10209
3. Пастбища и их роль в кормлении молочного скота в условиях европейского Севера РФ / Е. Тяпугин, И. Сереброва, Г. Симонов и др. // *Молочное и мясное скотоводство*. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Косолапова Е. В., Кучин Н. Н., Косолапов В. В. Силосование: современные подходы к консервированию трудносилосуемых растений: монография. Москва: ИНФРА-М. 2024. 216 с. doi 10.12737/2061201.
5. Симонов Г. А., Старковский Б. Н., Симонов А. Г. Качество кормов из козлятника восточного // *Молочнохозяйственный вестник*. 2021. Т. 41. № 1. С. 81-88. doi 10.52231/2225-4269_2021_1_81
6. Усков Г. Е., Цопанова А. В., Усков И. Г. Химическое консервирование бобовых культур // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2017. № 5 (3). С. 52-58. doi: 10.14529/food170307
7. Волкова Г. С., Куксова Е. В. Применение консервантов различной природы для заготовки кормов // *Эффективное животноводство*. 2020. Т.160. № 3. С. 124-125. doi:10.24411/9999-007A-2020-00011
8. Бикчантаев И. Т., Аскарлова А. А. Эффективность применения биологических препаратов при консервировании люцерны // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 11. С. 18–21. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11104.
9. Хохряков Г. А., Кислякова Е. М. Биологические консерванты при силосовании кормовых культур как фактор, обуславливающий молочную продуктивность коров // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 79. № 5. С. 226-229.
10. Латышева О. В. О самом эффективном способе консервирования / *Эффективное животноводство*. 2021. Т. 169. № 3. С. 53-54.
11. Пат. 2614799 RU МПК А23К 30/15 Способ консервирования зеленой массы / Е. В. Косолапова, Н. Н. Кучин, В. В. Косолапов; заявитель и патентообладатель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет – № 2015124848 Заяв. 24.06.2015 // *Изобретения*. – Опубликовано 29.03.2017.
12. Носов Н. М., Малинин И. И. Проблемы клостридиальной порчи корма // *Сельскохозяйственные вести*. 2012. № 1. С. 26–28.
13. Ганущенко О. Консервирование многолетних бобовых трав // *Животноводство России*. 2020. № 5. С. 45-50. doi 10.25701/ZZR.2020.80.94.018
14. Победнов Ю. А., Мамаев А. А. Интенсивность спиртового брожения в зависимости от степени подсушивания травы, наличия сахара, а также его роль в возникновении аэробной порчи силоса и сенажа // *Адаптивное кормопроизводство*. 2019. № 1. С. 55-67. doi:10.33814/AFP-2222-5366-2019-1-56-68
15. Победнов Ю. А., Косолапов В. М. Биологические основы силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 2. С. 58-269. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.258rus
16. Effect of wilting time and enzymatic-bacterial inoculant on the fermentative profile, aerobic stability and nutritional value of BRS capiaçu grass silage / W. F. G. Ribas, F. P. Monção, V. R. R. Júnior, et al. // *R Bras Zootec*. 2021. Vol. 50. P. 20200207. doi: 10.37496/rbz5020200207
17. Effects of wilting on silage quality: a meta-analysis / M. Ridla, H. R. Albarki, S. T. Risyahadi, et al. // *Anim Biosci*. 2024. Vol. 37. No. 7. P. 1185-1195. doi: 10.5713/ab.23.0403
18. Абдуллаева Н. Ф., Тагизаде З. А., Мустафаева Р. С. Микробиологические и биохимические характеристики молочнокислых бактерий и области их применения (обзор) // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2017. № 3-3. С. 31-35.
19. Эффективность применения пробиотиков при консервировании зернофуража повышенной влажности / Н. Федак, С. Чумаченко, Л. Дармограй и др. // *Stiinta Agricola*. 2020. № 1. С. 167-172. doi: 10.5281/zenodo.3911647

References

1. Ignaczak S. andrzejewska Ja., Katarzyna S. "Fodder Galega - Persistence as a Special Asset in Sustainable Agriculture" // *Agronomy* 13. 2023. Vol. 10. R. 2587. doi: 10.3390/agronomy131025872023
2. Usage of silage from legume-cereal grass mixtures in the diets of fattened bulls / B. G. Sharifyanov, I. F. Yumaguzin, F. M. Shagaliev, et al. // *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. 2021. Vol. 35, No. 2, P. 56-60. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10209
3. Pastures and their role in feeding of dairy cattle in the conditions of the European North of the Russian Federation / E. Tyapugin, I. Serebrova, G. Simonov, D. Serebrov // *Dairy and meat cattle breeding*. 2011. No. 5, P. 23-24.
4. Kosolapova E. V., Kuchin N. N., Kosolapov V. V. *Ensilaging: Modern approaches to preserving difficult-to-ensilage plants: Monograph*. Moscow: INFRA-M. 2024. 216 p. doi 10.12737/2061201.
5. Simonov G. A., Starkovsky B. N., Simonov A. G. Quality of feed from Eastern Galega // *Dairy Farming Vestnik*. 2021. Vol. 41. No. 1. P. 81-88. doi 10.52231/2225-4269_2021_1_81
6. Uskov G. E., Tsopanova A. V., Uskov I. G. Chemical preservation of legumes // *Vestnik of the South Ural State University*. 2017. No. 5 (3). P. 52-58. doi: 10.14529/food170307
7. Volkova G. S., Kuksova E. V. Usage of preservatives of various nature for feed preparation // *Effective animal husbandry*. 2020. Vol. 160. No. 3. P. 124-125. doi: 10.24411/9999-007A-2020-00011
8. Bikchantayev I. T., Askarova A. A. Efficiency of using biological preparations in canning alfalfa // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019. Vol. 33. No. 11. P. 18–21. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11104.
9. Khokhryakov G. A., Kislyakova E. M. Biological preservatives in ensiling forage crops as a factor determining milk productivity of cows // *Vestnik of the Orenburg State Agrarian University*. 2019. Vol. 79. No. 5. P. 226-229.
10. Latysheva O. V. On the most effective method of preservation / *Effective animal husbandry*. 2021. Vol. 169. No. 3. P. 53-54.
11. Pat. 2614799 RU IPC A23K 30/15 Method for preserving green mass / E. V. Kosolapova, N. N. Kuchin, V. V. Kosolapov; applicant and patent holder State Budgetary Educational Institution of Higher Education Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics – No. 2015124848 Applied. 24.06.2015 // *Inventions*. – Published on 29.03.2017.
12. Nosov N. M., Malinin I. I. Problems of clostridial spoilage of feed // *Agricultural News*. 2012. No. 1. P. 26–28.
13. Ganushchenko O. Preservation of perennial legumes // *Animal Husbandry of Russia*. 2020. No. 5. P. 45–50. doi 10.25701/ZZR.2020.80.94.018
14. Pobednov Yu. A., Mamaev A. A. The intensity of alcoholic fermentation depending on the degree of grass drying, the presence of sugar and its role in the aerobic spoilage of silage and haylage // *Adaptive Feed production*. 2019. No. 1. P. 55-67. doi:10.33814/AFP-2222-5366-2019-1-56-68
15. Pobednov Yu. A., Kosolapov V. M. Biological foundations of ensiling alfalfa with lactic acid bacteria preparations (review) // *Agricultural biology*. 2018. Vol. 53. No. 2. P. 58-269. doi: 10.15389/agrobiol-ogy.2018.2.258rus
16. Effect of wilting time and enzymatic-bacterial inoculant on the fermentative profile, aerobic stability and nutritional value of BRS capiaçu grass silage / W. F. G. Ribas, F. P. Monção, V. R. R. Júnior, et al. // *R Bras Zootec*. 2021. Vol. 50. P. 20200207. doi: 10.37496/rbz5020200207
17. Effects of wilting on silage quality: a meta-analysis / M. Ridla, H. R. Albarki, S. T. Risyahadi, et al. // *Anim Biosci*. 2024. Vol. 37. No. 7. P. 1185-1195. doi: 10.5713/ab.23.0403
18. Abdullaeva N. F., Tagizade Z. A., Mustafayeva R. S. Microbiological and biochemical characteristics of lactic acid bacteria and their applications (review) // *Current problems of humanitarian and natural sciences*. 2017. No. 3-3. P. 31-35.
19. Efficiency of probiotic usage in preserving high-moisture grain forage / N. Fedak, S. Chumachenko, L. Darmograi, et al. // *Stiinta Agricola*. 2020. No. 1. P. 167-172. doi: 10.5281/zenodo.3911647