

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-1-133-141

УДК 636.085.7

Двухфазное консервирование плющеного зерна

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

Н. Н. Кучин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технический сервис»

ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

606340, г. Княгинино, улица Октябрьская, 22а

✉ngiei-126@mail.ru

Резюме. Исследования проводили с целью определения влияния различных консервирующих составов на качество процессов брожения при консервировании плющеного сырого зерна ячменя. В работе использовали химический консервант «Текацид» и бактериальный препарат Биосил НН. Материалом исследований были заготовленные в трехкратной повторности образцы плющеного зерна ячменя – контроль (без применения консервантов), с бактериальным и химическим консервантами, вносимыми как монораствор в дозах 1 л / 40 т и 5 л на 1 т соответственно. Двухфазное консервирование проводили в трех соотношениях химического консерванта 5, 3 и 1,5 л / т. Изучали уровень pH, содержание сухого вещества, общее количество органических кислот, в том числе молочной, уксусной, масляной и их относительное соотношение. Наивысшее содержание сухого вещества достигнуто в зерне с Текацидом. По отношению к исходному оно повысилось на 3,8 % (29 г/кг). Превосходство данного варианта над зерном с комбинацией биологического и химического препаратов при дозе Текацида 3 и 1,5 л/т составило от 4 до 13 г/кг. При этом наивысшее количество органических кислот определено в варианте двухфазного консервирования зерна с дозой Текацида 1,5 л/т и молочнокислой закваской (4,5 г/кг СВ). Более 50 % молочной кислоты в составе кислот брожения занимала в зерне без добавок и с дозами Текацида 3 и 1,5 л/т. Однако в контроле оставшиеся 44 % составляла масляная кислота. Установлено, что наилучшее влияние на качество брожения оказывала двухфазная обработка зерна при дозе Текацида 3 и 1,5 л/т.

Ключевые слова: бактериальный препарат, химический консервант, двухфазное консервирование, молочнокислое брожение, плющенное зерно, ячмень.

Для цитирования: Косолапова Е. В., Кучин Н. Н. Двухфазное консервирование плющеного зерна // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1(65). С. 133-141. doi:10.18286/1816-4501-2024-1-133-141

Two-phase canning of rolled grain

E. V. Kosolapova✉, **N. N. Kuchin**

SBEI HE Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University

606340, Knyaginino, Oktyabrskaya street, 22a

✉ngiei-126@mail.ru

Abstract. The research was carried out to determine the influence of various preservative solutions on the quality of fermentation processes when canning rolled raw barley grain. The chemical preservative “Tekatsid” and the bacterial preparation Biosil NN were used in the work. The research material was samples of rolled barley grain prepared in triplicate - control (without usage of preservatives), with bacterial and chemical preservatives added as a monosolution in doses of 1 l / 40 t and 5 l / 1 t, respectively. Two-phase preservation was carried out in three ratios of chemical preservative solutions 5, 3 and 1.5 l/t. The pH level, dry matter content, total amount of organic acids, including lactic, acetic, butyric ones and their relative ratio were studied. The highest dry matter content was achieved in grain with Tekatsid. Compared to the initial one, it increased by 3.8% (29 g/kg). The superiority of this variant over grain with a combination of biological and chemical preparations at a dose of 3 and 1.5 l/t of Tekacid ranged from 4 to 13 g/kg. In this case, the highest amount of organic acids was determined in the variant of two-phase grain preservation with a dose of Tekatsid of 1.5 l/t and lactic acid starter (4.5 g/kg DM). More than 50% of lactic acid in the composition of fermentation acids was occupied in grain without additives and with Tekacid at doses of 3 and 1.5 l/t. However, the remaining 44% was butyric

acid in the control. Its share ranged from 13 to 19% in the grain with two-phase processing, the rest was acetic acid. It was found that the best effect on the quality of fermentation was exerted by two-phase grain processing at a dose of Tekacid of 3 and 1.5 l/t.

Keywords: bacterial preparation, chemical preservative, two-phase canning, lactic acid fermentation, rolled grain, barley.

For citation: Kosolapova E. V., Kuchin N. N. Two-phase canning of rolled grain // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;1(65): 133-141 doi:10.18286/1816-4501-2024-1-133-141

Введение

Продуктивность крупного рогатого скота в Российской Федерации за последние годы значительно увеличилась. По данным статистического сборника «Сельское хозяйство в России -2021» с 2010 г. годовой надой молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях вырос на 37,7 % и составил 6728 кг. За тот же период также изменились размер и структура потребления кормов. Общий их расход вырос на 6,3, в то время, как доля концентрированных кормов – на 26,9 %.

Увеличение потребления зерновых кормов значительно повышает требования к их качеству. В последние годы в нашей стране и в ряде других стран широкое распространение получила рациональная, ресурсо- и энергоэффективная технология консервирования плющеного сырого зерна в стадиях неполной спелости при хранении в анаэробных условиях. Такая технология экономически выгодней традиционной сушки зерна за счёт экономии до 60 % дизельного топлива и до 70 % электроэнергии, исключения дополнительной очистки после уборки, что увеличивает сбор зерна на 5...10 ц с каждого гектара [1, 2] и, в конечном итоге, позволяет снизить себестоимость на 9...24 %. При этом уборка зерна находится в меньшей зависимости от погодных условий. Более ранние сроки её начала позволяют удлинить продолжительность проведения уборочных работ на 10...15 дней [3].

При его скармливании повышается поедаемость благодаря высоким вкусовым качествам [4] и усвояемость в сравнении с сухим дроблёным зерном за счёт частичного разрушения и растворения протеиновых оболочек крахмальных зерен в результате биохимических и микробиологических процессов. Также происходит ферментативное расщепление и декстринизация крахмала. Все это повышает питательную ценность корма [5-7] и его усвояемость организмом животных [8, 9]. Скармливание такого зерна приводит к повышению продуктивности и качества получаемого молока и мяса [1, 10, 11].

Технологические операции при консервировании сырого зерна во многом сходны с силосованием. Вместе с тем естественная консервируемость (силосуемость) зерна существенно ниже, чем у силосных трав, имеющих высокую влажность, повышенное содержание сахаров и достаточное для эффективного подкисления массы количество молочнокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры [12]. В составе эпифитной микрофлоры сырого зерна молочнокислые бактерии присутствуют в небольшом количестве и их развитие сдерживается высоким содержанием сухого вещества, при

котором они испытывают осмотический стресс. Это приводит к затягиванию процесса подкисления. Следует отметить, что высокое содержание сухого вещества и легкображиваемых углеводов является идеальным субстратом для развития дрожжей и плесени на плющеном сыром зерне.

Оптимальной для заготовки консервированного плющеного зерна считается влажность 25...40 %. При повышенной влажности зерна (выше 40 %) при комбайнировании потери увеличиваются до 20 % [3]. С экономической точки зрения нецелесообразно консервировать зерно с влажностью 20 % и менее [13].

Химические консерванты угнетают патогенную микрофлору и жизнеспособность зерна [14]. Консервированный корм может храниться достаточно долго при условии качественной трамбовки и наличии герметичных условий [15]. В противном случае наблюдаются негативные процессы: повышение температуры в массе, образование плесени и гнили, снижение питательности корма [16]. Как правило, для химического консервирования применяют органические кислоты – пропионовую, муравьиную и уксусную [17]. Они обладают хорошими фунги- и бактерицидными свойствами. Их использование позволяет снизить отрицательное влияние вторичной ферментации, возникающей после открытия хранилища. Однако их применение является достаточно дорогостоящим.

Использование молочнокислых заквасок экономичнее химических консервантов [18]. Однако низкая влажность зерна, тормозящая их развитие, снижает надёжность применения.

Цель исследований – определить влияние на качество процессов брожения при консервировании плющеного сырого зерна ячменя с химическим и бактериальным препаратами и их комбинациями в различных соотношениях.

Материалы и методы

Лабораторные исследования по консервированию плющеного зерна ячменя проведены на базе Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. Целью исследования было определение влияния двухфазного консервирования плющеного зерна с использованием химического и бактериального препаратов на качество брожения при консервировании сырого фуражного зерна. Эффективность такого способа консервирования доказана нами при силосовании козлятника восточного (Патент RU 2614799) [19, 20].

Для обработки зерна использовали химический и биологический консервирующие препараты. Химический консервант «Текацид» производства

ООО «ТекноФид» (Россия) содержит муравьиную кислоту (52 %), формиат натрия (7 %), пропионовую кислоту (18 %) и воду (23 %). Бактериальный препарат Биосил НН включает микробную биомассу гомоферментативных осмоотолерантных молочнокислых микроорганизмов, состоящих из *Lactococcus lactis* (*L. Lactis*) и *Lactobacillus casei* (*L. Casei*) в соотношении 1:1.

Схема опыта, состав и концентрация применяемых растворов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав и доза консервирующих растворов

Вариант	Состав растворов	Дозы, мл	Расход растворов мл/кг
K ₀	Без препаратов	0	0
K ₁	Вода + Биосил НН	400 + 1	10
K ₂	Вода + Текацид	5 + 5	10
O ₁	Вода + Текацид + Биосил НН*	5 + 5 + 5*	15
O ₂	Вода + Текацид + Биосил НН*	7 + 3 + 5*	15
O ₃	Вода + Текацид + Биосил НН*	8,5 + 1,5 + 5*	15

* - Доза Биосила НН – 5 мл берётся от разведенного водой в соотношении 1:400 препарата.

Рабочие растворы готовили непосредственно перед их использованием. Образцы в трёхкратной

повторности закладывались в стеклянные лабораторные ёмкости. После шести месяцев хранения ёмкости вскрывались для проведения лабораторных исследований в Центре агрохимической службы «Нижегородский» (г. Нижний Новгород).

Статистическую обработку и сравнительную оценку результатов исследований проводили по методике А. Н. Плохинского с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel на ПК.

Результаты

Первое субъективное представление о качественных показателях готового корма даёт органолептическая оценка. Согласно ГОСТ 58425-2019 (Зерно плющеное консервированное: технические условия) цвет консервированного плющеного зерна в норме должен быть слегка светлее исходного. Допускается наличие бурого или тёмно-коричневого цвета. Зерно должно иметь запах ароматный, фруктовый или квашенных овощей. Хлебный запах относится к возможным отклонениям от этого. Консистенция готового консервированного зерна должна быть тестообразная, но при этом не мажущаяся. Наличие плесени в качественном корме не допускается.

Органолептическая оценка сырого плющеного зерна после 6 месяцев хранения (табл. 2) показала, что его структура сохранена, и плесень отсутствовала во всех вариантах опыта, что говорит о его доброкачественности.

Таблица 2. Органолептические показатели плющеного зерна ячменя

Вариант опыта	Цвет	Запах	Структура	Наличие плесени	
K ₀	Без добавок	Светло-жёлтый	Фруктово-молочный	Сохранена	Нет
K ₁	Биосил НН	Светло-жёлтый с оттенком коричневого	Фруктово-кисломолочный	Сохранена	Нет
K ₂	Текацид	Светло-жёлтый	Кисломолочный	Сохранена	Нет
O ₁	Биосил НН Текацид (доза 1)	Светло-жёлтый + коричневый	Хлебно-кисломолочный	Сохранена	Нет
O ₂	Биосил НН Текацид (доза 2)	Светло-желтый	Кисломолочный	Сохранена	Нет
O ₃	Биосил НН Текацид (доза 3)	Светло-желтый + серый	Фруктово-молочный, хлебный до резко уксусного	Сохранена	Нет

Таблица 3. Химический состав исходной массы, % от абс. СВ

Наименование сырья	Сухое вещество	Сырые питательные вещества				БЭВ	Легкогидролизуемые углеводы	
		протеин	клетчатка	жир	зола		сахар	крахмал
Ячмень	73,90	12,10	5,11	1,58	2,75	78,5	5,13	40,26

Таблица 4. Содержание сухого вещества, кислотность и продукты брожения в консервированном плющеном зерне

Вариант опыта	Сухое вещество (СВ), %	рН	Органические кислоты, г/кг СВ				
			всего	в том числе			
				молочная	уксусная	масляная	
Контроль	76,7±0,47	5,8±0,00	3,2±0,2	1,8±0,2	0,0±0,0	1,4±0,1	
Биосил НН	76,4±0,34	5,5±0,07*	4,5±1,5	2,1±0,2	1,6±0,3*	0,8±0,1*	
Текацид	76,8±0,03	5,2±0,03*	2,9±0,1	1,0±0,2*	1,0±0,1*	0,9±0,1*	
Биосил НН + Текацид	доза 1	76,1±0,06	5,0±0,03*	4,1±0,0*	1,7±0,1	1,4±0,2*	1,0±0,2
	доза 2	75,7±0,12	5,2±0,00*	3,6±0,4	1,9±0,3	1,0±0,1*	0,7±0,1*
	доза 3	75,5±0,33	5,1±0,20*	4,5±0,3*	2,5±0,2*	1,4±0,6	0,6±0,2*
Среднее	76,2±0,52	5,3±0,30	3,8±0,68	1,8±0,50	1,1±0,58	0,9±0,28	

Примечание: * P≤0,05

Основная часть образцов зерна по цвету соответствовала норме, кроме вариантов с бактериальным препаратом Биосил НН и его смесями с Текацидом (дозы 1, 3), в отдельных повторностях которых имелись отклонения. Запах основной части зерна был преимущественно фруктово-молочным с некоторыми отклонениями в варианте консервирования смешанным препаратом, в котором Текацид имел наименьшее значение (доза 3).

Химический состав зерна ячменя, заложенного на хранение по схеме опыта, представлен в таблице 3.

Сырое зерно содержало оптимальное для проведения консервирования количество сухого вещества (СВ). Основные показатели химического состава в основном соответствовали средним справочным показателям стандартного ячменя. Некоторые отклонения в содержании крахмала и сахара связаны с уборкой зерна в фазу неполной спелости.

В процессе консервирования и хранения в сыром зерне увеличивалось содержание сухого вещества (табл. 3, 4).

Наивысшего значения содержание сухого вещества достигло в зерне с химическим консервантом Текацид. По отношению к исходному оно повысилось на 3,8 % (или на 29 г/кг). Примерно на том же уровне оно оказалось в контрольном варианте, а также в вариантах с биопрепаратом (Биосил НН) и комбинированным составом консерванта, в который химический консервант включили в максимальной дозе. Можно предположить, что в этих вариантах опыта микробиологические и биохимические реакции в процессе консервирования протекали с поглощением наибольшего количества воды, т.е. более активно. Превосходство зерна данных вариантов опыта по содержанию сухого вещества над зерном, законсервированным комбинированным внесением биологического и химического препаратов при дозе Текацида 3 и 1,5 л/т составило от 4 до 13 г/кг. Наибольшие отклонения содержания сухого вещества от среднего значения отмечены в контрольном варианте, поэтому по сравнению с другими вариантами опыта разница средних значений у этого варианта статистически недостоверна (табл. 4).

Сохранность консервированного сырого зерна напрямую зависит от степени подкисления, причём активная кислотность корма выражается символом рН. Для консервированного зерна 1 класса его уровень не должен превышать 4,6 (ГОСТ 58425-2019). Это означает, что процесс подкисления корма прошёл успешно. В нашем случае значения рН в зерне всех вариантов опыта было выше. Лучше остальных подкисленным оказалось зерно в варианте с двухфазным внесением консервантов с максимальной дозой Текацида (доза 1). По этому показателю оно соответствовало 3 классу качества. Сохранность сырого зерна в остальных вариантах опыта целиком и полностью зависела от консервирующего средства,

применяемого при закладке на хранение. Достаточно близкими к предыдущему варианту значениями рН отмечено также зерно, обработанное Текацидом и остальными его смесями с Биосилом НН. Зерно остальных вариантов опыта, особенно контрольного, по этому показателю было за пределами требований к классным кормам (табл. 4). При этом низкая эффективность молочнокислой закваски Биосил НН по влиянию на степень подкисления обусловлена высоким содержанием сухого вещества в зерне, при котором даже осмололерантные штаммы теряют свою активность.

Подкисление любого консервируемого сырья зависит от общего и относительного содержания органических кислот. Наибольшее равное количество органических кислот в нашем опыте было определено в варианте консервирования зерна комбинированным препаратом с дозой Текацида 1,5 л/т и молочнокислой закваской. Это может быть связано с более бурными процессами брожения при консервировании. Другие составы смешанного препарата также способствовали накоплению значительного количества органических кислот в зерне, занимая промежуточное положение по этому показателю. Ограниченное кислотообразование отмечено при самоконсервировании зерна или закладке его на хранение без обработки. В наибольшей мере кислотообразование, в том числе и молочнокислое брожение, тормозилось применением химического консерванта (табл. 4). Это подтверждается данными относительно содержания молочной кислоты.

Молочная кислота отличается наибольшей подкисляющей способностью среди кислот брожения. Высокий уровень молочной кислоты гарантирует хорошую сохранность корма. Её низкое содержание означает недостаток сахаров в массе или же указывает на то, что в массу проникает кислород.

Самое высокое содержание молочной кислоты установлено в образце с двухфазным внесением препаратов с минимальной дозой Текацида. По этому показателю оно достоверно превосходит как контрольный вариант, так и вариант с Биосил НН, что подтверждает наше предположение об эффективности комбинированного применения бактериального и химического препаратов.

Когда анаэробно хранящиеся корма разгерметизируются для скармливания, создаются предпосылки для их порчи. Чтобы зерновая масса не разогревалась, необходимо, чтобы она обладала аэробной стабильностью. Такой стабильностью обладают консервированные корма, в состав продуктов брожения которых входят пропионовая и уксусная кислоты. Пропионовая кислота образуется при брожении в очень незначительных количествах, тогда как уксусная кислота может занимать в них существенную долю. Однако, когда её слишком много, корм будет плохо поедаться животными.

Наиболее высокое содержание уксусной кислоты отмечено в зерне с биопрепаратом. Вероятно,

это обусловлено тем, что один из компонентов этой добавки (*L. casei*) относится к факультативным гомоферментативным бактериям и в определённых условиях может осуществлять гетероферментативное молочнокислое брожение. Не исключено также наличие гетероферментативных видов молочнокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры. Значительное количество уксусной кислоты обнаружено также в зерне с первой и третьей смесями химического и биологического препаратов.

Качество консервированных методом брожения кормов в значительной мере определяется содержанием масляной кислоты. Её наличие в корме крайне нежелательно из-за приобретения им неприятного запаха и снижения поедаемости животными. В классном плющеном консервированном зерне, согласно требованиям ГОСТа 58425-2019, её не должно быть более 2 г/кг сухого вещества. В нашем случае всё зерно по этому показателю оказалось классным. Однако близкими к требованиям 1 класса качества было лишь зерно со 2-ым и 3-им составом смесей (табл. 4). При этом в зерне без

добавок содержание масляной кислоты было достоверно выше, чем в большинстве вариантов с добавками.

Качественную характеристику процессов брожения хорошо передаёт информация о соотношении в составе продуктов брожения органических кислот, поскольку в хорошем корме молочной кислоты должно быть не просто много, а она должна преобладать над другими кислотами, а доля масляной кислоты должна быть сведена к минимуму, а лучше, полностью отсутствовать. Как можно наглядно убедиться (рис. 1), более 50 % в составе кислот брожения молочная кислота занимала в зерне без добавок и со 2-ым и 3-им составами смесей. Однако в контрольном варианте оставшиеся 44 % составляла масляная кислота, что говорит о значительном присутствии порочных типов брожения. В зерне со смесями её доля колебалась от 13 до 19 %, а 28...31 % составляла уксусная кислота. Это предполагает наличие надёжного препятствия для аэробной порчи кормов.

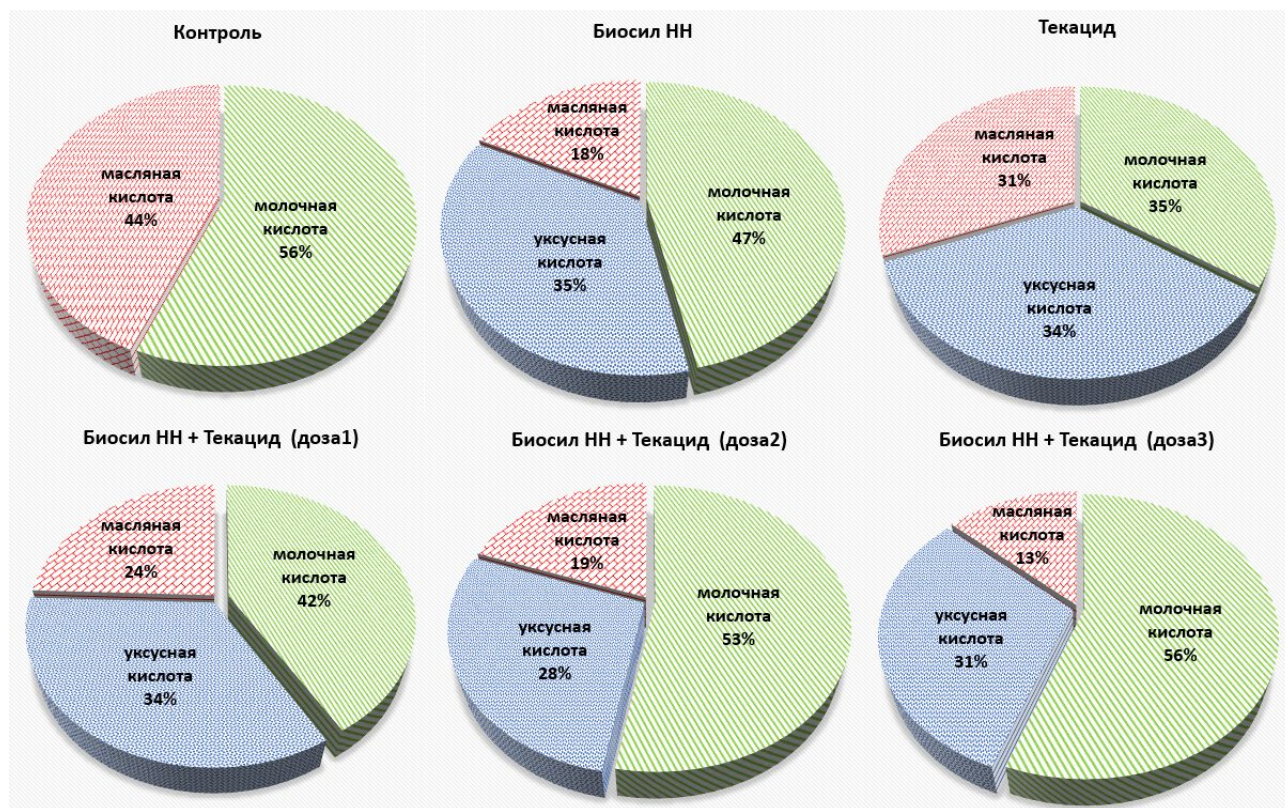


Рис. 1. Процентное соотношение органических кислот, образовавшихся в процессе брожения зерновой массы во всех опытных образцах

Примерно равными долями распределились кислоты брожения в зерне с химическим консервантом Текацид. Вероятно, это связано с торможением процессов брожения и с дополнительным внесением органических кислот в составе препарата. Сходная картина наблюдалась и при использовании смеси консервантов с максимальной дозой Текацида.

Обсуждение

Действие химических консервантов и молочнокислых заквасок при консервировании силосуемых материалов носит противоположный характер: химические консерванты ингибируют или тормозят процессы брожения, молочнокислые закваски стимулируют молочнокислое брожение. Плесневые грибы – преимущественно облигатные аэробы и изоляция консервируемого материала от контакта с

воздухом предотвращает их развитие. Герметизация корма в значительной мере тормозит и развитие дрожжей. Клостридии (маслянокислые бактерии) – облигатные анаэробы, которые активно развиваются и растут в отсутствие кислорода. Однако они плохо переносят кислую среду, и при достаточном подкислении консервируемого сырья их рост и развитие приостанавливаются. Именно на герметичных условиях и подкисление консервируемых сырых материалов до пределов, предотвращающих развитие клостридий и иной порочной микрофлоры, основаны технологии силосования и сенажирования. Элементы этих технологий присутствуют и при консервировании сырого фуражного зерна.

Качество консервирования определяется накоплением органических кислот и их соотношением, образующихся в процессе молочнокислого брожения, а применение химических и биологических препаратов призвано регулировать процессы брожения. В отношении консервирования зелёной массы растений таких работ проведено достаточно много. Что же касается консервирования зерна неполной спелости, то исследований в этом направлении проведено значительно меньше, хотя объёмы заготавливаемых этим способом концентрированных кормов с каждым годом увеличиваются. Поскольку состав и свойства данного материала существенно отличаются от вегетативной массы растений, большая вероятность того, что биохимические и микробиологические процессы, происходящие при его консервировании, имеют определённые особенности. На правомерность такого предположения отчасти указывают и результаты нашего исследования.

Сходство этих процессов с силосованием, по результатам корреляционного анализа показателей процессов брожения, заключается в том, что повышение содержания сухого вещества в консервируемом материале приводило к снижению содержания молочной кислоты в готовом корме ($r=-0,52$; $P<0,02$). Аналогичное наблюдение в отношении общего кислотообразования отмечает Franco M et al. [21]. Отличием является то, что одновременно с этим происходит увеличение синтеза масляной кислоты ($r=0,50$; $P<0,05$), поскольку клостридии менее осмотолерантны по сравнению с молочнокислыми бактериями. Вероятно, что в отличие от растений ранних стадий развития, в сыром зерне имеются лучшие условия для их роста и развития. Другим сходством микробиологических процессов при консервировании зелёной массы и сырого зерна была определяющая зависимость общего кислотообразования от размеров синтеза молочной кислоты. Увеличение содержания молочной кислоты в составе кислот брожения сопровождалось ростом общего кислотообразования ($r= 0,53$; $P<0,02$), тогда как маслянокислое брожение тормозило эти процессы ($r= -0,45$; $P<0,05$).

Анализ состава продуктов брожения показывает, что при консервировании сырого зерна с

высоким содержанием сухого вещества процессы гетероферментативного молочнокислого брожения преобладали над гомоферментативным. Об этом говорит значительный выход уксусной кислоты, которая оказывает определяющее влияние на подкисление консервируемого зерна: чем больше в его составе накапливалось уксусной кислоты, тем лучше оно было подкисленным ($r=-0,92$; $P<0,01$). И, напротив, чем выше было в зерне содержание масляной кислоты, тем хуже оно было подкисленным $r=0,61$; $P<0,01$). В этом также заключается отличие от консервирования зелёной массы с высоким содержанием сухого вещества, у которых степень гомоферментативности молочнокислого брожения повышается при росте уровня содержания сухого вещества, а основным продуктом брожения и фактором подкисления является молочная кислота. Такой ход микробиологических процессов повышает бактерио- и фунгицидные свойства продуктов брожения, о чём свидетельствует высоко достоверная ($r=-0,72$; $P<0,01$) обратная корреляционная взаимосвязь между содержанием уксусной и масляной кислот.

Влияние отдельных препаратов и их смесей на качество брожения консервируемого сырого фуражного зерна оказалось различным. Лучшие результаты были получены от применения смеси препаратов с минимальной дозой химического консерванта Текацид. Этот факт был доказан нами ранее и при силосовании козлятника восточного [20]. В зерне с этим препаратом синтезировалось максимальное количество молочной кислоты и минимальное – масляной. Сходные результаты получены и другими авторами [22, 23]. Кроме того, максимально равное с зерном, обработанным молочнокислой закваской Биосил НН, общее количество кислот брожения, а со смешанным препаратом с максимальной дозой Текацида – уксусной кислоты.

На втором месте по качеству брожения, по результатам комплексной оценки оказалось зерно с биопрепаратом Биосил НН, на третьем – со смесью препаратов (средняя доза Текацида). Следует отметить, что, несмотря на большее накопление кислот брожения и лучшее их соотношение, зерно этих вариантов опыта не оказалось лучше подкисленным, а такой результат был получен при использовании консервирующей смеси с максимальным количеством консерванта Текацид в её составе.

Заключение

Проведённые исследования показали, что наиболее благоприятное влияние на качество брожения при консервировании сырого плющеного зерна ячменя оказало использование для его обработки смеси химического консерванта Текацид в дозе 1,5 л/т с биопрепаратом. С увеличением дозы химического консерванта и его использовании в чистом виде степень подкисления зерна и содержание в нём сухого вещества повышались.

Литература

1. Попов В. В. Зерно плющенное консервированное: технология, качество, эффективность // Адаптивное кормопроизводство. 2018. № 3. С. 63-82.
2. Савиных П. А., Белозеров С. А. Обоснование использования технологии плющения в сравнении с сушкой зерна // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курган, 27 февраля 2020 года / Под общей редакцией Миколайчика И.Н. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 373-377.
3. Коновалова Н. Ю., Коновалова С. С. Влияние сроков уборки зерновых культур на продуктивность и качество полученного зернофуража в условиях Европейского Севера России // Молочнохозяйственный вестник. 2018. № 1 (29). 46-56.
4. Чухина О. В., Демидова А. И. Влияние добавки отавы многолетних трав к плющеному зерну ярового ячменя для хранения его в герметичных условиях // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 1(33). С. 59-69. doi: 10.24411/2225-4269-2019-00006
5. Пристач Н. В., Пристач Л. Н. Использование в кормлении сельскохозяйственных животных консервированного плющенного зерна кукурузы // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий, Санкт-Петербург - Пушкин, 26–28 мая 2021 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2021. С. 133-138.
6. Суханова С. Ф. Определение воздействия кормового фактора на показатели биологических систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. С. 204–214.
7. Татаркина Н. И., Пономарева Е. А. Эффективность использования плющенного зерна в рационах молодняка крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2008. № 4. С.19-22.
8. Bikel D. Nutritive value for high-yielding lactating cows of barley silage and hay as a substitute for wheat silage and hay in low-roughage diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2020. No. 265. P. 114498. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114498.
9. Use of barley silage or corn silage with dry-rolled barley, corn, or a blend of barley and corn on predicted nutrient total tract digestibility and growth performance of backgrounding steers / B. D. Sutherland , J. A. Johnson, J. J. McKinnon et al. // *Canadian Journal of Animal Science*. 2020. No.101(1). P. 62-70. doi: 10.1139/cjas-2019-0198.
10. Huuskonen A., Rinne M., Manni K. Effects of different barley grain preservation techniques on intake, growth and carcass traits of finishing dairy bulls fed grass silage-based rations // *J Agric Sci*. 2021. No. 158 (8-9). P. 748-755. doi: 10.1017/S0021859621000022.
11. Влияния скармливания влажного зерна, заготовленного с применением биолого-химического консерванта, на продуктивность лактирующих коров / А. Л. Зиновенко, А. А. Курепин, Н. В. Пилук, Е. П. Ходарёнок и др. // Зоотехническая наука Беларуси. 2020 № 55 (1). С. 296-304.
12. Кучин Н. Н., Емельянова Е. В. Степень подкисления при консервировании сырого фуражного зерна // Вестник НГИЭИ. 2018. № 4 (83). С. 64-74.
13. Определение влажности фуражного зерна при его производстве / Г. А. Симонов, В. Е. Никифоров, А. В. Маклахов и др. // Эффективное животноводство. 2023. № 4(186). С. 92-94. doi:10.24412/cl-33489-2023-4-92-94
14. Rinne M. Effects of grass silage additive type and barley grain preservation method on rumen fermentation, microbial community and milk production of dairy cows. *Agriculture*. 2022. No. 12 (2). P. 266. doi: 10.3390/agriculture12020266
15. Impact of packing density on the bacterial community, fermentation, and in vitro digestibility of whole-crop barley silage / L. Sun, N. Na, X. Li. et al. // *Agriculture*. 2021. No. 11(7). P. 672. doi: 10.3390/agriculture11070672
16. 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
17. Цыкунова О. В., Кодочилова Н. А. Эффективность применения химических и биологического препаратов для консервирования плющенного зерна ячменя в условиях Нижегородской области // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2020. № 6. С. 83-85. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16121
18. Эффективность использования биологических консервантов при силосовании влажного плющенного зерна кукурузы и провяленного клевера / М. О. Моисеева, Т.М. Шлома, Н.Н. Зенькова и др. // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2021. Т. 57. № 1 С. 103-108.
19. 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.

20. Energy-saving technology of high-protein silage preservation / E. Kosolapova., N. Kuchin, V. Kosolapov et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. Voronezh, 26-29 February 2020. 2021. 640. P. 032038. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032038.

21. Franco M, Tapio I, Rinne M. Preservation characteristics and bacterial communities of crimped ensiled barley grains modulated by moisture content and additive application. *Front Microbiol.* 2022 13. P. 1092062. doi: 10.3389/fmicb.2022.1092062.

22. Питательность злаково-бобовых силосов с использованием биолого-химических консервантов / Н. В. Пиллюк, Е. П. Ходаренко, А. С. Вансович и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. научных трудов в двух частях. 2018. Вып. 21. Ч. 1. С. 201-207.

23. Позднякова В. Ф., Латышева О. В., Иванов А. В. Сокращение экономических потерь с помощью применения консервантов Фермасил и Витасил в условиях современного промышленного молочного комплекса. Эффективное животноводство. 2020. № 4(161). С. 52-54. doi: 10.24411/9999-007A-2020-10022.

References

1. Popov V.V. Canned rolled grain: technology, quality, efficiency // *Adaptive feed production.* 2018. No. 3. P. 63-82.

2. Savinykh P. A., Belozero S. A. Justification for usage of flattening technology in comparison with grain drying // *Achievements and prospects for scientific and innovative development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference with the international participation, Kurgan, February 27, 2020 / Under the general editorship of Mikolaichik I.N. Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, 2020. P. 373-377.*

3. Konovalova N. Yu., Konovalova S. S. The influence of the harvesting time of grain crops on productivity and quality of the resulting grain fodder in the conditions of the European North of Russia // *Dairy Vestnik.* 2018. No. 1 (29). P. 46-56.

4. Chukhina O. V., Demidova A. I. The effect of adding perennial herbs to the flattened grain of spring barley for storing it in hermetic conditions // *Dairy Vestnik.* 2019. No. (33). P. 59-69. doi: 10.24411/2225-4269-2019-00006.

5. Pristach N. V., Pristach L. N. Usage of canned flattened corn grain in feeding of farm animals // *Scientific support for the development of the agro-industrial complex in the conditions of import substitution: Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific-practical conference dedicated to Year of Science and Technology, St. Petersburg - Pushkin, May 26–28, 2021. St. Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University, 2021. P. 133-138.*

6. Sukhanova S. F. Specification of the impact of the feed factor on parameters of biological systems // *Current problems of ecology and environmental management: materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2019. P. 204–214.*

7. Tatarkina N.I., Ponomareva E.A. Efficiency of using rolled grain in the diets of young cattle // *Feeding of agricultural animals and feed production.* 2008. No. 4. P. 19-22.

8. Bikel D. Nutritive value for high-yielding lactating cows of barley silage and hay as a substitute for wheat silage and hay in low-roughage diets. *Animal Feed Science and Technology.* 2020. No. 265. P. 114498. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114498.

9. Use of barley silage or corn silage with dry-rolled barley, corn, or a blend of barley and corn on predicted nutrient total tract digestibility and growth performance of backgrounding steers / B. D. Sutherland, J. A. Johnson, J. J. McKinnon et al. // *Canadian Journal of Animal Science.* 2020. No. 101(1). P. 62-70. doi: 10.1139/cjas-2019-0198.

10. Huuskonen A., Rinne M., Manni K. Effects of different barley grain preservation techniques on intake, growth and carcass traits of finishing dairy bulls fed grass silage-based ratios / *J Agric Sci.* 2021. No. 158 (8-9). P. 748-755. doi: 10.1017/S0021859621000022

11. The influence of giving wet grain processed using a biological-chemical preservative on productivity of lactating cows / A. L. Zinovenko, A. A. Kurepin, N. V. Pilyuk, E. P. Khodarenok, et al. // *Zootechnical Science of Belarus.* 2020 No. 55 (1). P. 296-304.

12. Kuchin N. N. Emelyanova E. V. Degree of acidification when canning raw feed grain // *Vestnik of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University.* 2018. No. 4 (83). P. 64-74.

13. Specification of the moisture content of feed grain during its production / G. A. Simonov, V. E. Nikiforov, A. V. Maklakhov, et al. // *Effective animal husbandry.* 2023. No. 4(186). P. 92-94. doi:10.24412/cl-33489-2023-4-92-94.

14. Rinne M. Effects of grass silage additive type and barley grain preservation method on rumen fermentation, microbial community and milk production of dairy cows. *Agriculture.* 2022. Vol. 12. No. 2. P. 266. doi: 10.3390/agriculture12020266

15. Impact of packing density on the bacterial community, fermentation, and in vitro digestibility of whole-crop barley silage / L. Sun, N. Na, X. Li., et al. // *Agriculture.* 2021. Vol. 11 No. 7. P. 672. doi: 10.3390/agriculture11070672.

16. Efficiency of using probiotics in canning of grain fodder with high humidity / N. Fedak, S. Chumachenko, L. Darmograi, et al. // *Stiinta Agricola.* 2020. No. 1. P. 167-172. doi:10.5281/zenodo.3911647.

17. Tsykunova O. V., Kodochilova N. A. Efficiency of application of chemical and biological preparations for preserving rolled barley grain in the conditions of Nizhny Novgorod region // International Agricultural Journal. 2020. No. 6. P. 83-85. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16121.

18. Efficiency of using biological preservatives when ensiling wet flattened corn grain and dried clover / M. O. Moiseeva, T. M. Shloma, N.N. Zenkova, et al. // Scientific notes of the educational institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine." 2021. Vol. 57. No. 1 P. 103-108.

19. Pat. 2614799 RU IPC A23K 30/15 Method of green mass canning / E. V. Kosolapova, N. N. Kuchin, V. V. Kosolapov; applicant and patent holder State budgetary educational institution of higher education Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University No. 2015124848 Applied 24.06.2015 // Inventions. Published 29.03.2017.

20. Energy-saving technology of high-protein silage preservation / E. Kosolapova., N. Kuchin, V. Kosolapov et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. Voronezh, 26-29 February 2020. 2021. 640. P. 032038. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032038.

21. Franco M, Tapio I, Rinne M. Preservation characteristics and bacterial communities of crimped ensiled barley grains modulated by moisture content and additive application. Front Microbiol. 2022 13. P. 1092062. doi: 10.3389/fmicb.2022.1092062.

22. Nutritional value of cereal-legume silage using biological-chemical preservatives / N.V. Pilyuk, E.P. Khodarenok, A.S. Vansovich, et al. // Current problems of intensive development of animal husbandry: collection of scientific works in two parts. 2018. Vol. 21. Part 1. P. 201-207.

23. Pozdnyakova V. F., Latysheva O. V., Ivanov A. V. Reducing economic losses using Fermasil and Vitasil preservatives in the conditions of a modern industrial dairy complex. Efficient livestock farming. 2020. No. 4(161). P. 52-54. doi: 10.24411/9999-007A-2020-10022.