

ГБОУ ВО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ЕМЕЛЬЯНОВА
Елена Владимировна

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ФУРАЖНОГО
ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПОРОШКООБРАЗНОЙ СЕРОЙ**

Специальность 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Кучин Н. Н.**

Княгинино 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ.....	11
1.1.1 Значение зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных	11
1.1.2 Способы консервирования зерна.....	15
1.1.3 Технология консервирования и хранения сырого фуражного зерна в анаэробных условиях	26
1.1.4 Сравнительная эффективность способов сохранения фуражного зерна.....	39
1.2. ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	43
2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА	47
2.2. ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
2.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	49
2. 4. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	50
2.4.1 Общие сведения о хозяйстве АО «Семьянское».	51
2.4.2 Технологический процесс заготовки плющеного сырого зерна ячменя и его техническая оснащённость.....	53
2.4.3 Методика проведения консервирования сырого фуражного зерна в производственных условиях.....	55
2.5. ОБЩИЕ МЕТОДИКИ.....	55
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	57
3.1 КОНСЕРВИРОВАНИЕ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ	57
3.1.1 Состав и питательность исходного сырья	57

3.1.2	Органолептические показатели и степень подкисления зерна.....	58
3.1.3	Накопление органических кислот	64
3.1.4	Размеры образования молочной кислоты	71
3.1.5	Синтез уксусной и масляной кислот	84
3.1.6	Содержание и сохранность сухого вещества.....	91
3.1.7	Питательная ценность.....	101
3.2.	РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПОРОШКООБРАЗНОЙ СЕРОЙ.....	109
3.2.1	Себестоимость производства зерна яровых культур и её структура	109
3.2.2	Затраты средств на плющение и консервирование	112
3.2.3	Затраты на очистку, сушку и дробление зерна.....	117
3.2.4	Сравнительная экономическая эффективность технологий консервирования и подготовки фуражного зерна к скармливанию.....	122
3.2.5	Эффективность скармливания консервированного зерна дойным коровам	123
3.2.6	Оценка энергетической эффективности производства плющеного зерна.....	126
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	134
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	135
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Высокая продуктивность сельскохозяйственных животных неразрывно связана с повышенной концентрацией обменной энергии в рационах кормления и их сбалансированностью по другим элементам питания. Наивысшей концентрацией энергии в сухом веществе отличаются концентрированные корма, основной и неотъемлемой частью которых является фуражное зерно, которое в условиях России чаще всего относится к кормам собственного производства. Чем выше удельная величина таких кормов в рационах, тем, при прочих равных условиях, выше продуктивность животных. Принимая во внимание основополагающую роль концентрированных кормов в ведении высокопродуктивного животноводства, заготовке этого вида фуража должен быть придан специализированный характер. При этом в современных условиях сельскохозяйственного производства на передний план выходит проблема наиболее полного сохранения качества зернофуражных кормов собственного приготовления от заготовки до скармливания.

Её решению в современных реалиях в наибольшей мере соответствует технология консервирования фуражного зерна с влажностью 30 % и более в анаэробных условиях с использованием различных химических и биологических добавок. Эта технология достаточно давно известна и сходна с силосованием тем, что консервирование корма обеспечивается органическими кислотами, получаемыми в ходе брожения. Наиболее желательным типом брожения, как и при силосовании зелёных кормов, является молочнокислое. Молочная кислота обладает наибольшими подкисляющими свойствами и её образование происходит с наименьшими потерями питательной ценности корма. Однако между силосованием зелёной массы и консервированием сырого зерна имеются принципиальные отличия в силу специфичности способа сохранения последнего. Естественная консервируемость (силосуемость) сырого зерна существенно ниже, чем у трав из-за меньшей влажности и ограниченности содержания простых сахаров.

Поэтому совершенствование технологии консервирования сырого фуражного зерна с целью сохранения его качества и питательных свойств от заготовки до скармливания, а также повышения экономического эффекта от его использования имеет большое практическое значение и является актуальной задачей. Наиболее полное сохранение качества и питательных свойств фуражного зерна при консервировании возможно благодаря применению консервирующих средств, свойства которых могут максимально проявляться при определённых условиях, например, при разной плотности укладки корма на хранение.

Степень разработанности. Разработкой способов консервирования фуражного зерна в разное время занимались как зарубежные (М. Дж. Нэш, П. Мак Дональд, Ф. Вайсбах, С. Moor, Н.-М. Müller, L. L. Wilson e.a.), так и отечественные учёные (М. Т. Таранов, С. Я. Зафрен, Л. А. Трисвятский, В. А. Бондарев, В. М. Лурье, В. М. Косолапов, А. П. Перекопский, Г. Ю. Лаптев, Н. Н. Кучин и др.). Их работы посвящены изучению состава и свойств зерновых кормов, способов их заготовки и хранения, проблемам сохранения качества фуражного зерна и использования с этой целью химических и биологических препаратов и другим вопросам.

Вместе с тем технологические аспекты консервирования плющеного сырого фуражного зерна в анаэробных условиях, такие как плотность укладки на хранение в сочетании с использованием химических и биологических добавок, и их влияние на качество брожения, состав и сохранность питательных веществ, практически не были рассмотрены.

Цель и задачи. Целью работы являлось совершенствование технологии консервирования сырого плющеного фуражного зерна за счёт подбора эффективной консервирующей добавки при оптимальной плотности укладки корма на хранение, оказывающих положительное влияние на качество брожения, сохранность питательных веществ, экономическую и энергетическую эффективность.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- дать научное обоснование условиям консервирования сырого плющеного зерна ячменя химическими и биологическими препаратами при хранении в анаэробных условиях с различной степенью уплотнения;

- оценить влияние консервирующие свойства химических консервантов и биопрепарата на накопление и соотношение кислот брожения в сыром фуражном зерне для определения оптимального варианта для производства;

- провести производственную проверку оптимального технологического решения консервирования сырого зерна;

- определить экономическую эффективность заготовки и скармливания сырого плющеного зерна ячменя, заготовленного по усовершенствованной технологии и провести энергетическую оценку вариантам консервирования.

Объект исследования. Плющеное сырое зерно ячменя как сырьё для консервирования. Бактериальный препарат «Биосил НН», химические консерванты «Промир» и порошкообразная сера. Консервированное зерно без добавок, а также с химическими и биологическим препаратами, закладываемое на хранение с разной плотностью укладки.

Предмет исследования. Технология консервирования сырого зерна ячменя, убранного в фазе неполной зрелости, обработанного химическими консервантами и биопрепаратом, заложенного с разной плотностью укладки на хранение в анаэробных условиях.

Научная новизна заключается в обосновании новых технологических подходов к процессу консервирования сырого плющеного фуражного зерна с использованием различных химических консервантов и биопрепарата при разной плотности укладки его на хранение, позволяющих повысить качество, питательную ценность и выход готового корма, экономическую и энергетическую эффективность его производства.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведённые исследования позволили теоретически обосновать и разработать приёмы консервирования сырого плющеного зерна ячменя порошкообразной серой на фоне создания оптимальных условий уплотнения при укладке на хранение.

Определённое сочетание технологических приёмов позволяет улучшить подкисление зерна и состав продуктов брожения, что положительно сказывается на питательности и качестве готового корма, экономической и энергетической эффективности его производства.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по консервированию сырого плющеного зерна ячменя порошкообразной серой при оптимальной плотности укладки зернофуража на хранение в производственных условиях.

Методология и методы исследования.

Опыт по консервированию плющеного сырого фуражного зерна ячменя фуражного в лабораторных условиях закладывали по общепринятым методическим рекомендациям по проведению опытов по консервированию кормов. Для установления сохранности опытные образцы зерна взвешивали перед закладкой и окончанием срока хранения и определяли содержание в них сухого вещества.

Оценка органолептических показателей проводилась по изменениям цвета, запаха и сохранности структуры зерна, наличию гнили и плесени. Биохимические показатели в исходном материале и консервируемом зерне (содержание и состав сухого вещества, органические кислоты, кислотность), определяли с использованием измерительных лабораторных приборов на базе ФГУ центра агрохимической службы «Нижегородский». Энергетическая ценность исходного сырья и консервированного зерна рассчитывалась в соответствии с методическими указаниями, по оценке качества и питательности кормов.

В АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области был проведён производственный опыт по кормлению дойных коров. Для проведения опыта методом групп-аналогов были набраны животные в контрольную и опытную группы.

Экономическая эффективность внедрения улучшенной технологии консервирования сырого плющеного зерна ячменя в производственных

условиях АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области рассчитывалась по размеру фактических затрат материальных и денежных средств с использованием материалов бухгалтерского учёта за 2017 год. Для сравнительного анализа энергетической эффективности использовали метод оценки разных технологических схем консервирования зерна.

Цифровой материал подвергали дисперсионному и корреляционному анализу с использованием программ персонального компьютера Microsoft Excel 2010.

Положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованный технологический процесс консервирования сырого плющеного зерна ячменя;
- консервирующие свойства химических и биологических препаратов при разной плотности укладки зерна на хранение;
- сохранность питательной ценности исходного материала при разных способах консервирования фуражного зерна;
- результаты производственных испытаний усовершенствованной технологии консервирования сырого фуражного зерна;
- технико-экономические и энергетические показатели эффективности консервирования сырого плющеного зерна ячменя порошкообразной серой и его использования в рационах лактирующих коров.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается данными анализа кормовой ценности зерна ячменя, проведённого ФГУ центр агрохимической службы «Нижегородский» (приложение А); результатами статобработки и корреляционного анализа цифрового материала при уровне достоверности 95 %, актами внедрения результатов исследований в АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области (приложение Б) и в учебный процесс ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» при разработке курсов лекций для обучающихся по программам подготовки бакалавров по направлению 35.03.06

Агроинженерия и по специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства» (приложение В).

Апробация результатов. Основные положения и результаты исследования докладывались: на международных научно-практических конференциях – «Инновационные внедрения в области сельскохозяйственных наук» (Москва, 2017); «Социально-экономические проблемы развития Муниципальных образований» (Княгинино-Казань, 2017); «XXXVII Международные научные чтения (памяти А.Д.Сахарова)» (Москва, 2018); «Перспективы и технологии развития естественных и математических наук» (Н.Новгород, 2019); «Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований.(секция «Научные разработки молодых ученых)»(2019); «Корреляционное взаимодействие науки и практики в новом мире» (С. Петербург, 2020); в всероссийской научнопрактической конференции «Актуальные направления развития техники и технологий а России и за рубежом-реалии, возможности, перспективы» (Княгинино, 2018); в всероссийской с международным участием научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённая 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (Москва, 2021).

Личный вклад соискателя состоит в обосновании, усовершенствовании и проверке в условиях производства технологии консервирования сырого плющеного зерна ячменя. Планирование и проведение экспериментов, описание результатов диссертационного исследования, формулировка выводов и предложений для производства в полном объёме выполнена автором самостоятельно.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 11 работах, в том числе в 4 изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 в международной базе Scopus.

Структура и объём диссертационной работы. Работа изложена на 158 страницах компьютерного текста и состоит из трех глав. Список литературы

включает 215 источников, в том числе 47 зарубежных. Работа иллюстрирована 35 таблицами и 30 рисунками.

1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

1.1.1 Значение зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных

Концентрированные корма являются важными компонентами рационов высокопродуктивного скота и птицы. Эти корма – источник незаменимых элементов питания животных, необходимых для полного проявления ими генетически обусловленной высокой продуктивности. Именно они в сочетании с высококачественными травяными кормами становятся мощным фактором интенсификации животноводства, что доказано современной практикой [51].

К концентрированным кормам, которые, в соответствии с существующей классификацией [90], содержат в 1кг не менее 0,5 кг переваримых питательных веществ (свыше 0,65 кормовых единиц), не более 19 % клетчатки и до 40 % воды, относятся и зерновые корма (зернофураж). В свою очередь зерновые корма подразделяются на углеводистые (зёрна злаков), белковые (зернобобовые) и белково-масличные (семена масличных культур).

Фуражное зерно – важнейший, а у отдельных видов скота и у птицы – основной вид корма, от качества которого напрямую зависит их продуктивность. Главными показателями качества зернофуражных культур считаются энергетическая и протеиновая ценность. Именно рациональным соотношением между энергонасыщенными и протеиновыми видами зерновых кормов и определяется оптимальная структура производства фуражного зерна.

В настоящее время доля концентрированных кормов в общем кормовом балансе России составляет 29-32 %. На кормовые цели используется 32-36 млн. т зерна и отходов перерабатывающей промышленности, из которых только 10-12 млн. т перерабатывается в комбикорма [25]. В структуре зерна, выделяемого на фуражные цели, свыше 40 % занимает пшеница, 36,2 – ячмень, 12,3 – овёс, 3,4 – кукуруза и 3,1 % – зернобобовые, в 1кг сухого вещества которых в среднем содержится 10,5 МДж обменной энергии, 9,5 %

переваримого протеина, в т.ч. 0,45 % лизина, т.е. налицо дефицит энергонасыщенных (кукуруза) и высокобелковых (зернобобовые) компонентов [76].

Развитие современного полевого кормопроизводства зарубежных стран с развитым животноводством идёт по пути расширения посевных площадей под кукурузой, зернобобовыми, крестоцветными культурами и их смесями с зернофуражными культурами [51]. Примерно в том же направлении как в целом по России, так и по всем основным сельскохозяйственным зонам Российской Федерации [2, 47, 55, 79, 87, 117, 142, 163], в перспективе должна измениться структура производства зернофуража. Долю кукурузы в ней предусматривается увеличить до 10,8 %, ржи и тритикале – до 10,3 % и зернобобовых культур – до 12,9 % при сокращении доли пшеницы, после чего содержание обменной энергии в 1кг СВ зернофуража повысится до 11 МДж, переваримого протеина – до 11,1 % и лизина – до 0,6 %. При этом, по расчётам ВНИИ кормов [75], для полного балансирования концентрированных кормов по энергии и протеину потребуется 5-6 млн. т жмыхов и шротов.

На перспективу общая потребность России в зерне оценивается в 130-140 млн. т, из которых для нужд животноводства – свыше 65 млн. т [25].

В кормовых рационах наиболее широко представлены углеводистые корма или зерно хлебных злаков. Основной сухой вещью этих кормов являются безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), доля которых находится в пределах 60-72 %, из них 55-57 % крахмала, переваримость которого 95 %, чем и обуславливается их высокая энергетическая ценность. В 1 кг такого корма содержится 0,95-1,36 кормовых единиц или 9,12-12,8 МДж обменной энергии. Наибольшее количество клетчатки имеется у плёнчатых (овёс, ячмень), наименьшее – у голозёрных форм зерна [71, 90].

В зерне хлебных злаков относительно немного сырого протеина (в среднем 10-14 %), жира (от 2 до 5 %) и зольных элементов (от 1,5 до 5 %). Протеин зерна злаковых на 85-90 % состоит из белков, биологическая ценность которых относительно низка из-за недостатка лизина.

Из зерновых кормов *ячмень* является основным компонентом в комбикормах, а для свиней может быть единственным [16, 152]. Среди злаков он имеет наиболее высокое содержание лизина. В силу широкого использования, в т.ч. на кормовые цели, ячмень во всём мире занимает после пшеницы, риса и кукурузы четвертое место по посевным площадям и валовым сборам зерна [41]. *Овёс* по содержанию основных питательных веществ приближается к ячменю. В комбикормах для молочных коров может составлять 25-30%. *Пшеница* в комбикормах служит основным источником энергии. Белки пшеницы бедны лизином. *Кукуруза* из злаковых зерновых содержит наибольшее количество обменной энергии. Однако в ней содержится наименьшее количество лизина. *Зерно ржи* имеет худшие вкусовые качества из-за содержания антипитательных веществ. В комбикорма для крупного рогатого скота вводится 20-30 % [150]. *Просо* по питательности приближается к овсу [149].

Ячмень по питательной ценности для всех видов сельскохозяйственных животных считается одной из лучших зерновых культур, что связано с его высокой питательной ценностью и диетическими свойствами. Кормовая ценность зерна ячменя определяется более высоким содержанием белка и меньшей плёнчатостью. По сравнению с овсом ячмень имеет более высокую переваримость питательных веществ (органических 89 %), содержит в 2,5 раза меньше клетчатки и жира, больше безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) [3, 71, 164]. Коэффициент полноценности зерна ячменя равен 0,97. Его общая питательность на 15 % выше, чем у овса. В 1кг этого корма содержится 1,15 кормовых единиц или от 10,5-12,7 МДж обменной энергии, а также 85 г переваримого протеина [161]. В среднем в зерне ячменя содержится 10-12 % сырого протеина (варьирование от 7 до 24 %) при удовлетворительном аминокислотном составе: в 1кг содержится 5,5 г лизина, 1,7 триптофана, 2 метионина и 1,9 г цистина, что значительно превосходит значения других зерновых злаковых культур. Протеин ячменя отличается умеренной

растворимостью. Кроме того, в ячмене содержится: жира 2,2 %, клетчатки 4,9, крахмала 48,5, БЭВ 63,8 и золы 2,8 % [16, 56, 70].

Зерно ячменя – прекрасный концентрированный корм. Это вполне удовлетворительный корм для лошадей и молочного скота и отличный – для откорма свиней. Особую ценность он представляет при беконном и полусальном откорме свиней. При откорме свиней ячмень дает лучшее мясо и сало. При включении ячменя в рационы дойных коров улучшается качество получаемого от них молока и масла. Кормление таким кормом повышает яйценоскость птицы и мясную продуктивность откормочного поголовья. Хорошим кормом он считается и для молодняка животных [16, 161].

Комбикорма и кормовые смеси, приготавливаемые непосредственно в хозяйствах, примерно могут включать зерно ячменя в следующем количестве (% по массе): для взрослого крупного рогатого скота и свиней, молодняка с 6-месячного возраста и поросят с 2-месячного возраста до 70, для взрослых овец и молодняка с 4-месячного возраста до 50-70, для птицы (взрослой) и кроликов до 30, для молодняка птицы и для лошадей до 15 [3, 161].

Доля концентрированных кормов в рационах молочного скота, основу которых составляет зернофураж, зависит от планируемой продуктивности и качества объёмистых кормов [72, 111, 112]. В первом случае наблюдается прямая, во втором – обратная зависимость. По оценке ВНИИ животноводства [101, 102], концентраты в рационах коров в среднем занимают около 25 % по питательности, при кормлении высокопродуктивных коров – 35-45 % и более. В первые месяцы лактации у высокопродуктивных коров доля концентратов может возрастать до 50-55 % [149]. Детализация потребности показала [19], что для животных с годовым удоем 2500-3000 кг расход концентратов может составлять 14-18 %, с удоем 4500-5000 кг – 31-36 и с удоем 6000 кг – 39-42 % от общей питательности рациона. У коров с удоем 8000 кг уровень концентрированных кормов в период раздоя может достигать 60-70 %. Однако рацион, включающий более 65 % концентратов, содержит мало клетчатки, что

может привести к ацидозу коров. Кроме того, такой рацион имеет высокую стоимость [108].

Следовательно, успешность отрасли животноводства в значительной мере зависит от эффективности использования фуражного зерна в кормлении сельскохозяйственных животных. Проблемам повышения качества этого вида корма и сохранения его питательной ценности при длительном хранении должно уделяться повышенное внимание.

1.1.2 Способы консервирования зерна

Сохранение фуражного зерна до времени использования – важнейшая задача аграрного производства. Несмотря на многовековой теоретический и практический опыт сохранения зерна и в настоящее время в мировой практике отмечается потеря значительной части урожая. Так, по данным международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству, его потери при хранении ежегодно составляют 6-10 % и более [153].

Потери зерна при хранении – следствие жизнедеятельности его самого, а также населяющей его макро- и микрофлоры. Только знание природы продукта, происходящих в нём процессов, разработанных для него режимов хранения, позволят свести потери до минимума и тем самым способствовать реальному росту продуктивности [138].

На сохранность зерна определяющее влияние оказывает его влажность. По данным ВНИИ кормов [71], в зависимости от содержания влаги зерно подразделяют на сухое (до 14 %), средней сухости (14,0-15,5 %), влажное (15,5-17,0 %) и сырое (свыше 17 %). В сухом зерне вся влага находится в связанном состоянии, при котором деятельность зародыша и микроорганизмов подавлена, и его можно хранить длительное время без существенного снижения качества. Зерно средней сухости также может удовлетворительно сохранять своё качество в холодное время года.

Сложнее сохранить влажное и сырое зерно. В аэробных условиях при температуре хранения свыше 10⁰С оно самосогревается. Это вызывает интенсивную жизнедеятельность микроорганизмов и плесневых грибов

вследствие чего могут возникнуть огромные потери, а также опасные микотоксикозы сельскохозяйственных животных. Такое зерно требует систематического наблюдения. Во избежание самосогревания хранить его необходимо при невысокой насыпи и охлаждении, например, вентилированием [17, 71].

Если уборка проходит в сложных погодных условиях и зерно попадает под заморозки, то оно считается морозобойным и проблема его сохранение носит некоторые особенности [162]. Оно имеет повышенную интенсивность дыхания даже в сухом состоянии (12 % влаги). При влажности 16 % и относительно тёплой погоде плесневение может начаться ещё с осени. В зимний период при низких температурах и влажности 15 % такое зерно успешно сохраняется без дополнительных усилий, но начинает портиться с наступлением тепла. Прорастание зерна традиционных культур начинается при температуре 2-5 °С, кукурузы – 8-10 °С. При прорастании активизируется дыхание, сопровождающееся потерей сухого вещества: в течение первых суток – 0,7 %, в течение 2-ух, 3-ёх, 4-ёх и 5-ти суток – соответственно 0,8; 2,3; 3,2 и 4,4 %. При этом идёт гидролиз сложных органических соединений (крахмал, белок, жир) до простых.

В настоящее время наукой и практикой предложены разные способы консервирования влажного фуражного зерна, такие как сушка, химическое консервирование, охлаждение, создание герметических условий и другие, причём последние три относятся к хранению зерна с повышенной влажностью и сырого [89].

Сушка. Технология уборки зерновых в фазу полной сравнительно недавно была повсеместно распространена в сельскохозяйственных организациях. Если время уборки совпадало с периодом дождей, зернодосушивалось до кондиционной влажности с использованием искусственной сушки.

Сушка – самый надёжный способ консервирования зерна. При влажности 12-14 % зерновая масса не заражается вредителями, находится в

абиотическом состоянии, т.е. не имеет свободной влаги. При такой влажности в зерне почти полностью прекращают деятельность ферменты зародыша и микроорганизмы, поэтому при складировании оно может храниться в течение нескольких лет [46, 96, 162]. Однако эта технология требует высоких капитальных вложений, значительных энерго- и трудозатрат, что делает её экономически нецелесообразной в современных условиях. Так, для уменьшения влажности убранных зерна кукурузы с 35 до 14 % на каждую тонну расходуется 29,4 кг жидкого топлива. Затраты энергии на снижение влажности зерна с 25 до 15 % в 1,3 раза больше затрат на его производство [27, 166].

Отрицательное влияние на питательную ценность зернофуража оказывает нарушение технологии сушки. Чем интенсивнее высушивается зерно, тем выше потери [69]. При жёстком температурном режиме (разогрев зерна во время сушки до 80-82 °С) значительно снижается усвоение лизина. Включение такого зернофуража в рацион подсвинков снижает скорость их роста.

В неблагоприятных погодных условиях приходится досушивать ориентировочно около 50 % зерна от всего объёма уборки [89]. В оптимальные для уборки сроки высушить фуражное зерно в таких объёмах при пропуске его через сушилки 2-3 раза на имеющихся в хозяйствах сушильных агрегатах было практически невозможно. Удлинение сроков уборки вело к значительным потерям питательных веществ, а иногда и части урожая [70].

Охлаждение. Применяется во всех странах, где имеются условия для естественного охлаждения зерновой массы в течение продолжительного периода хранения, в том числе и в России. Например, температура ниже 0 °С в Москве и Московской области держится в течение 120-150 дней в году. В условиях холода резко снижается или тормозится совсем жизнедеятельность как самого зерна, так и семян сорной растительности, а также микроорганизмов, насекомых и клещей. Охлаждённой считается партия зерна с температурой в насыпи не более 10 °С с градицией: 0-10 °С – охлаждённое в

первой степени, ниже 0⁰C – во второй [162]. Оптимальным считается режим хранения зерновой массы при 0⁰C или при небольших минусовых температурах.

Искусственное охлаждение считается более эффективным способом сохранения влажного зерна по сравнению с сушкой. Осуществляется путём продувания его воздухом, охлаждённым до 5-10⁰C с помощью рефрижераторных установок. Конечная температура охлаждения должна быть 4-10⁰C. Наиболее эффективно охлаждение зерна при влажности 18 % и более [136]. Целесообразный предел влажности фуражного зерна для хранения в охлаждённом состоянии не превышает 22 %. Причём при влажности 17 % температура хранения должна составлять 12,8⁰C, при 18 % – 11,1 при 19 % – 9,4, при 20 % – 7,8, при 21 % – 6,1, при 22% – 4,4⁰C [135]. Необходимая холодильная техника выпускалась в разных странах мира [13, 23, 138].

Преимущества охлаждённого зерна заключается в том, что его не нужно перемешивать, оно обладает лучшей сыпучестью, не зависит от погодных условий, готово к скармливанию во влажных кормосмесях [27]. Возможность скармливания фуражного зерна во влажном состоянии относится к особенностям его использования.

Химическое консервирование. Преимущества технологии химического консервирования сырого фуражного зерна заключается в простоте, возможности быстрого внедрения, использовании для сохранения зерна с низкой влагоотдачей (например, кормовых бобов), потере всхожести сорняков, снижении пылеобразования при переработке зерна [20, 27].

Работы по химическому консервированию зерна в СССР начаты в 1933 году [154]. Из 1000 химических соединений, испытанных с этой целью, только приросульфит натрия нашёл практическое применение [17, 54, 143-145]. Его консервирующее действие было основано на подавлении окислительных ферментов, губительном действии на плесени, бактерии и дрожжи при растворении в избыточной влаге зерна. В результате предотвращался термогенез и зерно не портилось. Такое зерно было пригодно для

скармливания всем сельскохозяйственным животным без ограничения. Мука из ячменя, консервированного пиросульфитом натрия, в рационе повышала приросты живой массы животных [147]. Широкому его использованию препятствовали порошкообразная форма, гигроскопичность, низкая консервирующая эффективность (в 2,5 раза слабее пропионовой кислоты) [146]. Его эффективность также снижалась при уменьшении влажности зерна [208]. Препятствием для широкого практического использования пиросульфита натрия явилась также трудность комплексной механизации работ при обработке им зерна.

Жидкие органические кислоты для консервирования зерна стали применять в 60-х годах прошлого века в Великобритании [191, 192]: в 1965 г. – лабораторные испытания, а с 1968 г. – производственные. Этим было положено начало широкому распространению технологии химического консервирования зерна в странах Западной Европы, а затем в США, Канаде, Франции [121, 153, 158, 171, 176, 178, 185, 194, 198, 199, 201, 202]. С начала 70-ых годов прошлого столетия объёмы обработки стабилизировались на уровне около 20 % всего кормового зерна [203].

Для консервирования зерна влажностью выше 20 % за рубежом применяли в основном пропионовую кислоту, а также её смеси с другими органическими кислотами и аммиак [173, 180, 188, 199, 203, 215]. Основанием для этого были лучше выраженные фунгицидные свойства. По этому признаку она была примерно в 2 раза эффективнее, чем уксусная и муравьиная кислоты [214].

Пропионовая кислота инактивирует рост и развитие грибов родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, подавляет бактерии родов *Escherichia*, *Salmonella*, *Proteus*, *Staphylococcus clostridium* [63, 210].

Дозировка пропионовой кислоты для обработки зерна повышенной влажности проводилась различными научными учреждениями. Так, в ВИМе [64] пропионовой кислотой консервировали зерно озимой пшеницы, овса и

кукурузы влажностью 20, 25, 30, 35, 40 %. В зависимости от влажности зерна были определены дозы и разработано устройство для её внесения.

При установлении норм внесения консервантов было выявлено [17, 177, 183, 189]: чем выше влажность зерна и дольше срок хранения, тем большей должна быть доза. Кроме того, при влажности от 28 до 40 % на каждый процент её увеличения нужно дополнительно добавлять 0,075 % пропионовой кислоты, а более 40 % – 0,1 % [170, 182, 198]. Кроме того, нормы расхода кислоты увеличивают примерно на 0,1 % при повышенном содержании зелёных примесей в зерновом ворохе [177, 178], при хранении зерна большими массами, при значительной высоте насыпи, кормовых бобов с механическими повреждениями и пр. [206]. В производственных условиях расход кислоты увеличивается в 1,5-2 раза из-за потерь консерванта от испарения, длительного сохранения повышенной температуры в больших массах зерна, миграции влаги в зерновой насыпи, трудности точного определения влажности зерна и производительности установки для консервирования и др. [169]. Всё это затрудняет точность дозировки консерванта при обработке зерна, которая не должна превышать $\pm 0,1$ % [129]. Меньшее количество кислоты не обеспечит консервирующего эффекта, а большее – делает процесс обработки дороже и может навредить организму животных.

Для сохранения зерна повышенной влажности также использовали препараты со щелочными свойствами – карбамид, безводный аммиак, жидкий аммиак, углеаммонийные соли (УАС), мочевино-формальдегидной смолы (МФС) [7, 77, 99, 112, 155]. Действующим началом у них обладает аммиак благодаря бактерицидным и фунгицидным свойствам. Помимо этого, препараты обогащают фуражное зерно небелковым азотом. В нём значительно увеличивалось содержание сырого протеина, и повышалась энергетическая ценность [71, 79, 100, 127, 130, 149, 174, 183, 187, 209, 213].

Данные о потерях питательных веществ при хранении химически консервированного зерна также существенно разнятся. По одним данным [158, 199, 203] при хранении в течение двух лет потеря массы составила всего

лишь 0,4 %. Однако, по данным Рамане [122], при 4-месячном хранении обработанного пропионовой кислотой зерна 30 %-ной влажности потеря массы составляла 4,15, при герметичном хранении (силосование) – 3,83 %.

Считается [89, 173], что кормовые качества химически консервированного зерна находятся на том же уровне, как при сушке и силосовании. В процессе длительного хранения зерна с органическими кислотами происходит гидролиз крахмала и 10-кратное увеличение содержания свободной глюкозы, что улучшает его использование животными [153,171]. Однако содержание витамина Е при этом уменьшается [211].

Перед использованием консервированное зерно влажностью до 21-22 % измельчают на дробилках, при большей влажности – на вальцовых плющилках [27].

Общепринято [168, 178,195], что органические кислоты в составе зерна не представляют угрозы здоровью животных, т.к. являются естественными метаболитами их организма. Оно особенно охотно поедается крупным рогатым скотом и овцами, т.к. в нём нет пыли и более благоприятная структура.

Консервированное зерно может быть включено в любые кормовые рационы. По данным ЛатвНИИЖВ, БелНИИЖ, ЛенСХИ и других институтов СССР [157], включение его в корм крупного рогатого скота, свиней и овец не оказывает отрицательного влияния на аппетит и продуктивность животных.

Наиболее эффективно из всех видов животных использует консервированное органическими кислотами зерно, откармливаемый крупный рогатый скот. Результаты биохимических анализов крови, печени, мышц и рубцового содержимого не показали нарушения обмена веществ у подопытных бычков. Переваримость питательных веществ и баланс азота у животных всех групп были почти одинаковыми [127, 205]. Консервированное препаратом «пропкорн» в дозе 8 л/т фуражное зерно ржи (влажность 23 %) в условиях Белоруссии [165] не плесневело в течение 8 мес. хранения и имело

такое же продуктивное действие, как и сухое; не вызывало отравлений и заболеваний желудочно-кишечного тракта у бычков на откорме.

В отношении продуктивности животных, потребляющих консервированное органическими кислотами зерно, однозначного мнения не существует. Одни исследователи [132, 154, 158, 161, 170, 173, 189] считают, что в сравнении со скармливанием высушенного или силосованного зерна продуктивность животных и окупаемость корма повышаются, другими [162, 178] такая разница не установлена. Скармливание дойным коровам кукурузы и ячменя, обработанных различными органическими кислотами, не вызывало изменений поедаемости корма, продуктивности и состава молока по сравнению с высушенным и силосованным зерном [175, 177, 178, 184, 193, 195, 196]. Аналогичные результаты получены при скармливании консервированного зерна цыплятам-бройлерам и курам несушкам [186, 197].

Вместе с тем в 2-ух летних опытах, проведённых в Дании [178], скармливание курам-несушкам ячменя, обработанного пропионовой кислотой, приводило к снижению поедаемости и яйценоскости. Также отмечалось некоторое ухудшение качества желтка и прочности скорлупы. Поэтому для кур её содержание в кормах ограничено 1 % [11, 129]. В исследованиях шведских учёных [178, 211] скармливание свиньям зерна, консервированного пропионовой, уксусной и муравьиной кислотами, приводило к снижению приростов и увеличению расхода корма на 1 кг прироста. Связывают это с худшим усвоением свиньями плющеного зерна в сравнении с дроблёным.

Несмотря на одинаковую поедаемость консервированных органическими кислотами кукурузы и ячменя, такие же продуктивность скота и состав молока в сравнении с высушенным и силосованным зерном, их использование в кормлении молочных коров было признано нежелательным.

Кроме того, бактерицидные свойства пропионовой кислоты слабее, чем у других кислот [173], поэтому для консервирования сырого зерна признано предпочтительным использование смесей кислот [190, 191, 203].

Недостатком органических кислот, преимущественно применяемых при консервировании сырого зерна, является резкий запах, сильное раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхние дыхательные пути.

Допустимая концентрация паров кислот в области рабочей зоны для муравьиной 1, уксусной 5 и пропионовой 20 мг/м³. При попадании на кожу они вызывают долго не заживающие ожоги. Поэтому при работе с ними необходимо соблюдать определённые меры предосторожности. Обработку зерна следует проводить на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении. При работе используют индивидуальные средства защиты: респираторы или противогазы, защитные очки, брезентовые рукавицы и куртки. [178, 200, 203]. Кислоты пожароопасны, поэтому в местах работы с ними или хранения запрещается курить и проводить сварочные работы.

Негативно также их коррозионное воздействие на поверхности бетонных, кирпичных и металлических хранилищ. Срок службы бункера из оцинкованного железа в этих условиях уменьшается от 30 до 3 лет [125].

Создание герметичных условий. Сохранность зерна повышенной влажности в анаэробных условиях без консерванта обеспечивается замещением кислорода воздуха углекислым газом. В герметичных условиях в хранилище вследствие интенсивного дыхания зерна содержание кислорода снижается до 1,0-0,1 %, а содержание углекислого газа увеличивается до 80-95 %, что и является основным консервирующим фактором. Интенсивность процесса возрастает с увеличением влажности зерна. При влажности 25-40 % через сутки хранения зерно поглощает почти весь кислород из воздуха (остаток 0,5-0,8 %) и накапливает 28,5-64,5 % углекислоты, что приостанавливает прорастания спор плесневых грибов, которое прекращается при содержании 0,5-1,0 % кислорода в воздухе. При этом его дыхание затухает, погибают вредные насекомые и аэробные микроорганизмы, стимулируется молочнокислое брожение, и зерно хорошо сохраняется. В зерне 18-20 %-ной влажности через сутки анаэробного хранения воздух

межзернового пространства содержит 18,0-19,8, а через 120 часов – 7,4-9,1 % кислорода [148, 159, 160].

При высокой влажности (интервал 36-50, оптимум 40-50 %) зерно силосуется [48]. При влажности зерна 40 % и более оно силосуется с приобретением типичного запаха доброкачественного силоса [27].

Консервирующим началом при этом является молочная кислота – основной продукт одноимённого брожения [148]. Размер образования кислот достаточно большой (2,5-3,5 %). Установлена [160] тесная корреляционная связь влажности зерна с накоплением в нём органических кислот. Для хранения зерна в герметичной среде влажность 50 % считается предельной, т.к. при большей влажности в нём накапливается масляная кислота [48].

Менее влажное зерно (19-35 %) не силосуется, а консервируется. С уменьшением влажности практически в 10 раз снижается количество кислот брожения, а вместе с ним и активная кислотность корма, в общем количестве кислот брожения увеличивается долевое участие молочной кислоты. Кроме того, синтезируется небольшое количество спирта (0,25-2,13 %), благодаря чему зерно приобретает винно-фруктовый запах [120, 160]. Такой корм принято называть зернажом [27].

В процессе ферментации и хранения он теряет меньше сухого вещества и сахара. Оптимальная влажность зерна для герметичного хранения зернажа составляет 18-24 [120,121], по другим данным [160] – 25-35 %.

Дроблёное или плющенное зерно лучше силосуется, т.к. в нём быстрее создаются анаэробные условия. При закладке целого зерна в воздухе межзернового пространства через 8 ч содержалось 5,6 % кислорода, через 24 ч – 4,1 %, в измельчённом – 1,3 и 0,8 % соответственно. Поэтому в измельчённом зерне через 4 ч после закладки образовалось 11,2 % углекислоты, тогда как в цельный этот уровень достигался через 24 ч, когда в измельчённом зерне её было уже 28,5 % или в 2 раза больше [17, 26, 159]. С повышением с 750 до 850-950 кг/м³ плотности укладки зерна кукурузы с влажностью 28,5 % на хранение в нём накапливалось больше кислот (1,38-1,42

против 1,03 %), снижался показатель рН (с 4,7 до 4,4-4,47) и содержание аммиака почти в два раза. Меньшими были также и потери сухого вещества [160].

Неконсервированное дроблёное или плющенное зерно может храниться почти в любом хранилище, если зерно в нём равномерно распределено и после быстрого заполнения и уплотнения корма сразу же закрыто [60, 166].

Силосованное зерно хорошо сохраняется. Так, через 120 дней хранения по органолептическим показателям и химическому составу зерно кукурузы влажностью 38-40 % мало отличалось от исходного. Оно не заплесневело, подкислялось до рН 4,2 за счёт синтеза 1,72 % органических кислот, в т.ч. 82,2 молочной и 17,8 % уксусной [166].

Потери питательной ценности при силосовании зерна достаточно велики: около 12 общие, до 6,5 энергетической и 18,9 % переваримого протеина [120, 166]. Более выгодным, по данным Латвийского НИИЖиВа [53], было хранение зернажа. Размер потерь зависел от вида зерна, содержания влаги и герметичности хранилища [27] и составлял: кормовых единиц около 5, переваримого протеина – 4-5 % [120,121]. Однако зернаж с влажностью до 25 % трудно сохранить при разгерметизации хранилищ, например, при выемке, когда воздух проникает в массу зерна на глубину до 1,5 м и его в тёплую погоду трудно уберечь от плесневения. Плесневение корма предупреждает открытие хранилищ с консервированным зерном в холодное время года при минусовой температуре. При потеплении до +10 °С толщина ежедневно выгружаемого слоя должна быть не менее 10 см [60, 166].

От скармливания влажного зерна после продолжительного хранения получали положительные результаты. Кормление дойных коров силосованным измельчённым зерном кукурузы обеспечивало среднесуточный надой молока 18,1 кг/гол. с содержанием жира 3,6 %, а при скармливании аналогичного по сухому веществу количества кукурузной дерти – соответственно 18,0 кг/гол. и 3,5 % [166]. Однако американские специалисты считают [цит. по 60], что скармливание коровам силосованное зерно кукурузы

следует ограничивать из-за отрицательного влияния его на состоянии здоровья, качестве молока и уровне удоев. Вместе с тем влажное зерно кукурузы в условиях США включают в значительном количестве в состав рационов, на которых среднесуточные приросты живой массы крупного рогатого скота составляют 1100-1200 г, свиней – 600-700 г.

Скармливание зернажа коровам [48, 136, 207] и молодняку крупного рогатого скота повышало продуктивность и эффективность кормления. При кормлении молодняка зернажом после 8 мес. хранения в герметичной башне в опытах БелНИИЖа [5], съёмная живая масса опытных животных была выше на 4,1 %, предубойная живая масса, масса парной туши, убойная масса – соответственно на 6,1; 6,2 и 5,7 %, чем у контрольных животных.

Большое количество траншей, башен и других ёмкостей пригодно для хранения зерна в герметичных условиях [6, 141]. В 70-тые годы 20 века эта технология не получила распространение из-за необходимости соблюдения жёстких требований к закладке и выемке силосованного зерна, строгой герметичности хранилищ и опасности значительных потерь корма [27, 166]. Современные технологии и технические средства позволяют преодолеть эти трудности [148], а отечественная практика и мировой опыт предлагают альтернативные способы сохранения фуражного зерна: герметичное хранение с использованием консервантов и различные их комбинации [60, 89, 166].

1.1.3 Технология консервирования и хранения сырого фуражного зерна в анаэробных условиях

Фуражному зерну вполне допустимо частично или даже полностью утрачивать свойства живого организма для обеспечения сохранения питательных веществ. Именно таким эффектом обладает технология хранения сырого фуражного зерна, обработанного химическими или биологическими препаратами, в герметичных условиях. С недавних пор она получила широкое распространение в России. В ней объединены элементы технологии герметичного хранения сырого зерна или силосования, плющения и химического консервирования, сохраняя достоинства каждой из них и

частично устраняя присущие им недостатки. Она состоит из следующих операций: обмолота и погрузки зерна в транспортные средства; транспортировки и выгрузки зерна; загрузки в плющилку; плющения зерна; внесения и смешивания консерванта с плющенным зерном; отгрузки в транспорт или хранилище, выгрузки в хранилище; разравнивания и уплотнения полученного корма; укрытия и герметизации хранилища. Тщательное выполнение всех технологических операций в комплексе обеспечивает высокую сохранность корма [51,107, 131].

Убирать зернофуражные культуры рекомендуют в начале восковой спелости зерна, в которую сбор питательных веществ наиболее высокий [93, 106, 111]. Обосновывается это тем, что в зерне при созревании питательные вещества накапливаются неравномерно [4]. В период молочной спелости в нём наиболее интенсивно концентрируется сухое вещество за счёт резкого повышения синтеза крахмала [50], а к фазе восковой спелости содержание крахмала, сахара и лизина максимально. Влажность зерна к этому времени снижается до 35 % [31, 85, 137]. В период восковой спелости зерна часть питательных веществ расходуется на «дыхание», что уменьшает содержание сухого вещества. Во влажную погоду эти потери могут достигать 20-25 % массы зерна.

Однако при влажности 30-40 % зерно прочно удерживается в колосе и его трудно обмолотить. Успешный обмолот обеспечивается при сухой поверхности соломы и зерна в период уборки. Чтобы сократить потери зерноуборочные комбайны регулируют на более жёсткий режим, для чего увеличивают частоту вращения молотильного барабана, уменьшают зазоры в молотильном аппарате, чаще чистят подбарабанье, решета и соломотряс [103].

Привезённое с поля автотранспортом или тракторными прицепами зерно выгружается на бетонированную площадку возле плющилки или в приёмный бункер её питающего устройства [51].

При уборке фуражного зерна в указанные сроки естественным способом его подготовки к скармливанию является плющение. Такую технологию более

трёх десятилетий используют фермеры Финляндии [45]. В сельскохозяйственной практике России она также применяется около 30 лет [99]. Существуют несколько технологических схем проведения плющения сырого фуражного зерна. Плющение можно осуществлять непосредственно в полевых условиях [113], на стационарном пункте, в хранилище, на ровной площадке с упаковкой корма в полиэтиленовые рукава [50, 123].

Для раздавливания влажного зерна применяются плющилки производства Финляндии («Murska» фирмы «Аймо Корттеен Конепая»), Канады (ПВЗ-20 «Умач» фирмы «Роста»), Белоруссии (ПВЗ-10, КОРМ-10) и России различной производительности, работающие как от электродвигателя, так и от вала отбора мощности трактора МТЗ-80 (82) [110]. Использование плющилок с рифлёными вальцами в сравнении с плющилками с гладкими вальцами позволяет повысить производительность в 3 раза, снизить энергоёмкость с 8 до 4 кВт-ч/т и металлоёмкость в 1,3-2 раза [51, 95, 125].

Вальцевые мельницы могут плющить влажное и перерабатывать на дерть сухое зерно, что увеличивает диапазон их применения в хозяйстве и позволяет загружать агрегаты в любое время года [88].

Плющить можно зерно всех видов злаковых и бобовых культур, а также их смесей при влажности 25-40 %. При этом оптимальный режим плющения зерна ржи и тритикале обеспечивается при влажности 30-35, пшеницы – до 25, ячменя, овса, кукурузы – до 35 % [32, 93, 118]. При более высокой влажности (>40 %) при плющении получается «каша», возникают большие потери при консервировании и хранении, при более низкой (<27 %) – брожение зерновой массы слабо выражено, невозможна качественная трамбовка и создание герметичных условий. Появляются возможности для поражения зерна плесневыми грибами, образования токсинов. В такой зерновой массе содержится до 20-30 % непроплющенного «сухого» зерна, неусвояемого животными. Поэтому для проведения плющения в него добавляется вода [64, 118, 162]. Добавление воды целесообразно при влажности зерна не ниже 20 %,

т.к. более сухое зерно нужно сильно увлажнять и повышать дозу внесения консерванта [32, 93].

Плющилка должна быть отрегулирована таким образом, чтобы расплющивала каждое зернышко. При этом оптимальная толщина хлопьев, в зависимости от вида скота, для которого они предназначены, должна находиться в пределах: для крупного рогатого скота – 1,0-1,8 мм, для свиней – 0,6-1,1 мм и для птицы – 1,5-2,0 мм [12, 118, 128].

При плющении в результате активизации биохимических процессов происходит частичное расщепление крахмала, «растворение» протеиновых оболочек крахмальных зёрен [12, 67, 139, 165, 172]. Кроме того, плющенное сырое зерно – наиболее удобная форма для проведения консервирования. Оно лучше трамбуется и в нём более эффективно протекает молочнокислое брожение, чем в целом зерне [36, 37, 39, 40, 84]. Трамбовкой из зерновой массы удаляется воздух, что устраняет её плесневение и накопление микотоксинов [137].

Поступившее от комбайна зерно следует немедленно обработать консервантом [51]. Обработка химическими консервантами или биологическими препаратами проводится одновременно с плющением зерна. сохранения качества корма в процессе хранения [82, 83, 109]. Считается [17], что даже при тщательном соблюдении правил хранения силосованного зерна, исключая плесневение и гниение, потери питательных веществ достигают 15-18 %. При использовании консервантов потери кормовых единиц и переваримого протеина можно свести до 5 % [8, 70, 85]. При анаэробном хранении зерна с влажностью до 30 % без добавок потери сухого вещества в опытных условиях достигали 3-5, в условиях производства – 7-10 %, а при хранении его в тех же условиях с небольшими дозами консервантов – в 1,5-2 раза меньше [51].

При влажности консервируемого материала от 65 до 17 % жизнедеятельность бактерий угнетена, но бурно развиваются дрожжи и плесени, для подавления которых нужны фунгицидные консерванты, причём,

чем суше корм, тем необходимее их использование. В химически консервированном сыром зерне снижается образование масляной кислоты, этанола, тормозится распад белка [137]. Для достижения данного эффекта сырое зерно, особенно в плющеном виде, обрабатывают пропионовой кислоты или смесями, в которых её содержится не менее 17 % [21]. Подобная обработка улучшает гигиенические качества кормов и здоровье животных, является доступным средством профилактики кетоза. С этой целью в хозяйствах для обработки сырого фуражного зерна используют препараты лупрозил, пропионикс плюс, Procorn, а также различные составы химических консервантов «Промуг», АIV и других [10, 26, 33, 62, 181]. Необходимая равномерность распределения консервантов в зерновой массе (не менее 95 %) обеспечивается специальными дозаторами, что исключает их ручное внесение, т.к. при неравномерном распределении плесневает не только необработанное, но и обработанное зерно [105]. Поскольку буферная ёмкость сырого зерна ниже, чем у силосуемых трав, доза консерванта для его обработки меньше [8, 86]. Так, норма расхода консерванта АИВ при влажности зерна 35-45 % составляет 3 л/т, 30-35 – 4 л/т и 25-30 % – 5 л/т [46].

Широкое применение химического консервирования сдерживается из-за относительно высокой стоимости и химической агрессивности препаратов [74]. Апробация консерванта АIV в условиях Татарстана [66] показала, что муравьиная кислота и формиат аммония в его составе сильно раздражают слизистые оболочки. Они неспособны предотвратить развитие плесени на фронтальном срезе плющеного зерна в процессе выемки. После испарения консерванта плющеное зерно быстро поражается плесенью.

Для консервирования влажного зерна в условиях Беларуси испытывали препарат НВ-2, состоящий из водного раствора формальдегида, а также консерванты на основе уксусной кислоты кормоплюс-1 и кормоплюс-2 [118, 125]. Для консервирования используют и другие органические кислоты – муравьиную, бензойную, их смеси, концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК). С этой целью применялся и пиросульфит натрия, который в процессе

хранения зерна полностью разрушался [156,162], а также карбамид и жидкий аммиак [124]. Однако эффективность этих препаратов значительно ниже, чем у вышеприведённых. Поэтому поиски наиболее эффективных препаратов для химического консервирования влажного плющеного зерна продолжаются.

Параллельно с этим в последнее время во всем мире ведутся исследования по изысканию биологических консервантов. Положительные результаты получены по созданию препаратов на основе молочнокислых бактерий. Целью их применения является быстрое снижение pH [125,126] за счёт сбраживания простых сахаров преимущественно в молочную кислоту, которая и консервирует корм. Некоторые авторы [98] полагают, что период подкисления может затянуться, что повысит потери питательных веществ. Вместе с тем из теории силосования [49] известно, что молочнокислое брожение – энергосберегающий процесс консервирования, при правильном проведении которого питательная ценность исходного сырья снижается менее всего.

В условиях России положительный результат давало использование для этих целей биопрепаратов «Биоконт» [67], «Лактис» [64], «Биотал», «Биокримп» [32], «Биотроф 600» [116], «Биосиб» [114], «Лактисил -200НБ», «Биовет», английский биопрепарат Sil-АП [17], Биосил НН [22,81] и другие.

В Беларуси для защиты от плесени и дрожжевых грибков зарегистрирован биопрепарат BioCrimp, бактерии в котором за короткий срок формируют защитную среду из пропанола и пропионовой кислоты и предотвращают развитие нежелательных брожений и разогрев зерна [118].

Для улучшения результатов консервирования плющеного зерна применяют также углеводные добавки: неразбавленную свекольную патоку – (3-5 кг/м³), разбавленную свекольную патоку (от 6 кг/м³), молочную сыворотку (10-30 л/м³) и др. Они стимулируют развитие полезной микрофлоры [8, 18, 73].

Плющение и обработка зерна химическими или биологическими препаратами проводятся либо непосредственно в хранилище, либо на

стационарной площадке, от которой к месту хранения оно отвозится транспортными средствами [125].

Распространено мнение, что технология консервирования плющеного зерна ничем не отличается от силосования трав [17, 64, 66, 67, 93, 118, 139, 162, 165]. Имеется и противоположное мнение [98, 116], основанное на том, что естественная консервируемость (силосуемость) зерна существенно ниже, чем у трав, т.к. они имеют высокую влажность, повышенное содержание сахаров и в составе эпифитной микрофлоры достаточное количество молочнокислых бактерий для эффективного подкисления массы. Плющенное зерно, из-за высокого содержания сухого вещества и наличия в нём большого количества легкосбраживаемых углеводов, является идеальным субстратом для развития дрожжей и плесени [32]. Это может привести к потере зерновых кормов и стать причиной микотоксикозов – тяжёлых заболеваний скота. Поэтому при консервировании зерна повышенной влажности использование химических или биологических препаратов обязательно [98, 116].

По сведениям Ермаковой и др. [65], Попкова и др. [125], основой длительного сохранения консервированного зернофуража является создание анаэробных условий. Поэтому хранилища должны быть герметичными, недоступными для проникновения грунтовых, дождевых и талых вод. Их размер и устройство должны быть пригодными для полной механизации работ по: закладке, уплотнению, герметизации, укрытию и выгрузке корма. Считается [46, 109, 125], что для хранения консервированного зерна вполне пригодны полимерные рукава, силосные траншеи, бурты, герметичные сенажные башни и склады.

Наиболее эффективной признана технология закладки плющеного зерна в полиэтиленовые рукава [125]. При её использовании исключается разравнивание трамбуемой массы, укрытие и укладка груза; ниже доза внесения химического консерванта; быстрее герметизируется корм; не регламентируется влажность зерна. При помощи имеющихся моделей пресс-уплотнителей можно заполнять зерном рукава диаметром от 1,5 до 4,2 м,

длиной от 30 до 150 м и вместимостью до 1,5 тыс. тонн. Располагать рукава можно на любом, по возможности, более твёрдом и ровном месте. Однако использовать эту технологию не рекомендуется, если невозможно обеспечить защиту рукавов от повреждения птицами или животными и от других факторов.

Свои преимущества имеют заглубленные и полузаглубленные наземные хранилища, и башни [65, 104]. Наиболее технологичными из имеющихся в хозяйствах хранилищ являются силосные траншеи без трещин и острых краёв в боковых стенах, у которых все соединения плит не имеют пустот [51].

В горизонтальные хранилища плющенное зерно закладывается либо одновременно по всей длине, либо поэтапно [105]. Первым способом заполняются хранилища небольшой вместимости (~ 400 т), в которые за один день работы укладывают слой толщиной не менее 0,7-1,0 м. При больших ёмкостях хранилищ их начинают заполнять с одного из торцов наклонно расположенными слоями с минимальной длиной ежедневно заполняемой части 4-6 м.

Подготовка хранилищ напольного типа заключается в выстилании стен и дна полиэтиленовой плёнкой толщиной не менее 200 мкм, стыки которой оклеиваются липкой лентой для создания герметичных условий [51]. По другим источникам [105] дно хранилища плёнкой не выстилают, так как при загрузке и трамбовке зерна она рвётся и попадает в корм. В процессе закладки плющенное зерно равномерно распределяют по траншее и уплотняют трактором.

Основным условием успешной закладки сырого плющеного зерна на хранение является тщательная трамбовка и быстрая закладка [111]. Наилучшее уплотнение зерновой массы в хранилище достигается при влажности корма не менее 35% [51,61,80]. При этом степень уплотнения зерновой массы для хранения по одним данным [12, 113, 118] должна находиться в пределах 0,75-0,85 т/м³, по другим [105] – не менее 0,86 т/м³, по третьим [39] – 1,1 т/м³, при которой содержание кислорода в ней будет менее

1%. Устранение «воздушных мешков» – потенциальных очагов гниения, является основным условием качественного уплотнения зерна. Во избежание согревания и снижения питательности продолжительность заполнения и укрытия траншеи с целым зерном не должна превышать либо 2 [51], либо 2-3 [105], либо 3 дней [113, 118, 165], полная герметизация при закладке зерна с консервантом – не более 7 дней [66, 162]. Несоблюдение данных требований приводит к развитию в зерне порочной микрофлоры, результатом деятельности которой является самосогревание корма [113]. С целью сокращения времени на закладку зерна следует применять плющилки производительностью 10 т/ч (ПЗ-10, "Мурска 700S") [31].

По мере заполнения хранилищ для предохранения от грызунов поверхность зерна посыпают поваренной солью или галитами слоем 1-2 см или 2 кг/м² и укрывают полиэтиленовой плёнкой. Лучшим укрытием считается двуслойное, причём нижний слой плёнки должен быть тоньше, верхний - толще. Поверх плёнки укладывается гнёт массой 200-250 кг/м². В качестве гнёта используются старые шины, мешки с песком, железобетонные изделия, рулоны или тюки сена, или соломы [17, 32, 51, 64, 65, 111]. Вместе с тем имеется мнение [46, 115], что гнёт, подобный рулонам сена, соломы, плохо подходит для этой цели, т.к. является укрытием для грызунов.

В ходе ферментации сахар сырого плющеного зерна переходит в молочную кислоту. Полисахариды зерна (крахмал, клетчатка) частично распадаются до простых сахаров, используемых в молочнокислом брожении. В его составе также несколько уменьшается содержание витамина Е. [17, 46]. Под действием влажности, кислотности и химических консервантов в нём в растворимую форму переходит часть фитинового фосфора и уменьшается содержание β -глюкана, который препятствует перевариванию питательных веществ. За период хранения β -глюкан в составе клетчатки распадается почти полностью. В целом зерне эти изменения менее выражены [137].

Основная задача при хранении плющеного зерна – избежать вторичной ферментации, в ходе которой теряется часть его питательных свойств, при

разгерметизации хранилища в процессе хранения и выемки корма. Такую ферментацию вызывают в основном дрожжи, которые расщепляют молочную кислоту и используют как источник энергии. При этом падает кислотность. Последующий распад сахаров и белка сопровождается термогенезом, неприятным запахом, нарушением структуры зерна.

В процессе хранения зерна разгерметизация хранилищ проявляется при образовании трещин или разрывов пленки, которые при обнаружении следует немедленно заделать [104].

При выемке зернофуража укрытия хранилищ вскрывают по всей ширине. Образование и проникновения внутрь массы зерна плесени предотвращается ежедневным срезанием не менее чем 10-ти сантиметрового слоя зерна по всей ширине траншеи без разрыхления массы [64, 70, 109, 113, 162]. При соблюдении этих правил консервированное зерно хорошо сохраняется и не теряет кормового достоинства в течение длительного времени [51].

В правильно законсервированном зерне внешний вид и питательность не отличаются от исходных данных. В процессе ферментации оно приобретает кисло-сладкий запах и горьковатый вкус. Изменение органолептических свойств усиливается при повышении температуры и влажности зерна [51].

По данным ГУСП «Молочное» Вологодской области [1,134], плющенное фуражное зерно по содержанию важнейших питательных веществ не уступало муке из сухого ячменя. В пробах консервированного зерна после 5 месяцев хранения не было выделено патогенных микроорганизмов. Аналогичные результаты в сравнении с исходным материалом получены в опытах Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства [34] после хранения целого и плющеного сырого (влажность 44-45 %) зерна ячменя без консервантов, с химконсервантом «АИВ 3 плюс» и с биопрепаратом «Биотроф 600» после трёх месяцев хранения в герметичных условиях. Применение консервантов снижало потери сухого вещества в 1,5-1,8 раза. Конюхов и др. [69] также отмечали неизменную энергетическую ценность и незначительное

снижение содержания протеина, фосфора, кальция, жира и золы в период 5-ти месячного хранения зерна по отношению к первоначальному.

Влажное плющенное зерно готово к употреблению после определённого срока хранения. Большинство исследователей [17,64, 66, 70, 113, 162] сходятся на том, что к скармливанию этого зерна можно приступать лишь через 2-3 недели после закладки на хранение. По другим данным [134], корм готов к употреблению животными через 3-4 недели. К потреблению плющеного зерна животных необходимо приучать постепенно. Чтобы животные привыкли к такому корму и у них не было проблем с пищеварением, в рацион его вводят в течение 1-2 недель, постепенно увеличивая дозу [15, 45, 66]. Различаются также данные о нормах скармливания влажного плющеного зерна. Одни авторы [134] утверждают, что в стойловый период такой зернофураж можно скармливать сухостойным коровам по 1кг в сутки и дойным – от 100 до 200 г на выдоенный литр, что составляет от 30 до 50 % потребности в концентратах. По другим данным [1, 15, 45, 64] норму можно доводить до 7-10 кг дойным и до 1,0-1,5 кг сухостойным коровам. Потребление сырого зернофуража, заготовленного без консерванта, ограничивается повышенной кислотностью [39]. Отучать от поедания консервированного зерна животных следует примерно за две недели до окончания его запасов, т.к. на сухое зерно они переходят неохотно [15].

Плющенное зерно восковой спелости имеет приятный фруктово- хлебный запах, высокие вкусовые качества, легко нормируется и охотно поедается всеми видами животных и молодняком [1, 68, 109, 165]. Скармливание влажного плющеного зерна не нарушало физиологических процессов у дойных коров в ГУСП «Молочное» Вологодской области. Животные, потреблявшие сырое и сухое зерно, затрачивали практически равное время на лежание, доение, потребление концентратов. Однако коровы опытной группы дольше (на 1 час) поедали и пережёвывали корма. В результате потребление силоса увеличивалась с 18,3 до 24,0 кг в сутки. Увеличение времени поедания

корма сокращало время стояния. Нарушений воспроизводительных функций животных и состояния здоровья не отмечено [134].

Углеводный состав сухого вещества плющеного зерна на 15 % представлен простыми сахарами и на 60 % крахмалом. Сырую клетчатку преимущественно составляют её хорошо переваримые формы. Крахмал такого зерна в отличие от крахмала сухого зерна медленнее ферментируется в рубце и имеет более высокий коэффициент переваримости, что позволяет скармливать его скоту в два раза больше без опасности развития ацидоза [32].

В составе белков преобладают водосолерастворимые фракции. Это упрощает использование углеводов и белков микроорганизмами рубца [17, 68, 109, 137]. При этом малоценный белок зерна легко переходит в биологически полноценный белок микроорганизмов, являющийся ценным кормом для животного [104]. Микроорганизмы рубца по содержанию незаменимых аминокислот и водорастворимых витаминов вполне сопоставимы с кормами животного происхождения. Таких аминокислот, по данным французских ученых [цит. по 78], микроорганизмы рубца коровы способны синтезировать до 2,5-3,5 кг в день.

Известно [94], что цельное зерно стандартной влажности (14 %) плохо усваивается жвачными животными из-за препятствия клетчатки в составе внешней оболочки, инкрустированной лигнином, доступу к питательным веществам ферментов пищеварительного сока. При измельчении до мелких фракций эффективность использования питательных веществ микроорганизмами снижается из-за быстрого его прохождения через преджелудки жвачных животных [46]. В результате происходит закисление рубца, ухудшающее усвояемость клетчатки и других питательных веществ, снижающее поедаемость грубых кормов, а также затрудняет микробиологический синтез полноценного белка в полноценный, перевод углеводов в летучие жирные кислоты и пр.

Частицы плющеного зерна являются оптимальными для процессов рубцового пищеварения. Причём хлопья могут иметь различную структуру

[12, 204]. При правильном плющении зерна (грамотная настройка плющилки) в корме остаётся много длиноволокнистых форм клетчатки, корм дольше задерживается в желудочно-кишечном тракте животных, лучше используется. Эти преобразования соответствуют биохимическим процессам в рубце жвачного животного, но также важно для всех животных. Растрескивание клеток зерна при плющении в несколько раз увеличивается площадь соприкосновения внутриклеточных веществ с ферментной системой желудочно-кишечного тракта и облегчает их усвоение. Но и свиньям нужен такой корм с целью профилактики язвы желудка [68, 137]. Исследования подтверждают благоприятное влияние влажного плющеного зерна на процесс пищеварения жвачных животных и высокую эффективность его использования в кормлении [44]. В сравнительных исследованиях [17, 29-31, 57, 130, 151, 167] было установлено, что переваримость целого зерна овса составляла 76,7, плющеного – 81,0 %, пшеницы – 62,9 и 87,7 %, ячменя – 52,5 и 85,2 %, крахмала плющеного зерна – 99,1; 99,0 и 98,8 % соответственно [212]. Переваримость зерна восковой спелости с влажностью 30 % была выше, чем с влажностью 15 % по сухому веществу на 6 %, по белку на 9,8, по крахмалу на 14,8 % [115, 118]. В молоке повышались жирность и содержание белка [1, 12, 67]. Однако перевариваемость питательных веществ достоверно не различалась при скармливании плющеного зерна дойным коровам в условиях племзавода «Молочное» Вологодской области [1].

Плющенное консервированное зерно анаэробного хранения также хорошо подходит для кормления птицы и свиней. Энергетическая ценность плющеного ячменя для птицы примерно на 25 % выше, чем дроблёного сухого, для свиней – на 5 % [68, 137]. Откармливаемые на таком зерне свиньи росли также быстро, как и на сухом. В некоторых опытах были выше приросты живой массы и конверсия корма. Переваримость плющеного консервированного и размолотого сухого зерна у свиней была соответственно следующая: органическое вещество 89 и 86, сырой протеин 87 и 76, сырой жир

61 и 40, сырой БЭВ 90 и 89 %. На 1 кормовую единицу в них приходилось соответственно 91 и 87 г переваримого протеина [46].

Таким образом, в России и во всём мире технология консервирования сырого плющеного фуражного зерна и хранения в герметичных условиях в последние годы получила широкое распространение за счёт простоты в исполнении и ряда несомненных преимуществ по сравнению с другими способами его заготовки и хранения. Вместе с тем некоторые технологические вопросы, к примеру, степень уплотнения зерна различной влажности и состояния перед хранением, требуют уточнения. Кроме того, следует расширять спектр применяемых препаратов для консервирования, отличающихся экологической безопасностью и дешевизной.

1.1.4 Сравнительная эффективность способов сохранения фуражного зерна.

Затраты на обработку и кормовую ценность зерна в зависимости от зональных и хозяйственных условий и назначения для различных групп животных должны учитываться при оценке эффективности технологий консервирования. Альтернативные сушке способы сохранения фуражного зерна повышенной влажности были экономически эффективными в определённых условиях. Экономическая привлекательность технологии консервирования плющеного сырого зерна и хранения в анаэробных условиях в настоящее время обусловлена следующими преимуществами: урожай убирается на 2-3 недели раньше обычных сроков в стадии восковой спелости при наивысшей питательной ценности зерновых при увеличении выхода сухого вещества зерна с единицы площади на 10-15 %, сухого зерна – на 5-10 ц/га; погодные условия не имеют решающего значения при комбайнировании. При таких сроках уборки уменьшаются потери от осыпания и отсутствует потребность в сушке зерна за счёт чего экономится значительное количество энергии и средств. Упрощается использование зерна из-за отсутствия необходимости дробить его перед скармливанием. Появляется возможность для выращивания более поздних и урожайных сортов. Благодаря использованию при плющении и консервировании зелёных, мелких и

разрушенных зерен неравномерность созревания не затрудняет обработку. Эффективность скармливания собственного зерна сельскохозяйственным животным повышается, а потребность в покупных концентрированных кормах снижается [56, 69, 94, 97, 119]. Каждое из этих преимуществ имеет теоретическое обоснование, которое сформулировано на основании изучения различных аспектов хранения фуражного зерна.

Экономический эффект от плющения сырого фуражного зерна складывается из энергосбережения на сушке, меньших инвестиций в оборудование и затрат на эксплуатацию, увеличения урожайности на 10-20 % и до 20 % продуктивности животных, а также улучшения качества продукции животноводства [64]. По расчётам [14], на каждой тонне плющеного зерна по сравнению с сушкой экономится 5-6 кг топлива. Затраты на 1 тыс. т зерна традиционных зерновых культур при хранении в траншее или полиэтиленовом рукаве снижаются на 5-8, на кукурузе – на 16-18 %. При влажности зерна выше 25 % на сушке экономится 30-60 кг/т жидкого топлива [17]. В итоге затраты на 1 кормовую единицу плющеного зерна значительно меньше, чем сухого [46].

Благодаря небольшим инвестициям и снижению производственных затрат заготовка плющеного зерна повышает рентабельность производства. Такое зерно экономит энергию и эффективно использует мощности хозяйства.

При переводе животных на кормление плющеным зерном в ООО «Племзавод «Красногвардейский» Гатчинского района Ленинградской области существенной статьёй экономии средств стало уменьшение покупки кормов. При ежегодных объёмах заготовки более 2 тыс. т такого зерна хозяйство на этом сэкономило от 6 до 9 млн. руб. [9, 46, 98, 109].

Биологическое консервирование зерна дешевле химического. За счёт разницы в цене на каждой тонне можно было сэкономить 100 рублей. По данным белорусских учёных [125], для консервирования 1 тонны зерна биопрепаратом BioCrimp расходуется 3,3 условных единицы (у.е.), а при использовании химических консервантов – 5,2 у.е. Однако, по мнению

Нефёдова [98], не подкреплённому экспериментальными данными, за счёт снижения продуктивности коров на 1 кг/гол./сут. эта экономия превращается в убыток. Этому утверждению противоречат данные [140] по использованию для этих целей биопрепарата «Биотроф 600». Скармливание коровам зерна кукурузы, обработанного этим препаратом, повышало биологическую и энергетическую ценность рациона, уравнивая её с действием зерна, консервированного финским препаратом «АИВ-2000 Плюс».

Экономическая эффективность использования плющеного зерна в составе рационов жвачных животных была доказана в многочисленных опытах, проведённых в различных регионах России. Так, в СПК "Красногвардейский" Гатчинского района, "Гомонтово" Волосовского района Ленинградской области она повышалась за счёт увеличения продуктивности животных и снижения затрат на производство консервированного плющеного зерна [70]. В научно-хозяйственном опыте в хозяйстве «Тимирязево» Болтасинского района себестоимость плющеного зерна повышенной влажности была на 34 % ниже, чем у обычного. Энергетические затраты при этом снижались на 18 %. При скармливании коровам плющеной зерносмеси из равных количеств ячменя и пшеницы среднесуточный удой повышался на 1 кг или на 6 %, содержание жира в молоке на 0,05 %, в сравнении с контролем. Экономический эффект на 1 корову составил 1270 руб. [15].

Суточный удой опытной группы коров в ГУСП «Молочное» Вологодской области, которым скармливали плющеное консервированное зерно (200г/л) + размолотый ячмень увеличивался с 24,6 до 28,0 кг по сравнению со скармливанием размолотого ячменя. За счёт экономии энергии в первый год апробации данной технологии в племзаводе «Майский» (2000-2001 гг.), в колхозе «Аврора» и племзаводе «Молочное» (2001-2002 гг.) получили экономический эффект от 387 до 614 руб. на тонне корма [1].

Сравнение технологий приготовления и хранения плющеного зерна с биопрепаратом Биотроф-600 в бетонной траншее и мягком контейнере, с химконсервантом АИВ 3 plus в траншее и в полиэтиленовом рукаве Аг-Баг с

искусственной сушкой и хранением сухого зерна показало, что общие затраты в расчёте на 1 га посевной площади снижаются на 21-46 %, на 1 т зерна – на 30-53 %, затраты труда – на 20-28 %. Экономия получена в основном за счёт уменьшения расхода горючего и электроэнергии, которые при сушке составляют до 80 % от всех затрат. Наиболее дешёвым оказалось хранение обработанного биоконсервантом зерна в бетонной траншее [34].

Обработка фуражного зерна паром в комплексе с плющением имела преимущество по действию на молочную продуктивность коров по сравнению с размолотом и гранулированием, дроблением до величины частиц 10x10 и 3x3 мм [46]. По данным финских учёных [цит. по 56], скармливание консервирования сырого зерна повышает на 10-11 % надой молока и на 5 % выход жира, чем скармливание обычного дроблёного зерна. При скармливании плющеного зерна, по данным УралНИИСХа [45], прирост бычков вырос на 15, надой от коров – на 10-15 %. При скармливании ячменя влажностью 25-26 % в расчёте на одно животное, по данным БелНИИЖа [5], затраты кормов снижались на 7,8, стоимость кормления – на 8,1 и прибыль от реализации говядины – на 8,6 %. В Прибалтике в 70-ых годах прошлого столетия консервирование сырого зерна и хранение в герметичной среде на 28-41 % сокращало затраты труда на хранение по сравнению с сушкой за счёт отсутствия первичной обработки зерна, а также экономии электроэнергии и топлива, что в целом на 19-24,2 % снижало себестоимость зерна [52]. По другим данным [136] на 1 т силосованного зерна было сэкономлено 1,9 чел.-дн. и от 9,50 до 11,44 руб.

Химическое консервирование до конца прошлого века по расчётам, сделанным в ФРГ, Дании и Финляндии, было сопоставимо по стоимости с сушкой и герметичным хранением при влажности зерна до 20 % и объёмах хранения до 150 т/год [178], по другим данным [197] – при его влажности до 25 %. Обработка зерна кукурузы пропионовой кислотой экономически выгодной была для влажности до 30 % [205]. Её применение для консервирования зерна озимой ржи было дешевле на 40-45 % её досушки на

зерноочистительных комплексах. Затраты на обработку аммиаком 1 т зерна с влажностью 23 % в ценах 80-ых годов прошлого века (3 р. 24 к.) были дешевле обработки пропионовой кислотой (6 р. 94 к.) и затрат на сушку (7 р. 13 к.) [7]. И всё же, несмотря на низкую стоимость оборудования для химической обработки зерна и защиты хранилищ от коррозии, из-за высокой стоимости кислот лишь при хранении зерна на открытых площадках стоимость обработки зерна кислотами в разных странах мира в конце прошлого века была меньше стоимости других способов его обработки и хранения [158, 178, 179, 195, 197]. Близкой к стоимости сушки и хранению в вентилируемых бункерах и герметичному хранению она была при хранении под плёнкой, однако в 1,1-1,5 раза дороже хранения в металлических бункерах.

Основную долю приведённых затрат при сушке составляют отчисления от стоимости оборудования, а при химическом консервировании – стоимость консервантов [43, 89]. С увеличением производительности оборудования удельные капитальные затраты снижаются, а затраты топлива и консервантов на 1 т зерна остаются прежними. Поэтому химическое консервирование, по данным Шведского института механизации сельского хозяйства, наиболее выгодно было при объёмах обработки зерна до 1000т/год.

Таким образом, рассмотренные способы (охлаждение, герметичное хранение, химическое консервирование) позволяют решать проблему консервирования влажного зерна без традиционной сушки и имеют перед ней ряд преимуществ. Однако при постоянно изменяющейся стоимости энергоносителей, машин, оборудования и расходных материалов экономическая эффективность технологий сохранения зерна должна пересматриваться.

1.2. ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Заготовка сырого фуражного зерна с повышенной влажностью в фазы неполной спелости при его подготовке к скармливанию методом плющения, имеющая необходимые технологические и технические решения, выходит на

Потери питательной ценности сырого зернового сырья при консервировании связаны с определёнными факторами, которые при соблюдении определенных требований можно регулировать, и поэтому их считают устранимыми. Быстрым созданием герметичных условий и подкислением кормового материала ингибируется активность возбудителей аэробной порчи и вторичной ферментации, чем и обеспечивается стабильность такого корма при заготовке, хранении и выемке.

Надёжное торможение активности нежелательной микрофлоры, к которой в составе зерна повышенной влажности в первую очередь относятся дрожжи и плесень, обеспечивает применение химических консервантов, которые на мировом рынке представлена, главным образом, органическими кислотами. Однако в связи с экологической опасностью и высокой стоимостью (в последнем случае, особенно пропионовой кислоты, которая имеет предпочтение по сравнению с другими видами органических кислот при консервировании зерна) их применение существенно сокращается.

Использование экологически чистых биологических препаратов (в первую очередь молочнокислых заквасок) при консервировании сырого фуражного зерна является дискуссионным вопросом. При влажности зелёной массы 40-60 % их применении считается нецелесообразным, т.к. при таком уровне увлажнения (физиологическая сухость) бактерии не в состоянии использовать влагу растений для обеспечения своей жизнедеятельности. В консервируемом зерне предельная влажность должна находиться на уровне меньшего значения в указанном пределе. Однако при влажности 30-40 % зерно рекомендуется силосовать, т.е. процессы брожения в таком сырье сходным с таковыми при силосовании. Более того, даже в зерне с меньшей влажностью образуется определённое, хотя и небольшое, количество кислот брожения, что говорит о протекающих в нём микробиологических процессах. Поэтому целесообразность использования молочнокислых заквасок при консервировании зерна требует дальнейшего изучения.

Исходя из вышеизложенного были сформулированы следующие задачи исследования:

- научно обосновать условия консервирования сырого плющеного зерна ячменя химическими и биологическими препаратами при хранении в анаэробных условиях при различной степени уплотнения;
- изучить консервирующее действие химических консервантов и биопрепарата на качество брожения, сохранность и питательность сырого фуражного зерна и предложить производству оптимальный вариант;
- провести производственную проверку оптимального технологического решения консервирования сырого зерна;
- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность усовершенствованной технологии заготовки сырого плющеного зерна ячменя и его скармливания животным.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Диссертационная работа выполнялась на кафедре «Технический сервис» ГБОУ ВО Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. Биохимические анализы исходной массы, опытных образцов зерна проводили на базе сертифицированной лаборатории кормов ФГУ центра агрохимической службы «Нижегородский» (г. Н. Новгород).

Производственные испытания проведены в условиях АО «Семьянское» Нижегородской области Воротынского района.

2.1. ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА

Анализ источников научной литературы позволил установить, что консервируемое зерно с влажностью от 17 до 40 % в первую очередь подвергается порче за счет активного развития дрожжей и плесени. Чем меньше влаги содержится в составе зерна, тем в большей степени оно подвержено опасности порчи от действия дрожжей и плесени при доступе воздуха. В результате в процессе хранения потери его питательной ценности могут достигать значительных размеров.

Распространению плесневения сырого зерна препятствует бескислородная среда, которая создаётся при герметизации хранилищ. Сроки её наступления зависят от плотности укладки материала на хранение. Зерно в насыпи даже в расплюсненном виде без уплотнения содержит достаточно много воздуха в межзерновом пространстве. Поэтому в большинстве рекомендаций содержатся требования тщательного уплотнения консервируемого материала. Однако сведения об оптимальной плотности укладки зерна на хранение у разных авторов существенно разнятся. И совершенно отсутствуют сведения о том, как уплотнение влияет на консервирующие свойства химических и биологических препаратов, применяемых для улучшения сохранности сырого зерна.

Для подавления активности дрожжей и плесени используются химические консерванты, обладающие фунгицидными свойствами. Наиболее распространёнными химическими консервантами во всём мире на сегодня являются органические кислоты. Из жидких органических кислот в наибольшей мере такие свойства присущи пропионовой кислоте. Поэтому именно её или препараты с её высоким долевым участием рекомендуют использовать для консервирования сырого фуражного зерна. Однако пропионовая кислота имеет самую высокую стоимость из всех органических кислот, что существенно увеличивает затраты на консервирование. По этой причине её использование на практике сильно ограничено. Меньшую стоимость имеют химические консерванты смешанного состава, в состав которых включена пропионовая кислота. Однако консервирующее действие таких препаратов существенно уступает действию пропионовой кислоты в чистом виде и для его усиления приходится увеличивать дозу внесения, что также приводит к увеличению стоимости обработки.

Фунгицидными свойствами обладают производные серы, которые образуются из порошкообразной серы под воздействием микрофлоры зерна в процессе хранения. Активность микрофлоры регулируется технологическими приёмами консервирования зерна и может либо усиливаться, либо подавляться, например, под влиянием разной плотности укладки корма на хранение.

2.2. ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ

Схема проведения исследований по консервированию сырого зерна ячменя представлена на рисунке 1.

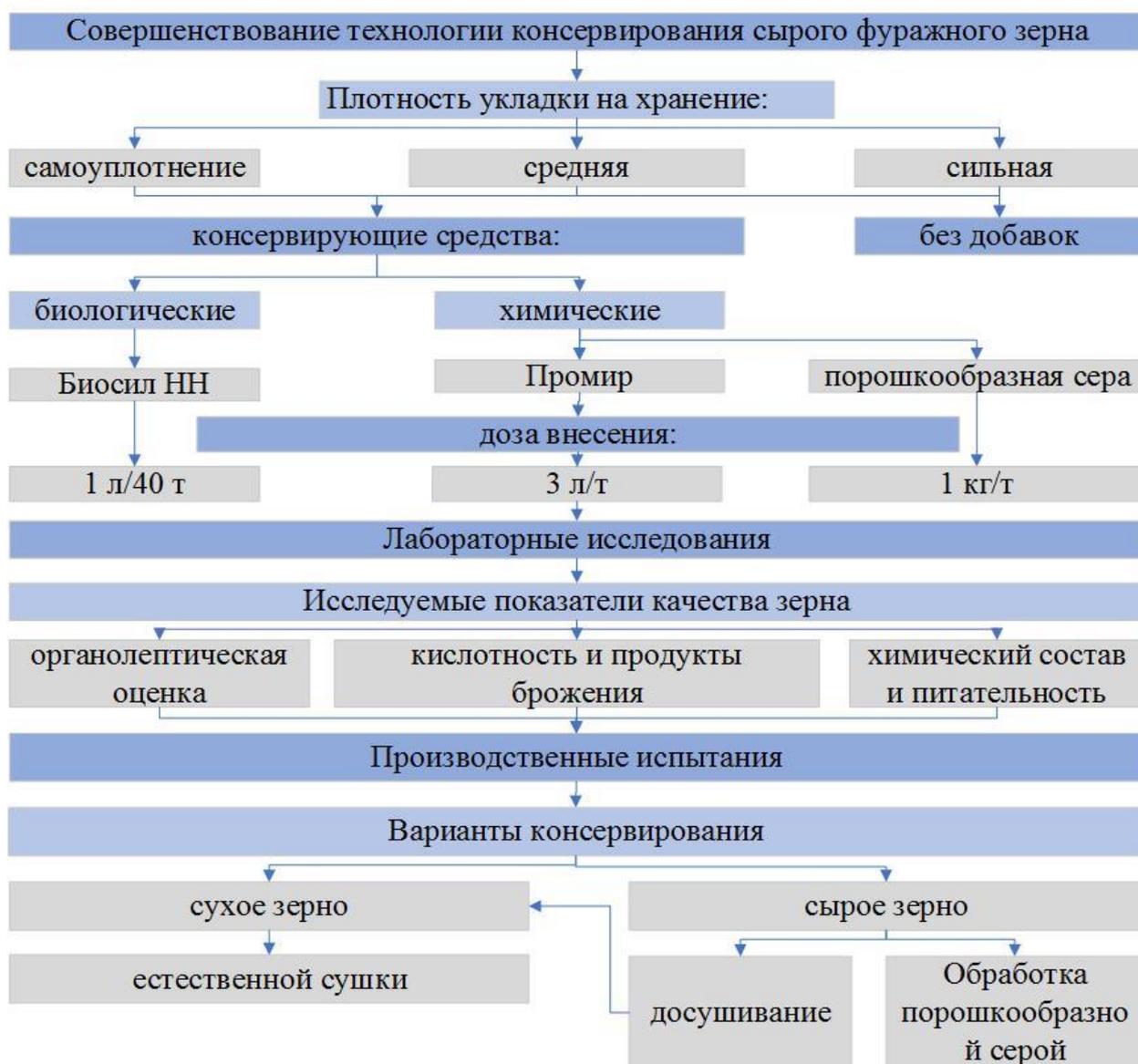


Рисунок 1 – Схема проведения исследований по консервированию сырого плющеного зерна ячменя

В программу проведения исследований также входило определение продуктивного действия консервированного порошкообразной серой сырого зерна плющеного ячменя при средней степени уплотнения.

2.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные исследования по консервированию сырого плющеного зерна ячменя выполнялись на кафедре «Технический сервис» ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет» в соответствии с

методическими рекомендациями «Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов» (2008).

Для консервирования сырого плющеного зерна ячменя использовали химические консерванты «Промир» и порошкообразную серу. Препарат «Промир» изготавливается шведским концерном Perstorp Group. В состав препарата входит 43-48 % муравьиной кислоты, 18-23 пропионовой кислоты и 4-8 % формиата аммония. Вносится в фуражное зерно повышенной влажности из расчёта 3 л/т. Порошкообразная сера представляет собой аморфный жёлтый порошок, содержащий не менее 99,5 % серы, не более 0,2 % влаги и 0,05 % золы (АС. 1099937). Доза внесения в сырое фуражное зерно – 1 кг/т. Из биопрепаратов использовали молочнокислую закваску Биосил НН, состоящую из штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* и *Lactococcus lactis*. Перед использованием 1 л закваски доводят до объёма 400 л водой. Доза внесения разбавленного препарата 10 л/т зерна.

Зерно убиралось на корм в фазу неполной спелости при влажности около 25 %.

Пробы плющеного зерна после предварительной обработки соответствующими препаратами закладывали на хранение в стеклянные банки объёмом 1 дм³. При этом первую партию зерна каждого варианта опыта укладывали на хранение без принудительного уплотнения, вторую – со средней, и третью – сильной плотностью укладки. После наполнения ёмкости её герметично закрывали крышкой и запаивали парафином.

Ёмкости с консервированным зерном в количестве 36 образцов в течение 4 месяцев хранили в лабораторных условиях в тёмном помещении при температуре 16–20 °С.

2. 4. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Производственная проверка результатов исследования проводилась в АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области.

2.4.1 Общие сведения о хозяйстве АО «Семьянское».

Землепользование хозяйства расположено к юго-востоку от районного посёлка Воротынец на расстоянии 10 км и в 145 км от областного центра – города Нижний Новгород. Центральная усадьба – село Семьяны.

Таблица 1 – Динамика размера хозяйства и производства АО «Семьянское»

Показатели	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2016 в % к 2020 г.
Размеры хозяйства, га:						
Площадь сельскохозяйственных угодий	10637	12493	11352	11352	11064	104,0
в т.ч. пашня	9846	11702	11352	11352	11064	112,4
посевная площадь зерновых культур	4901	5247	4490	5210	4863	99,2
Поголовье скота, гол						
Коровы	525	526	550	625	663	126,3
Скот на откорме	570	578	609	584	772	135,4
Продуктивность						
Урожайность зерновых, ц/га	19,6	23,6	15,1	16,0	21,3	108,7
Среднегодовой удой молока, ц/гол.	60,11	61,01	60,5	62,3	66,6	110,8
Среднегодовой прирост крупного рогатого скота, кг/гол.	149,74	176,3	166,9	184,1	156,5	104,5
Размер производства, ц.:						
Зерна	78820	83504	63205	74130	103620	131,5
Молока	31559	31711	33302	38942	44168	140,0
Прироста молодняка крупного рогатого скота	876	959	1017	1075	1208	137,9
Результаты хозяйственной деятельности, тыс. руб.						
Выручка от реализации продукции, : всего	103841	109871	105190	126388	165501	159,4
продукция растениеводства	17892	21320	28767	27004	45169	252,5
в т.ч. зерновые	16805	20196	28201	27004	40740	242,4
продукция животноводства	82303	86280	72588	95949	117816	143,1
в т.ч. выращивание скота	15194	16730	7909	6784	8309	54,7
молоко	65027	69550	65679	89165	109507	168,4
Прибыль (убыток) от продаж, всего	8023	13365	-1454	21360	27389	341,4
в т.ч. продукции: растениеводства	2426	4007	6075	9542	14806	610,3
животноводства	5689	13099	-5578	13996	16370	287,7
Рентабельность (убыточность) производства, %:	2,53	23,1	26,8	54,6	48,8	1927,4
растениеводство						
животноводство	5,94	17,9	-7,1	17,1	16,1	271,7

Почвенный покров представлен в основном серыми лесными почвами, которые занимают 2688,2 га (46,4 %). Природно-климатические условия благоприятны для выращивания всех районированных сельскохозяйственных культур и выращивания крупного рогатого скота (табл. 1).

Акционерное общество занимается производством и реализацией главным образом молока, зерна и продукции выращивания крупного рогатого скота и имеет молочно-зерновую специализацию производства.

АО «Семьянское» достаточно крупное предприятие Воротынского района Нижегородской области. За 2016 – 2020 годы в АО «Семьянское» наблюдаются положительные изменения, как в размере хозяйства, так и в размере производства. Так, например, за счет аренды необрабатываемых земель других предприятий Воротынского района в хозяйстве расширилась площадь землепользования на 4% и, что самое важное, продуктивной его части – пашни площадь их увеличились на 12,4%, благодаря чему объемы производства продукции также увеличились.

Хозяйство имеет высокопродуктивное стадо крупно рогатого скота швицкой породы. поголовье коров увеличивается, также увеличивается и количества скота на откорме. Продуктивность коров находится на достаточно высоком для этой породы уровне (~6000 кг/гол./год), которая из года в год, как и объёмы производства молока, увеличиваются, также состояние продукции выращивания скота по годам тоже увеличивается (табл. 1).

В 2016 – 2020 гг. выручка от реализации продукции увеличилось на 59%, наибольшую долю в выручке от реализации продукции, работ и услуг АО «Семьянское» занимала отрасль животноводства, которая за этот период сократилась с 79,2 до 75,9 %, а доля отрасли растениеводства при этом выросла с 17% до 27,3 %, что, однако не меняет специализации хозяйства. Вместе с тем финансовые результаты деятельности АО «Семьянское» за последние годы (2016 – 2020гг.) улучшается.

Тем не менее, несмотря на тяжелую ситуацию, сложившуюся в последние годы в сельском хозяйстве России, АО «Семьянское» удаётся не

только сохранять прежний уровень производства, но и постоянно наращивать его, благодаря чему акционерное общество остаётся перспективным сельскохозяйственным предприятием Воротынского района Нижегородской области.

2.4.2 Технологический процесс заготовки плющеного сырого зерна ячменя и его техническая оснащённость

Технология сохранения сырого плющеного фуражного зерна в анаэробных условиях включает следующие операции: загрузка в плющильное устройство, плющение, внесение консерванта, затаривание в рукав для хранения (табл. 2).

Таблица 2 – Карта производственных операций консервирования сырого фуражного зерна

Общая площадь поля под ячменём – 30 га; урожайность зерна стандартной влажности в первоначально оприходованной массе 2,5 т/га		
Наименование операции	Технологические требования	Тип техники
Обмолот и загрузка зерна в транспорт	Обмолот проводится в фазе восковой спелости зерна при влажности 30-40 %. Для обмолота такого зерна частоту вращения молотильного барабана доводят до максимальной, зазоры в молотильном аппарате должны быть минимальными. Очистка подбарабана, грохота, решет и соломотряса должна осуществляться чаще, чем при обмолоте сухого зерна.	Зерноуборочный комбайн
Транспортировка и выгрузка зерна	Зерно доставляют с поля непосредственно от зерноуборочного комбайна транспортом общего назначения, взвешивают и разгружают на площадку с твёрдым покрытием у плющильной установки. Время от момента выгрузки зерна до плющения не должно превышать 2-3 часов.	Самосвал
Загрузка зерна в плющилку	Загрузочные средства должны исключать просыпание при заполнении зерном приёмного бункера плющилки.	Трактор + погрузчик
Обработка порошкообразным препаратом.	Порошкообразная сера рассыпается по поверхности зерна в приёмном бункере плющилки из расчёта 1 кг/т.	Вручную
Плющение зерна	Оптимальный диапазон влажности зерна для плющения 23-35 %. Толщина расплющенного зерна злаковых и бобовых культур (кроме кукурузы), по зоотехническим требованиям, должна находиться в пределах 1,1-1,8 мм.	Плющилка
Выгрузка в полимерный рукав	Беспрерывное быстрое заполнение с плотностью укладки не менее 0,85 т/м ³ .	Беггер

Состав машинно-тракторной техники для уборки зерновых обычно формируется из двух основных звеньев – уборочно-транспортного и плющения, и закладки зерна в полимерный рукав.

Основные технологические операции				
Подготовка площадки под зерно и транспортировка с поля		Загрузка зерна в плющилку, плющение и консервирование зерна.		Уборка территории и подготовка рукавов к хранению
Технологические требования				
Уборка начинается в стадии молочно-восковой спелости зерна при влажности 35-40 %, когда питательная ценность зерновых наивысшая, поэтому с 1га площади заготавливают на 10 % больше питательных веществ.		Зерно перемещается ковшем погрузчика или загрузочным транспортером в бункер плющилки, оснащенной упаковщиком в рукава. В процессе упаковки машина сама заботится о набивке рукавов. Зерно в рукавах не требует трамбовки и укладки сверху гнета.		В процессе хранения необходимо обеспечить тщательный контроль целостности рукавов, любой порыв должен оперативно заклеиваться при помощи специального скотча. Несоблюдение данного правила приводит к образованию внутри хранилища атмосферы, благоприятной к развитию насекомых вредителей и грибка.
Тип техники				
				
Транспортные средства		Трактора и специальные устройства		
Технические характеристики КамАЗ-5320: Грузоподъемность, кг... 8000 Снаряженная масса, кг. ...7080 Допустимая масса прицепа, кг...11500 Макс. скорость автомобиля, км/ч..26805	Технические характеристики МТЗ-80: Модель двигателя – Д-240 Тяговый класс — 1,4 т. Мощность (Дизель) – 59 (80) кВт/л. с. Масса, кг: 3160.	Технические характеристики STOLL Robust FZ 10: - Грузоподъемность в верхней точке кг: 1474 - Макс. высота подъема mm: 3755 Масса, кг: 430	Технические характеристики Волга-700К: Производительность, кг/ч 5000-10000 Потребляемая мощность от ВОМ трактора, кВт 50...80 Ёмкость бункера, л 270 Количество вальцов 2 Диаметр вальцов, мм 300 Ширина вальцов, мм 700 Масса, не более, кг: 1900	Технические характеристики 2ПТС-4: Масса перевозимого груза, кг.. 4000 Масса снаряженного прицепа, кг не более 1750 Максимальная скорость движения, км/ч до 40

Рисунок 1 – Техническая обеспеченность заготовки сырого плющеного зерна

В хозяйстве АО «Семьянское» для приготовления плющеного зерна подбирали наличную и работоспособную технику. Перечень и характеристики машин представлены на рисунке 1.

2.4.3 Методика проведения консервирования сырого фуражного зерна в производственных условиях

В производственных условиях закладка контрольной и опытной партий фуражного зерна осуществлялась по разным технологическим схемам. По первой схеме зерно при благоприятных погодных условиях убиралось прямым комбайнированием со стандартной влажностью.

При неблагоприятных погодных условиях зерно в фазу неполной спелости обмолачивалось в сыром виде. По второй схеме зерно доводилось до стандартной влажности на имеющемся в хозяйстве сушильном оборудовании. К скармливанию сухое зерно подготавливалось методом дробления на молотковых дробилках. По третьей схеме зерно расплющивали на плющилке Волга-700К с одновременной обработкой в процессе плющения порошкообразной серой в дозе 1 кг/т. На хранение зерно укладывалось в пластиковый рукав и уплотнялось беггером до средней плотности укладки.

Зерно скармливалось лактирующим коровам через 4 месяца после его закладки на хранение.

2.5. ОБЩИЕ МЕТОДИКИ

Органолептические показатели (цвет, запах и сохранность структуры зерна, наличие гнили и плесени) определяли в соответствии с техническими условиями.

Биохимические показатели (органические кислоты, кислотность, содержание и состав сухого вещества) анализировали на измерительных приборах ФГУ центра агрохимической службы «Нижегородский»: рН – потенциометрически (ГОСТ 26180-84), органические кислоты – по методу Вигнера (ГОСТ 23638-90). Энергетическую и протеиновую питательность

силоса рассчитывали в соответствии с методическими указаниями, по оценке качества и питательности кормов.

Для определения эффективности скармливания, консервированного сырого плющеного зерна лактирующих коров из них по методу пар-аналогов, формировали контрольную и опытную группы по 10 голов в каждой. При подборе коров учитывались возраст, период лактации, живая масса, продуктивность, жирность молока. Продолжительность опыта составляла 92 дня.

Статистическая обработка цифрового материала проводилась методами дисперсионного и корреляционного анализа при помощи программного пакета Microsoft Excel 2019.

Энергетическая эффективность разных технологических схем консервирования фуражного зерна ячменя рассчитывали по «Методике ...» (1995).

Экономическая эффективность внедрения улучшенной технологии консервирования сырого плющеного зерна в производственных условиях определялась на основе материалов бухгалтерского учёта АО «Семьянское».

Воротынского района Нижегородской области за 2016 год по фактическим затратам материальных и денежных средств.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 КОНСЕРВИРОВАНИЕ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

3.1.1 Состав и питательность исходного сырья

Химический состав сырья, консервируемого способом заквашивания, оказывает определённое влияние на его результаты. При этом большое значение имеют исходное содержание сухого вещества, количество буферных веществ и легкогидролизуемых углеводов.

Исходное зерно для плющения имело достоверно меньшее ($P < 0,01$) содержание сухого вещества (табл. 3), что указывает на то, что в процессе плющения в результате разогрева зерна происходила частичная потеря влаги.

Таблица 3 Химический состав и питательность ячменя перед закладкой на хранение

Показатели	Зерно	
	целое	плющенное
Сухое вещество, %	62,61±0,17	78,70±0,11***
Состав сухого вещества:		
- сырой протеин	12,61±0,11	13,26±0,02***
- сырой жир	1,57±0,17	1,30±0,12
- сырая клетчатка	10,92±0,05	10,53±0,23
- сырая зола	3,56±0,02	3,17±0,01***
- БЭВ	73,72±0,97	71,74±0,35
Питательность 1кг сухого вещества:		
- кормовые единицы	1,24±0,06	1,17±0,004
- обменная энергия, МДж	12,36±0,20	12,04±0,009
- переваримый протеин, г	100,8±9,0	106,0±1,0
- кальций, г	2,7±0,007	2,5±0,10
- фосфор, г	5,6±0,11	5,2±0,13*
- аммиачный азот, мг	148,2±6,63	140,4±10,26

Целое зерно также уступало плющеному по содержанию сырого и переваримого протеина ($P < 0,01$), что, вероятно, связано со снижением наиболее лабильных соединений из состава безазотистых экстрактивных веществ при плющении. Положительным изменением состава зерна при плющении было также снижение содержания аммиачного азота (табл. 1) По остальным показателям химического состава и питательности преимущество

было на стороне исходного целого зерна. Однако достоверными отклонения были лишь по содержанию сырой золы ($P < 0,01$) и фосфора ($P < 0,10$). Расхождения по другим показателям были несущественными.

Следовательно, по большинству контролируемых показателей зернофуражный ячмень перед плющением мало отличался от плющеного зерна ячменя. Изменения, произошедшие в результате плющения, улучшили протеиновый состав обработанного зерна и сделали его более полезным для скармливания животным.

3.1.2 Органолептические показатели и степень подкисления зерна

Внешний вид зерна даёт первое представление о его качестве и пригодности к скармливанию. По цвету, запаху и сохранению структуры с определённой степенью точности можно оценить состояние зернофуража и его доброкачественность. Эти показатели плющеного зерна, хранившегося в течение 4-ёх месяцев в герметических условиях при обработке фирменным химпрепаратом «Промир», биопрепаратом Биосил НН и порошкообразной серой, представлены в таблице 4.

Таблица 4 Органолептические показатели плющеного зерна

Вариант хранения	Показатели		
	цвет	запах	структура
Без трамбовки			
Без добавок	жёлто-серый	хлебный	сохранена
С «Промиром»	жёлто-серый	хлебный	частично разрушена
С Биосилом	жёлто-серый	кислого хлеба	сохранена
С серой	жёлто-серый	квашенным зерном	сохранена
Среднее уплотнение			
Без добавок	жёлто-серый	хлебный	частично разрушена
С «Промиром»	жёлто-серый	плесневелого хлеба	сохранена
С Биосилом	жёлто-серый	кислого хлеба	сохранена
С серой	жёлто-серый	квашенным зерном	сохранена
Сильное уплотнение			
Без добавок	жёлто-серый	хлебный	сохранена
С «Промиром»	жёлто-серый	хлебный	сохранена
С Биосилом	жёлто-серый	кислого хлеба	сохранена
С серой	жёлто-серый	квашенным зерном	сохранена

Органолептическая оценка не выявила различий вариантов хранения плющеного сырого зерна (влажность ~25 %) по цвету: в большинстве случаев он был желтовато-серым, характерным для исходного материала (табл. 4).

Запах зерна, хранившегося без добавок и с консервантом «Промир», был хлебным. При хранении зерна с биологическим препаратом Биосил НН и порошкообразной серой запах приобретал кисловатый оттенок, свойственный хлебной опаре. Плесневения зерна в подавляющем большинстве хранившихся проб не было обнаружено.

Следовательно, органолептические характеристики плющеного влажного зерна ячменя после продолжительного хранения не имели резких отличий от исходного материала. Оно сохраняло примерно такой же цвет и не имело характерных признаков порчи: плесневения и гниения. Единственным отличием был запах зернофуража, который при отсутствии добавок и химическом консервировании препаратом «Промир» представлялся хлебным, при обработке зерна биопрепаратом Биосил НН и порошкообразной серой имел кисловатый оттенок.

Как и при силосовании сохранность фуражного зерна повышенной влажности, хранящегося в герметичных условиях, в значительной мере определяется степенью его подкисления [38, 132]. Поэтому одним из важнейших условий сохранения такого фуража является оптимальная актуальная кислотность (значение рН). Её зависимость от степени уплотнения плющеного зерна без добавок и с химическими и биологическими препаратами отображена в таблице 5.

Таблица 5 Кислотность зерна

Степень уплотнения	Варианты консервирования				Среднее по степени уплотнения
	без добавок	с «Промиром»	с Биосилом НН	с порошкообразной серой	
самоуплотнение	6,23±0,02	6,23±0,02	6,22±0,06	5,85±0,08***	6,132
средняя	6,28±0,07	6,93±0,06***	6,20±0,05	4,78±0,12***	6,048
сильная	6,20±0,00	5,97±0,03***	6,25±0,03	5,40±0,17***	5,955
Среднее по вариантам консервирования	6,237	6,377	6,223	5,343	6,046

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

Лучше других препаратов на степень подкисления консервируемого зерна в плющеном виде влияла порошкообразная сера. При любой степени уплотнения и без него значение рН зерна в этих вариантах опыта было достоверно ниже ($P \leq 0,01$), чем при хранении без добавок. Наиболее ощутимо подкисляющее влияние проявлялось при средней степени уплотнения зерна.

При хранении зерна без уплотнения, как в необработанном зерне, так и в обработанном препаратами «Промир» и Биосил НН подкисление не улучшалось. При средней степени уплотнения подкисление плющеного зерна затормаживалось химическим консервантом «Промир», вероятно, вследствие ингибирования им микробиологических процессов. В состав препарата включены муравьиная и пропионовая кислоты, что действия не только бактерий, но и дрожжей и плесеней и в этом может быть заключена причина достоверного ($P \leq 0,01$) снижения подкисления.

Некоторому подщелачиванию могло способствовать наличие в составе консерванта формиата аммония. При более плотной укладке зерна с этим препаратом, возможно, ограничивался распад компонентов препарата до летучих соединений и, в первую очередь, аммиака, и, благодаря этому, подкисление корма улучшалось ($P \leq 0,01$).

Следовательно, вне зависимости от плотности укладки на хранение плющеного зерна ячменя повышенной влажности при использовании для его консервирования порошкообразной серы подкисление достоверно улучшалось. Наименее подкисленным в процессе хранения оказалось плющеное зерно без добавок и с препаратом «Промир» при среднем уплотнении и с Биосилом НН при сильном уплотнении.

Определённая специфика влияния степени уплотнения на подкисление зерна была установлена при анализе средних данных по опыту (рис. 2). При отсутствии уплотнения подкисление зерна улучшала только порошкообразная сера: величина рН ниже среднего значения на 4,6 %. Отклонения по этому показателю зерна других вариантов консервирования были примерно одинаковыми.

При средней степени уплотнения зерна химический препарат «Промир» тормозил подкисление, а биопрепарат Биосил НН оказывал на него слабое влияние, мало отличающееся от уровня подкисления зерна в абсолютном контроле (хранение без добавок). В этом случае порошкообразная сера оказывала самое высокое подкисляющее действие (значение рН ниже среднего на 1/5), поэтому в остальных вариантах консервирования зерно отличалось от этого варианта наиболее контрастно. При сильном уплотнении зерна порошкообразная сера также была наиболее активным подкислителем (значение рН ниже среднего на 9,3 %), однако и химический консервант «Промир» оказывал на этот показатель существенное влияние (рН на уровне среднего значения). Наименее активным подкислителем из применяемых препаратов в этом случае оказалась молочнокислая закваска Биосил НН (рис. 2).

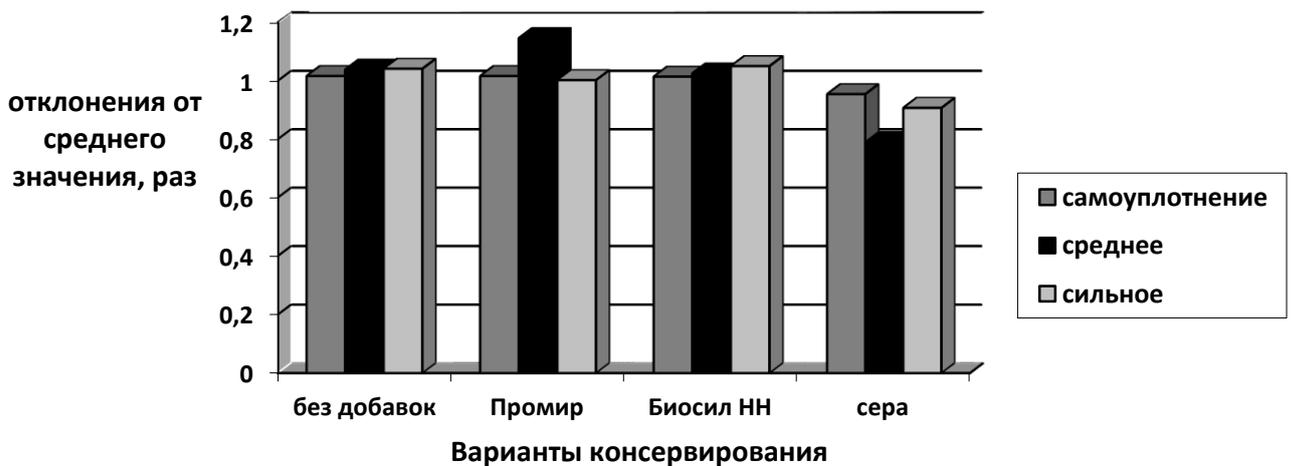


Рисунок 2. Влияние степени уплотнения на подкисление зерна при использовании разных консервирующих добавок

В среднем по опыту улучшение подкисления зерна во всех вариантах уплотнения обеспечивала только лишь обработка порошкообразной серой, тогда как действие других препаратов на этот показатель было слабым.

Следует отметить, что все варианты уплотнения оказывали одинаковое влияние на подкисление зерна. Наиболее похожими по вариантам опыта были показатели рН при отсутствии принудительного уплотнения и средней его

интенсивности ($r=0,885$; $P<0,01$). Аналогичная зависимость сохранялась и при сравнении этих показателей при самоуплотнении и среднем уплотнении с показателями при сильном уплотнении (соответственно $r=0,847$ и $0,746$; $P<0,01$).

Следовательно, порошкообразная сера показывала наибольший стимулирующий эффект на подкисление зерна при всех способах уплотнения. Химический консервант «Промир» стимулировал подкисление лишь при сильном уплотнении зерна. Действие биопрепарата на этот показатель было слабо выраженным. Степень уплотнения не меняла характера подкисления зерна в разных вариантах консервирования.

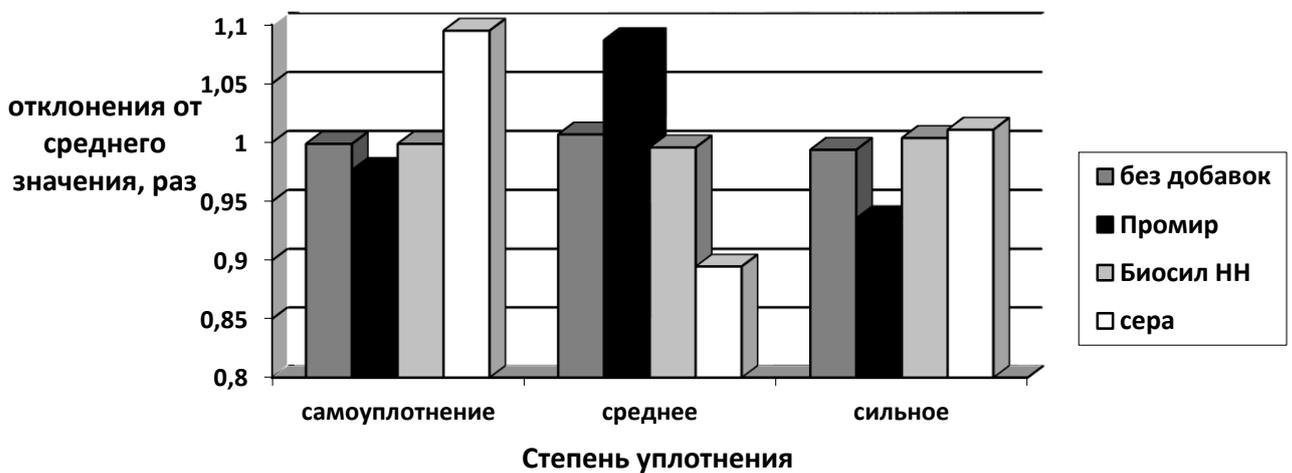


Рисунок 3. Изменение размера образования молочной кислоты под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Действие каждого из используемых препаратов на степень подкисления зерна при разной плотности укладки его на хранение отражено на рисунке 3. Приведённые на диаграмме данные показывают, что плотность укладки плющеного зерна влажностью около 25 % на хранение без добавок не оказала никакого действия на степень его подкисления, а при применении биопрепарата Биосил НН было очень слабым, т.е. значения рН при разной степени трамбовки в этих вариантах опыта оставались практически без изменения (табл. 3). Химический консервант «Промир» улучшал подкисление при наиболее плотной укладке зерна, а порошкообразная сера – при средней степени уплотнения. При другой плотности трамбовки значения рН

существенно увеличивались в первом случае максимально на 8,7, во втором – на 9,5 % в сравнении со средними показателями этих вариантов консервирования, т.е. подкисление ухудшалось.

Корреляционный анализ не позволил установить существенного сходства в подкислении зерна при использовании различных консервантов и добавок при разной плотности его укладки на хранение. Наиболее значимым такое сходство было между консервированием зерна химическими препаратами «Промир» и порошкообразной серой ($r=0,690$; $P<0,05$).

Следовательно, наибольшие отклонения от среднего значения рН по варианту консервирования в сторону усиления подкисления было у зерна с порошкообразной серой при средней степени уплотнения и с химическим консервантом «Промир» при сильном уплотнении. При этом характер перемены значений рН в зерне с этими препаратами при изменении степени уплотнения во многом совпадал.

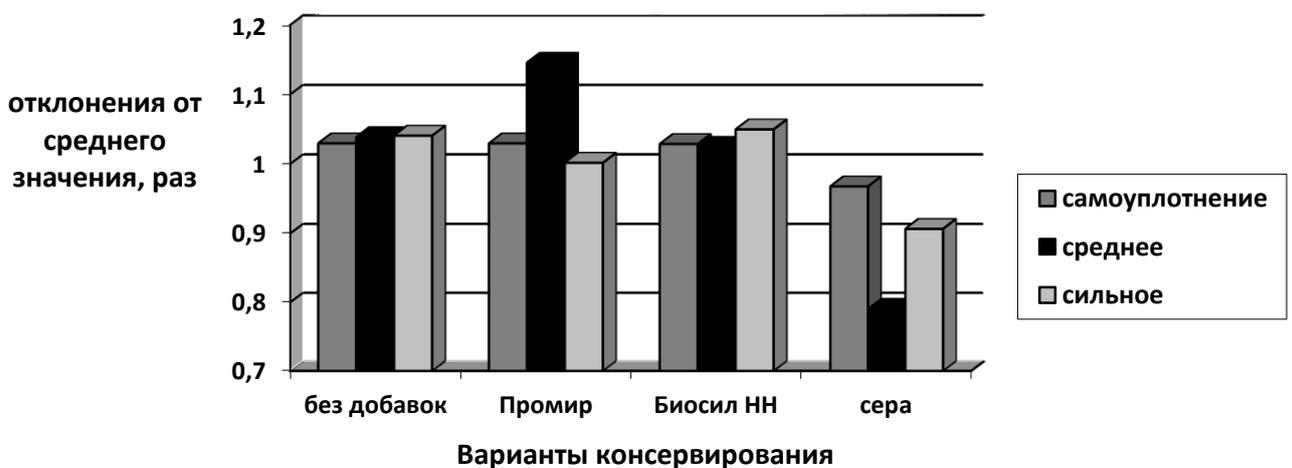


Рисунок 4. Взаимозависимость подкисления зерна от степени уплотнения и действия разных препаратов

Сопоставление значений рН у зерна во всех вариантах опыта со средним значением по опыту показало, что ниже этого уровня при любой степени уплотнения были показатели зерна с порошкообразной серой, т.е. оно было лучше подкисленным, чем во всех других случаях (рис. 4). Размер снижения колебался от 3,2 до 20,9 % и максимальным был при средней плотности

укладки зерна на хранение. Из остальных вариантов консервирования самое низкое значение рН было у зерна с химическим консервантом «Промир», однако оно находилось лишь на уровне среднего значения по опыту.

Таким образом, плющенное зерно, которое при укладке на хранение имело влажность около 25 %, при обработке порошкообразной серой достоверно лучше, чем необработанное и обработанное другими препаратами, подкислялось в процессе хранения при любой плотности укладки на хранение. Химический консервант «Промир» также улучшал подкисление зерна при сильном уплотнении, но в меньшей чем порошкообразная сера мере, хотя характер влияния препаратов на этот показатель во многом совпадал. Усиление уплотнения зерна положительно влияло на его подкисление, однако характер этих изменений для всех вариантов плотности укладки был практически одинаковым.

3.1.3 Накопление органических кислот

В приготовляемых методом самозаквашивания кормах основным консервирующим фактором являются органические кислоты. Стабильность корма при хранении и использовании и сохранность в нём питательных веществ зависит, главным образом, от количества и состава органических кислот, полученных в процессе брожения при приготовлении корма, и в меньшей мере от средств, используемых для улучшения условий консервирования.

Максимальное количество органических кислот образовывалось в хранившемся без добавок сильно уплотнённом зерне, а также в заложенном без уплотнения с химическим консервантом «Промир» (табл. 6).

Таблица 6 Общее количество органических кислот, % от сухого вещества

Вариант консервирования	Степень уплотнения			<i>Среднее</i>
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	0,82±0,21	1,26±0,01	1,39±0,06	1,16
с «Промиром»	1,36±0,31	0,69±0,06**	1,13±0,03*	1,06
с Биосилом НН	0,41±0,04	0,30±0,01**	0,38±0,04**	0,36
с порошкообразной серой	0,49±0,05	0,81±0,07**	0,61±0,06**	0,64
Средние значения	0,77	0,765	0,88	0,805

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$

В зерне, хранившегося без уплотнения, минимальные объёмы кислотообразования были характерны для вариантов без добавок и с порошкообразной серой, для зерна со средней степенью уплотнения – с другими видами консервирующих добавок. Абсолютный минимум накопления органических кислот зафиксирован в зерне с Биосилом НН при средней степени его уплотнения при закладке на хранение.

Уплотнение стимулировало кислотообразование при хранении зерна без добавок и с порошкообразной серой, и тормозило этот процесс при использовании консерванта «Промир» и биопрепарата Биосил НН. При среднем и сильном уплотнении варианты хранения плющеного зерна с биологическими и химическими препаратами достоверно ($P \leq 0,05-0,01$) уступали по общему содержанию органических кислот зерну без добавок (табл. 6).

Следовательно, благоприятной для максимального образования органических кислот в зерне без добавок является тщательная трамбовка, в зерне с порошкообразной серой – средняя степень уплотнения, а зерно, обработанное химическим консервантом «Промир» и биологическим препаратом Биосил НН, для достижения этой цели можно хранить без предварительной трамбовки.

Чтобы лучше понять общие тенденции изменений кислотообразования в зависимости от разных факторов мы рассчитали средние значения влияния пар факторов на данный показатель. Графическое изображение этих зависимостей показано на рисунках 5-7.

Как следует из рисунка 5, преимущественно положительное влияние на кислотообразование оказывало уплотнение зерна. При самоуплотнении наибольшее положительное отклонение от среднего значения (в 1,8 раза) имело зерно с препаратом «Промир», затем без добавок (около 6 %). Зерно с порошкообразной серой в этом случае накапливало меньше органических кислот, чем в среднем по самоуплотнению, примерно на 1/3, а с Биосилим НН – примерно наполовину.

При средней степени уплотнения больше всего кислот брожения было в зерне без добавок (в 1,65 раза больше среднего значения), несколько больше (примерно на 6 %) – в зерне с порошкообразной серой. Химический консервант «Промир» снижал кислотообразование в консервированном зерне на 10 %, биопрепарат Биосил НН – примерно на треть.

Наиболее плотная укладка зерна на хранение также благоприятствовала накоплению кислот брожения в зерне без добавок (больших средних значений в 1,6 раза), однако и зерно с порошкообразной серой имело их значительно больше (в 1,3 раза), чем в среднем при таком уплотнении (рис. 5).

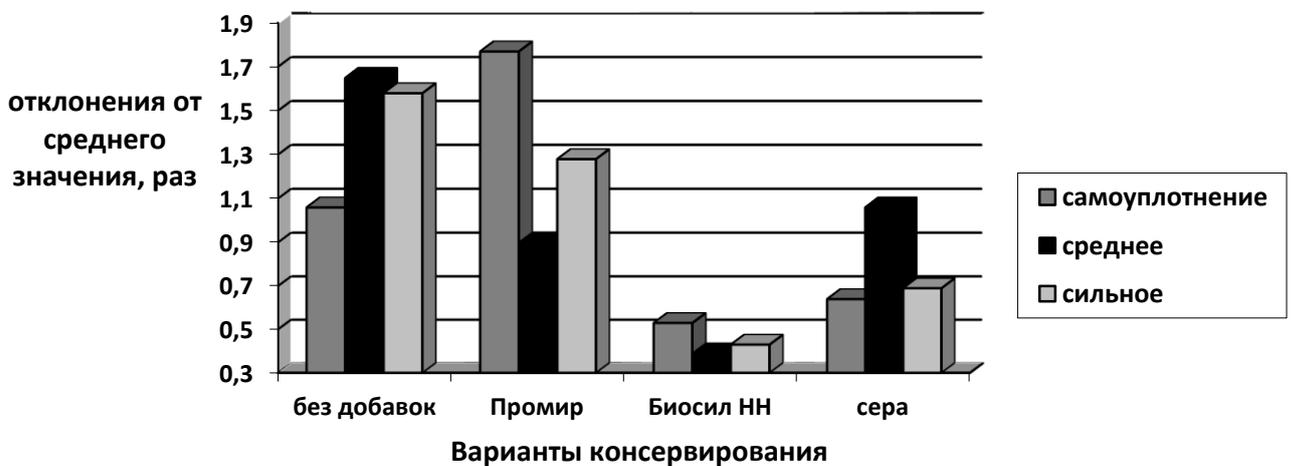


Рисунок 5. Изменения общего кислотообразования под влиянием уплотнения зерна и использования консервирующих добавок

Как показал корреляционный анализ, размер накопления органических кислот при любой степени уплотнения зерна не оказывал существенного влияния на степень его подкисления. Можно отметить лишь слабую положительную взаимосвязь этих показателей ($r=0,384$) в самоуплотнённом зерне. Достоверно положительной была корреляция содержания кислот брожения между максимально и самоуплотнённым ($r=0,634$; $P<0,05$), а также между максимально и среде уплотнённым зерном ($r=0,778$; $P<0,01$).

Следовательно, из всех используемых препаратов при самоуплотнении и сильном уплотнении в наибольшей мере кислотообразование стимулировало консервирование сырого плющенного зерна химическим консервантом «Промир», при средней степени уплотнения – порошкообразной серой. Нельзя

исключить, что при использовании консерванта «Промир» летучие жирные кислоты из его состава при отгонке могли попасть в соответствующие фракции кислот брожения и таким образом увеличить их количество. И в этом случае, скорее всего, можно говорить не об увеличении кислотообразования, а о более высоком содержании органических кислот в зерне. При этом достоверных положительных или отрицательных совпадений между накоплением органических кислот в зерне и степенью его подкисления при любой плотности его укладки на хранение не обнаружено. Вместе с тем установлена совпадение характера образования кислот брожения у сильно уплотнённого зерна со средне- и самоуплотнённым.

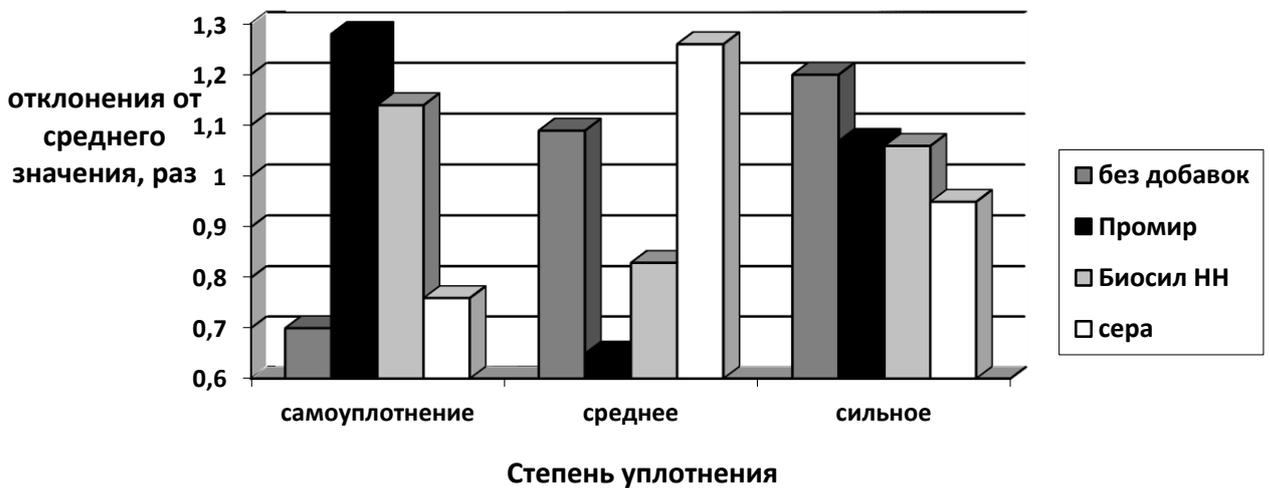


Рисунок 6. Изменения общего кислотообразования под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

На рисунке 6 показана динамика кислотообразования по вариантам консервирования при разной степени уплотнения зерна при закладке на хранение. Самоуплотнённое зерно без добавок в составе сухого вещества имело примерно на 1/3 органических кислот меньше, чем в среднем по всем вариантам плотности укладки на хранение. При средней плотности трамбовки эта величина превышала средние показатели на 9, а при максимальной трамбовке – на 20 %.

Для зерна, консервированного препаратом «Промир», для образования органических кислот или их поступления из состава консерванта, наиболее

благоприятные условия создавались при отсутствии принудительного уплотнения (рост 1,3 раза) и при сильном уплотнении (повышение на 7 %). При средней степени трамбовки количество кислот, напротив, уменьшалось примерно на 1/3.

Тенденции образования кислот брожения в зерне с биопрепаратом Биосил НН и с химическим консервантом «Промир» совпадали: выше средних значений содержание кислот было при хранении зерна без уплотнения и при сильном уплотнении (соответственно на 14 и 6 %), и ниже их – при средней степени уплотнения (на 17 %).

В зерне с порошкообразной серой особенно заметный рост кислотообразования наблюдался при средней степени уплотнения – примерно на 1/4 выше среднего значения. Примерно на такую же величину оно снижалось при самоуплотнении, а при наиболее плотной укладке на хранение было на уровне среднего значения (рис. 6).

Отрицательная корреляция между размером образования органических кислот и степенью подкисления зерна установлена в вариантах его консервирования химическим консервантом «Промир» ($r=-0,598$; $P<0,10$) и порошкообразной серой ($r=-0,808$; $P<0,01$). Между вариантами консервирования также отмечены корреляционные связи, характеризующие процесс накопления кислот брожения. Так, совпадение вариантов по характеру накопления отмечено между зерном без добавок и с порошкообразной серой ($r=0,597$; $P<0,10$), с Биосилом НН и препаратом «Промир» ($r=0,910$; $P<0,01$), а их противоположный характер – между зерном с порошкообразной серой и консервантом «Промир» ($r=-0,597$; $P<0,10$) и биопрепаратом Биосил НН ($r=-0,597$; $P<0,10$).

Следовательно, при хранении без добавок наибольшей рост кислотообразования наблюдался при сильном уплотнении зерна, с химическим консервантом «Промир» и биопрепаратом Биосил НН – при хранении без принудительного уплотнения и с порошкообразной серой – при средней степени трамбовки. Причём при самоуплотнении зерна лучший

результат обеспечивал химический консервант «Промир», при средней степени уплотнения – порошкообразная сера, а при сильной – хранение без добавок. В зерне с препаратами «Промир» и порошкообразная сера увеличение содержания органических кислот совпадало с улучшением его подкисления. Характер накопления кислот брожения был одинаковым у зерна без добавок и с порошкообразной серой, а также с консервантом «Промир» и биопрепаратом Биосил НН, и противоположным у зерна с порошкообразной серой и препаратами «Промир» и Биосил НН.

Сравнение показателей кислотообразования по вариантам опыта со средним значением по опыту показано на рисунке 7. Выше средних показателей по опыту находились значения содержания кислот брожения в сухом веществе самоуплотнённого плющеного зерна ячменя с химическим консервантом «Промир» (в 1,7 раза), на их уровне – при хранении без добавок и ниже этого уровня – с биопрепаратом Биосил НН и с порошкообразной серой (почти в 2 раза).

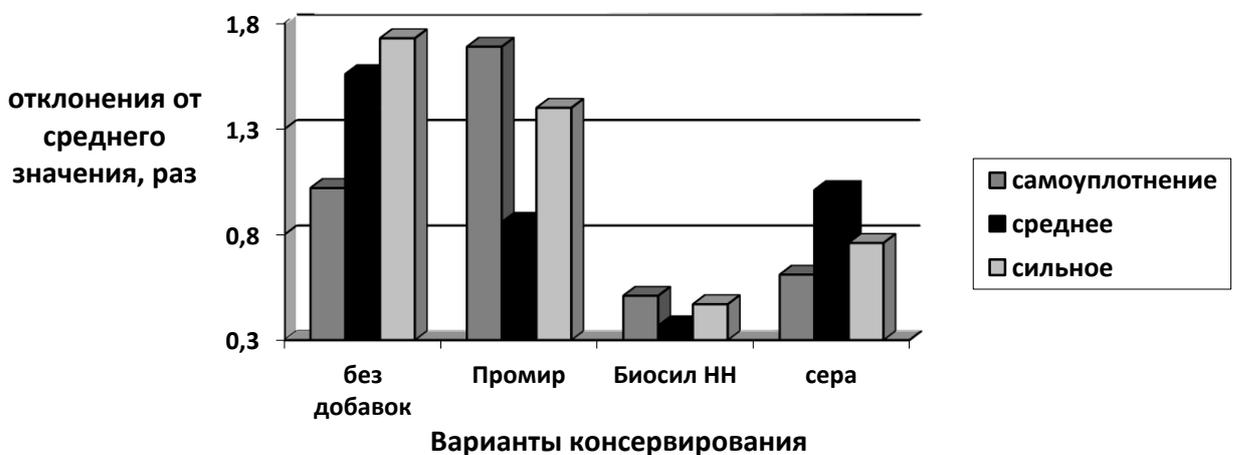


Рисунок 7. Взаимозависимость кислотообразования от степени уплотнения зерна и вида применяемого препарата в целом по опыту

При средней плотности укладки зерна на хранение большее образование кислот брожения отмечено в зерне без добавок (в 1,6 раза), на уровне средних значений – в зерне с порошкообразной серой, ниже их – в зерне с консервантом «Промир» (на 14 %) и с биопрепаратом Биосил НН (в 2,7 раза).

При сильном уплотнении наибольшее количество кислот в сравнении со средним значением по опыту было в зерне без добавок (в 1,7 раза), с препаратом «Промир» (в 1,4 раза), а ниже среднего уровня – в зерне с биопрепаратом Биосил НН (более чем в 2 раза) и с порошкообразной серой (примерно на 1/4) (рис. 7).

Следовательно, обработка зерна препаратами Биосил НН и порошкообразная сера снижала общее кислотообразование при любой плотности укладки зерна на хранение, существенно уступая по концентрации кислот брожения в сухом веществе зерну без добавок. Химический консервант «Промир» обеспечивал самое высокое содержание органических кислот при хранении зерна без принудительного уплотнения и выше средних значений по опыту – при сильном уплотнении.

Таким образом, при хранении сырого плющеного зерна в анаэробных условиях уплотнение и использование биологических и химических препаратов оказывали разное влияние на процесс кислотообразования. Из всех используемых в опыте препаратов при самоуплотнении и сильном уплотнении кислотообразование в наибольшей мере стимулировало консервирование сырого плющеного зерна химическим консервантом «Промир», при средней степени уплотнения – порошкообразной серой.

Степень уплотнения не оказывала существенного влияния на образование органических кислот в зерне. Вместе с тем характера образования кислот брожения совпадал у сильно уплотнённого зерна со средне- и самоуплотнённым. По вариантам консервирования наибольшее влияние на кислотообразование при хранении без добавок оказывало сильное уплотнение зерна, при использовании химического консерванта «Промир» и биопрепарата Биосил НН – самоуплотнение, при использовании порошкообразной серы – средняя степень уплотнения. Подкисление за счёт увеличения содержания органических кислот в зерне улучшала его обработка химическими консервантами «Промир» и порошкообразной серой. По вариантам изменений степени уплотнения похожая тенденция накопления кислот брожения была у

зерна без добавок и с порошкообразной серой, а также с консервантом «Промир» и биопрепаратом Биосил НН, противоположная – у зерна с порошкообразной серой и препаратами «Промир» и Биосил НН. При любой плотности укладки зерна на хранение общее кислотообразование ингибировалось обработкой препаратами Биосил НН и порошкообразная сера, о чём свидетельствует существенное снижение концентрации кислот брожения в сухом веществе в сравнении с зерном без добавок. Из всех вариантов консервирования самое высокое содержание органических кислот при хранении без принудительного уплотнения и выше средних значений по опыту – при сильном уплотнении обеспечивала обработка зерна химическим консервантом «Промир».

3.1.4 Размеры образования молочной кислоты

Правильно заквашиваемый корм методом спонтанного или регулируемого брожения основным его продуктом имеет молочную кислоту, которую по праву можно считать основным консервирующим фактором [58]. Из всех кислот брожения она обладает наиболее выраженной подкисляющей способностью. Поэтому при закладке силоса или консервировании зерна повышенной влажности основные усилия должны быть направлены на создание максимально благоприятных условий для молочнокислого брожения.

В таблице 7 отражено влияние разных препаратов при разной степени уплотнения на накопление молочной кислоты в сыром плющенном зерне ячменя. Как можно заметить, наибольшее количество молочной кислоты в зерне, хранившемся без уплотнения, образовалось при обработке его перед закладкой на хранение химическим консервантом «Промир». В этом случае в составе сухого вещества его оказалось в 2 раза больше ($P < 0,10$), чем у зерна без добавок. Обработка Биосилом НН и порошкообразной серой, напротив, снижала синтез молочной кислоты в зерне при указанной плотности укладки на хранение соответственно почти в 2,0 и в 1,5 раза ($P < 0,01$).

Таблица 7 Молочная кислота, % от сухого вещества

Степень уплотнения	Варианты консервирования				Среднее по степени уплотнения
	без добавок	с «Промиром»	с Биосилом НН	с порошкообразной серой	
самоуплотнение	0,36±0,02	0,72±0,13*	0,19±0,02***	0,24±0,01***	0,378
средняя	0,51±0,05	0,33±0,02**	0,15±0,01***	0,55±0,05	0,385
сильная	0,78±0,04	0,51±0,05**	0,18±0,03***	0,41±0,05***	0,470
Среднее по вариантам консервирования	0,550	0,520	0,173	0,400	0,411

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

При средней плотности укладки зерна на хранение наивысшую концентрацию молочной кислоты в сухом веществе после хранения, несколько превышавшую показатели зерна, хранившегося без обработки, получали при обработке его порошкообразной серой. В остальных случаях показатели накопления молочной кислоты были ниже контроля (зерно без добавок) в 1,5-3,4 раза ($P < 0,05-0,01$).

Зерно, хранившееся с наибольшей степенью уплотнения, максимальное образование молочной кислоты имело в варианте без обработки. Применяемые препараты в большей или меньшей мере тормозили его (в 1,5-4,3 раза; $P < 0,05-0,01$) (табл. 7).

Тенденции накопления зерном в процессе хранения молочной кислоты по мере снижения действия факторов была следующей:

- по вариантам опыта: без добавок → «Промир» → порошкообразная сера → Биосил НН;
- по степени уплотнения: сильное → среднее → самоуплотнение.

Иными словами, все препараты ограничивали образование молочной кислоты, в меньшей мере – химический консервант «Промир»; образование молочной кислоты возрастало при увеличении плотности укладки зерна на хранение.

Повышенная сухость консервируемого сырья, вероятно, была причиной слабого влияния биопрепарата Биосил НН на накопление молочной кислоты в плющеном зерне при всех вариантах его уплотнения, т.к. при влажности сырья ниже 40 % молочнокислые бактерии из заквасок не проявляют высокой

активности. В этих условиях более конкурентоспособными оказались эпифитные осмоотолерантные молочнокислые бактерии в зерне без добавок, которые в борьбе за сахар с другими микроорганизмами, в частности, с дрожжами, оказали достойное сопротивление. Известно, что дрожжи являются облигатными аэробами. Именно поэтому при максимальном уплотнении зерно без добавок накапливало наибольшее количество молочной кислоты и достоверно ($P < 0,05-0,01$) превосходило по этому показателю зерно других вариантов опыта (табл. 7). При отсутствии уплотнения максимальное содержание молочной кислоты наблюдалось в зерне, обработанном химическим консервантом «Промир» ($P < 0,01-0,10$), при среднем уплотнении – порошкообразной серой ($P < 0,05-0,01$).

Следовательно, уплотнение способствовало повышению образования молочной кислоты в зерне при спонтанном брожении. Химические препараты нивелировали зависимость её образования от степени уплотнения в результате вероятного ингибирования других видов микробиологических процессов.

Рисунок 8 показывает, какое влияние оказывала степень уплотнения на синтез молочной кислоты под воздействием различных консервирующих препаратов.

В самоуплотнённом зерне максимальное накопление молочной кислоты происходило под влиянием химического консерванта «Промир», превосходящее средний показатель по варианту уплотнения в 1,9 раза. На уровне среднего показателя молочная кислота синтезировалась в зерна без добавок. В остальных случаях её образование составляло около половины среднего значения.

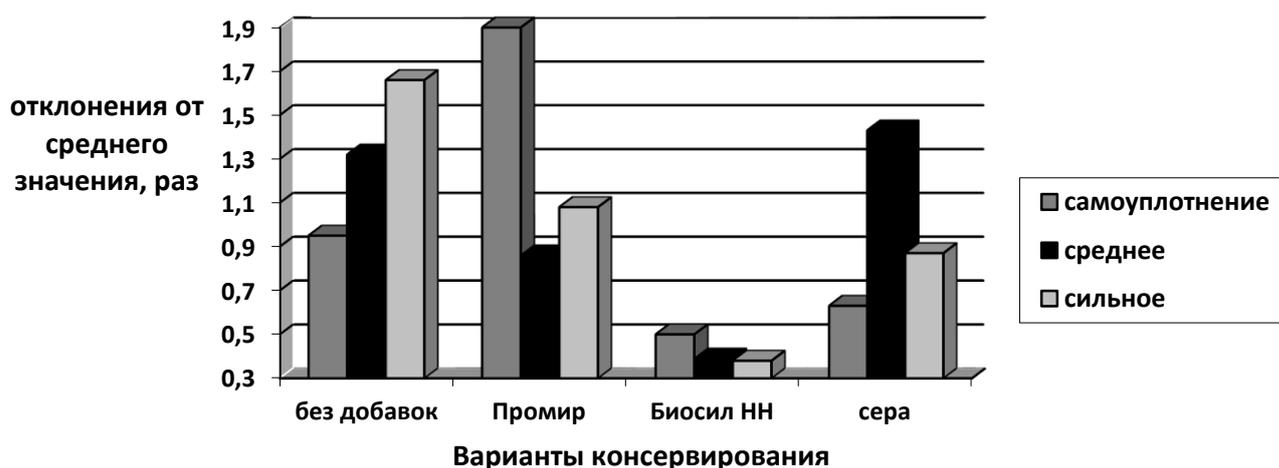


Рисунок 8. Влияние степени уплотнения на образование молочной кислоты при использовании разных консервирующих добавок

Зерно, заложенное на хранение со средней интенсивностью уплотнения, при обработке его порошкообразной серой, по содержанию в сухом веществе молочной кислоты превосходило средний показатель по этому варианту уплотнения в 1,4 раза, зерно без добавок – в 1,3 раза. Остальные варианты консервирования при такой степени уплотнения накапливали от 39 до 86 % молочной кислоты от среднего значения.

Максимальная степень уплотнения зерна дала преимущество в синтезе молочной кислоты зерну без добавок, преимущество которого над средним значением этого варианта уплотнения составило 1,7 раза, у зерна с консервантом «Промир» – в 1,1 раза. Зерно с порошкообразной серой не достигало до среднего показателя 13 %, а с биопрепаратом Биосил НН составляла чуть больше 1/3 от этого значения (рис. 8).

Молочная кислота занимала значительное место в общем кислотообразовании. При хранении сильно-, средне- и самоуплотнённого зерна эта зависимость была статистически высоко достоверной (соответственно $r=0,858$; $0,836$ и $0,972$, $P<0,01$). Слабая обратная корреляционная зависимость ($r=-0,512$, $P<0,01$) между размером образования молочной кислоты в зерне и степенью его подкисления была установлена лишь при средней плотности его укладки на хранение. Сходные тенденции

накопления молочной кислоты отмечались у зерна при среднем и сильном его уплотнении перед хранением ($r=0,606$, $P<0,05$).

Следовательно, в самоуплотнённом зерне химический препарат «Промир» способствовал усилению синтеза молочной кислоты, что также происходило при использовании порошкообразной серы при средней степени трамбовки зерна. При сильном уплотнении зерна ни один из применяемых препаратов не смог обеспечить образования молочной кислоты в размере, равном таковому при спонтанном брожении (зерно без добавок). Размером образования молочной кислоты в значительной степени определялся размер общего кислотообразования. На степень подкисления зерна такое влияние просматривалось только при средней степени уплотнения, а сходство характера её образования прослеживалась между средней и максимальной степенью уплотнения.

Действие разных консервирующих добавок на размер образования молочной кислоты в сыром плющенном зерне ячменя при различных способах консервирования в зависимости от степени его уплотнения при закладке на хранение показано на рисунке 9.

Самоконсервирование зерна происходило с увеличенным в 1,4 раза по отношению к средним значениям образованием молочной кислоты, если степень уплотнения была максимальной. В целом при повышении плотности укладки зерна на хранение синтез молочной кислоты заметно усиливался.

Химический консервант «Промир» стимулировал выработку молочной кислоты при отсутствии принудительного уплотнения при укладке зерна на хранение. При этом размер её образования в 1,9 раза превосходил средний по этому варианту консервирования показатель, тогда как при сильном уплотнении он был лишь на уровне этого показателя, а при среднем уплотнении – на $2/3$ ниже его.

Степень трамбовки мало повлияла на накопление молочной кислоты при обработке зерна биопрепаратом Биосил НН: размах колебаний между минимальным и максимальным показателями содержания составил всего

лишь 1,3 раза, тогда как при других вариантах консервирования он находился в пределах 2,2-2,3 раза.

В 1,4 раза выше среднего показателя было содержание молочной кислоты при консервировании зерна порошкообразной серой и средней степени уплотнения. При сильном уплотнении оно было на уровне этого показателя, при среднем – ниже его (рис. 9).

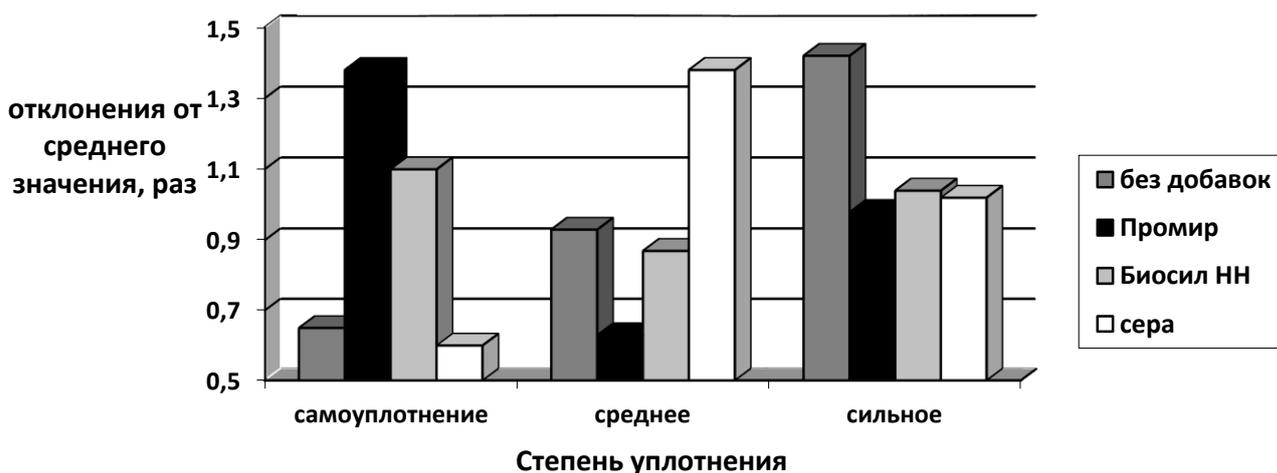


Рисунок 9. Изменение размера образования молочной кислоты под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Содержание молочной кислоты с высокой степенью достоверности коррелировало с общим количеством кислот брожения во всех вариантах консервирования зерна ($r=0,934-0,968$; $P<0,01$): чем выше было содержание молочной кислоты, тем большим было количество кислот брожения. В зерне с химическими консервантами («Промир» и сера) увеличение содержания молочной кислоты приводило к улучшению его подкисления (соответственно $r=-0,524$, $P<0,10$ и $-0,843$, $P<0,01$). Молочная кислота имела одинаковую тенденцию накопления в зерне с Биосилом НН и «Промиром» ($r=0,651$, $P<0,05$) и противоположную в зерне с серой и «Промиром» ($r=-0,745$, $P<0,01$).

Следовательно, применение консерванта «Промир» способствовало увеличению образования молочной кислоты при консервировании самоуплотнённого сырого зерна, порошкообразной серы – при средней плотности его укладки на хранение. Биопрепарат Биосил НН слабо влиял на этот показатель. Отмечена тесная взаимосвязь размеров образования

молочной кислоты с общим количеством кислот брожения и её положительное влияние на подкисление зерна с химическими препаратами. Характер образования молочной кислоты в зерне с химическим консервантом «Промир» и биопрепаратом Биосил НН совпадал, а с химическими консервантами был противоположным.

Сопоставление размера образования молочной кислоты в каждом варианте опыта со средним его значением в целом по опыту приведено на рисунке 10.

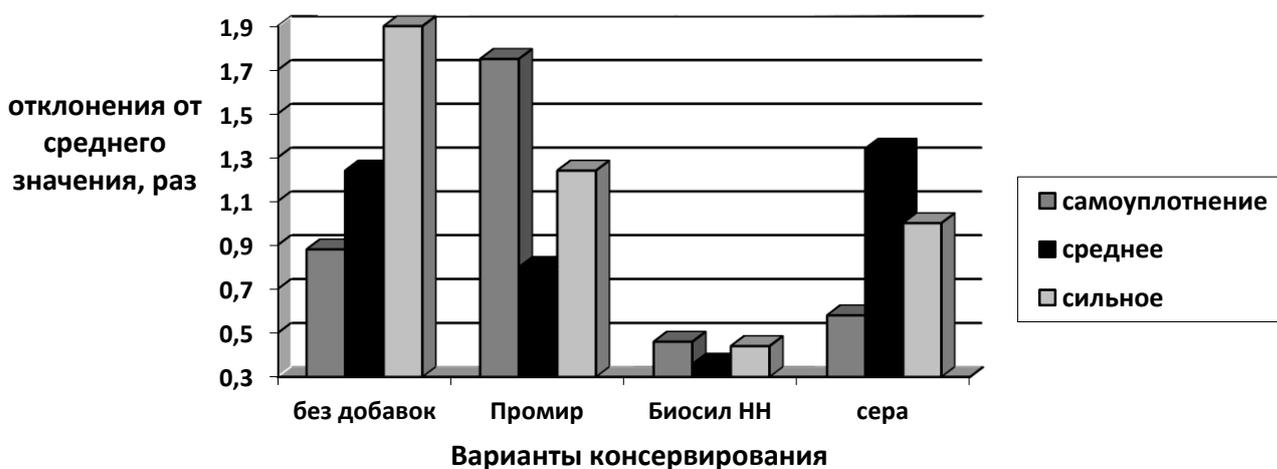


Рисунок 10. Взаимозависимость образования молочной кислоты от степени уплотнения зерна и действия разных препаратов

Абсолютный максимум образования молочной кислоты (выше среднего значения в 1,9 раза) зафиксирован при сильном уплотнении зерна при закладке на хранение без добавок. Следующий результат был получен от использования химического консерванта «Промир» при хранении зерна без принудительного уплотнения (прирост 1,75 раза). И, наконец, третье место по этому показателю оказалось у зерна, обработанного порошкообразной серой и хранившегося при среднем уплотнении (1,34 раза). Из остальных вариантов консервирования выше среднего значения содержание молочной кислоты было лишь у зерна без добавок при средней плотности укладки его на хранение (рис. 10). Из этого следует, что при сильном уплотнении каждая из применяемых добавок не стимулировала образование в зерне молочной кислоты, при среднем уплотнении только порошкообразная сера превзошла контрольный вариант по

этому показателю, а при отсутствии принудительного уплотнения – химический консервант «Промир». [80].

Следовательно, спонтанное брожение при анаэробном хранении сильно уплотнённого сырого плющеного зерна приводит к образованию значительно большего количества молочной кислоты, чем при использовании химических и биологической добавок. Применение химических препаратов усиливало это процесс при меньшей плотности укладки зерна на хранение: при его самоуплотнении (консервант «Промир») или при средней плотности укладки (порошкообразная сера). В наименьшей мере на накопление молочной кислоты в зерне повлияло внесение молочнокислой закваски Биосил НН, вероятно, из-за создания конкуренции эпифитной микрофлоре в использовании легкогидролизуемых углеводов на рост и развитие молочнокислых бактерий и слабого развития молочнокислого брожения при низкой влажности консервируемого сырья.

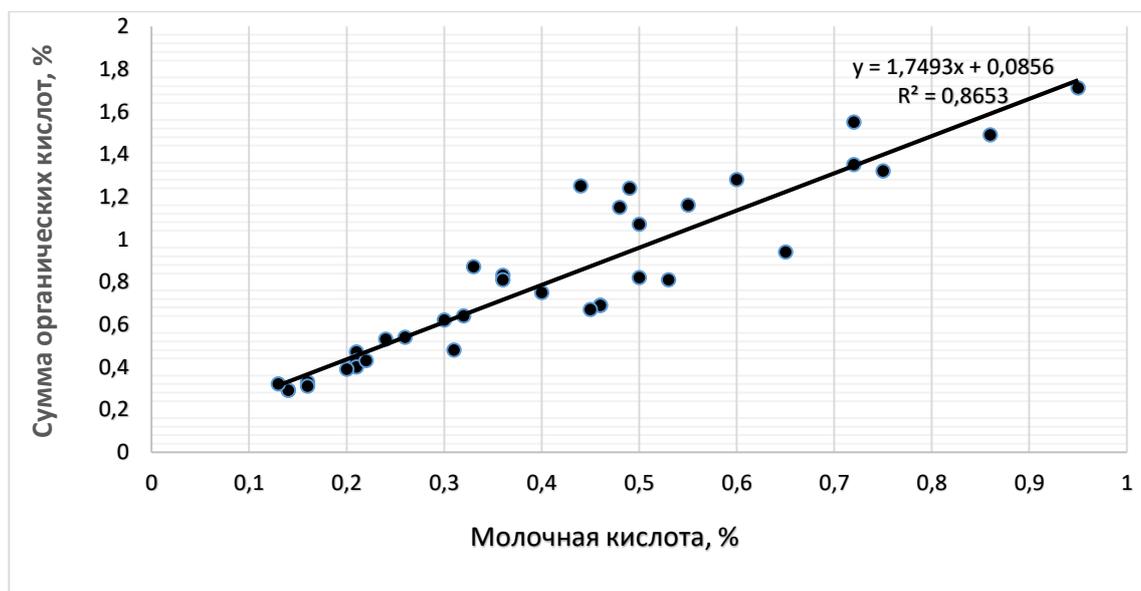


Рисунок 11. Взаимосвязь содержания молочной кислоты с общим количеством кислот брожения в консервированном фуражном зерне ячменя повышенной влажности

Корреляционный анализ взаимосвязи показателей объёма синтеза молочной кислоты с размером общего кислотообразования в плющеном зерне ячменя показал их положительную достоверную тесноту ($r=0,93$; $P<0,01$).

Графическое изображение линейной зависимости общего кислотообразования от содержания молочной кислоты в консервированном зерне, уравнение регрессии, описывающее эту зависимость, и коэффициент аппроксимации, характеризующий её тесноту, представлены на рисунке 11.

Таким образом, уплотнение зерна повышенной влажности в целом оказывало положительное влияние на увеличение содержания в нём молочной кислоты в процессе консервирования и хранения. Наиболее ощутимо эта зависимость проявлялась при спонтанном брожении. Химические препараты снижали зависимость образования молочной кислоты в зерне от степени уплотнения. Вторым результатом по этому показателю был у самоуплотнённого зерна с химическим препаратом «Промир», основу которого составляют органические кислоты, которые ингибируют другие виды брожений и, в меньшей мере, молочнокислое. Наибольшее влияние порошкообразной серы на синтез молочной кислоты проявлялся при средней степени уплотнения зерна, при которой наиболее отчётливо проявлялись её консервирующие свойства. Объём образования молочной кислоты, как основного продукта микробиологического синтеза при правильно проведённом консервировании, оказывает определяющее влияние на накопление органических кислот в зерне, а также на степень его подкисления при использовании химических препаратов, что и было подтверждено корреляционным анализом.

При оценке качества брожения в кормах, консервируемых при помощи заквашивания, особое внимание обращается не только на количество образующейся молочной кислоты, но и на её массовую долю в общем количестве основных кислот брожения, синтезируемых в процессе приготовления и хранения. Именно преобладание, а ещё лучше – доминирование молочной кислоты среди суммарного количества органических кислот, является решающим фактором надёжности такой технологии консервирования.

Проведённые нами исследования показали, что в сильно и умеренно уплотнённом плющеном зерне массовая доля молочной кислоты достигала

максимума при обработке его порошкообразной серой, без уплотнения – химическим консервантом «Промир» (табл. 8).

Таблица 8 Доля молочной кислоты в общем количестве кислот брожения, %

Вариант консервирования	Степень уплотнения			Среднее по вариантам
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	43,9	40,5	56,1	46,83
с «Промиром»	52,9	47,8	45,1	48,60
с Биосилом НН	46,3	50,0	47,4	47,90
с порошкообразной серой	49,0	67,9	67,2	61,37
Средняя по степени	48,02	51,55	53,95	50,95

При средней степени уплотнения зерна и без него минимальная её величина наблюдалась при хранения его без добавок, при сильном уплотнении – при обработке консервантом «Промир» [82]. Наибольшее влияние на долю молочной кислоты в суммарном количестве кислот брожения оказывала порошкообразная сера: превосходство максимальных показателей над минимальными составило 1,38 раза, минимальное – биопрепарат Биосил НН (1,08 раза). За биопрепаратом следовали химический консервант «Промир» (1,17 раз) и консервирование без добавок (1,28 раза).

Следовательно, наибольшую массовую долю молочной кислоты в суммарном количестве кислот брожения при уплотнении плющеного зерна обеспечивала обработка порошкообразной серой. При хранении целого зерна без уплотнения аналогичный результат получали при обработке его химическим консервантом «Промир».

Массовая доля молочной кислоты в консервируемом зерне в определённой мере зависела от степени его уплотнения при закладке на хранения и вида используемой для его обработки добавки (рис. 12).

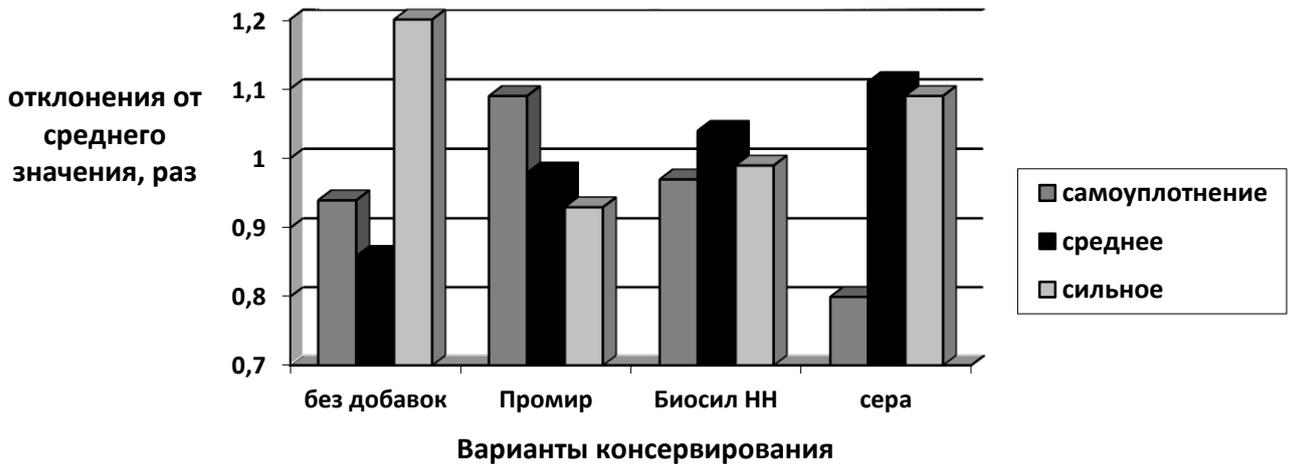


Рисунок 12. Влияние степени уплотнения на размер доли молочной кислоты в суммарном количестве кислот брожения при использовании разных консервирующих добавок

При самоуплотнении зерна эта доля приобретала наибольшую величину в варианте консервирования химическим консервантом «Промир», превосходство которого над средними показателями этого варианта уплотнения составило 1,1 раза. При средней степени уплотнения аналогичный результат получали от использования порошкообразной серы, при сильном уплотнении – в варианте без добавок. Кроме этих вариантов сочетания плотности укладки зерна на хранение и вида консервирующей добавки выше средних значений этот показатель был также у зерна с серой при сильном и у зерна с Биосилом НН при среднем уплотнении (рис. 12). В остальных случаях результаты были либо на уровне средних значений, либо ниже их.

Зависимость степени подкисления от доли молочной кислоты в суммарном количестве кислот брожения наблюдалась при средней и сильной степени уплотнения зерна (соответственно $r=-0,803$ и $-0,647$; $P<0,01$ и $0,05$) при идентичном характере её изменений при таких значениях плотности укладки зерна на хранение ($r=0,628$; $P<0,05$).

Следовательно, при разной плотности укладки зерна на хранение наиболее высокие доли молочной кислоты от общего количества кислот брожения отмечены у разных вариантов его консервирования: при самоуплотнении в варианте использования химического консерванта

«Промир», при средней плотности укладки – порошкообразной серы, при сильной – без добавок. При этом увеличение доли молочной кислоты в общем количестве кислот брожения в консервированном зерне приводило к усилению его подкисления при среднем и максимальном уплотнении, при которых характер её изменений был сходным.

Какой вариант консервирования оказался более благоприятным для создания оптимальных условий для доминирования молочной кислоты среди продуктов брожения показывает рисунок 13.

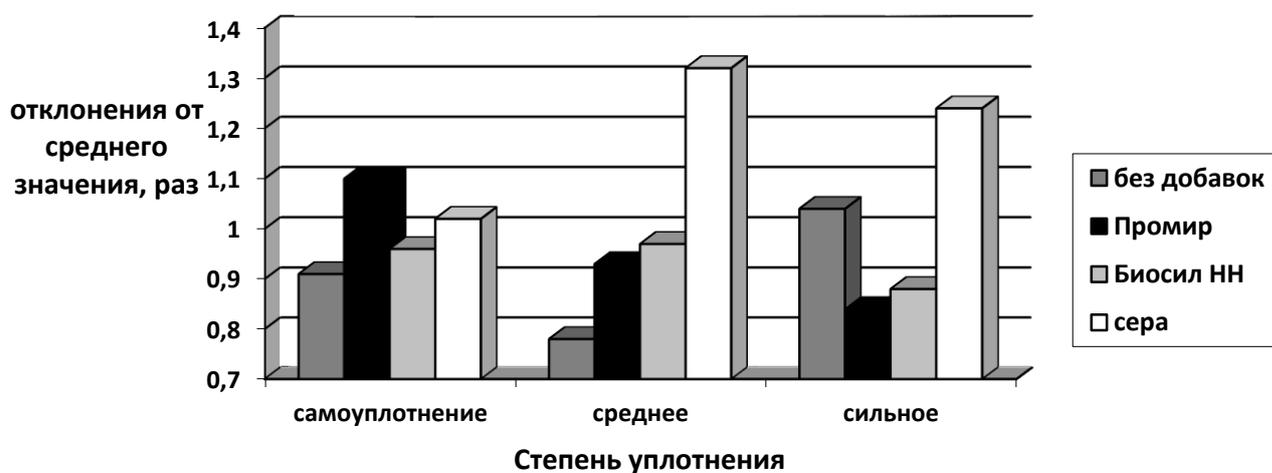


Рисунок 13. Изменение доли молочной кислоты в продуктах брожения под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Лишь при сильном уплотнении и хранении зерна без добавок доля молочной кислоты несколько превышала средние значения вариантов консервирования. При самоуплотнении зерна, консервированного препаратом «Промир», такое превышение составило 1,1 раза, при среднем и сильном уплотнении зерна, консервированного порошкообразной серой – 1,3 и 1,2 раза соответственно. У биопрепарата Биосил НН при всех степенях уплотнения зерна этот показатель был близким к средним значениям (рис. 13).

Вполне объяснима связь количества молочной кислоты в консервированном зерне с её долевым участием в составе кислот брожения. Однако она была подтверждена лишь только при его самоконсервировании и использовании порошкообразной серы (соответственно $r=0,757$ и $0,831$;

$P < 0,01$). В остальных случаях отмечалась только тенденция такой зависимости. Характер изменения величины её долевого участия у зерна с «Промиром» и порошкообразной серой был противоположным ($r = -0,661$; $P < 0,05$).

Следовательно, из применяемых в опыте препаратов наибольшее влияние на долевое участие молочной кислоты в общем кислотообразовании при среднем и сильном уплотнении зерна оказывала порошкообразная сера, при самоуплотнении – химический препарат «Промир». Характер его изменений у зерна с этими препаратами был противоположным, а взаимосвязь с содержанием молочной кислоты – прямой.

Соотношение доли молочной кислоты с другими кислотами в каждом варианте консервирования со средними данными по опыту показано на рисунке 14.

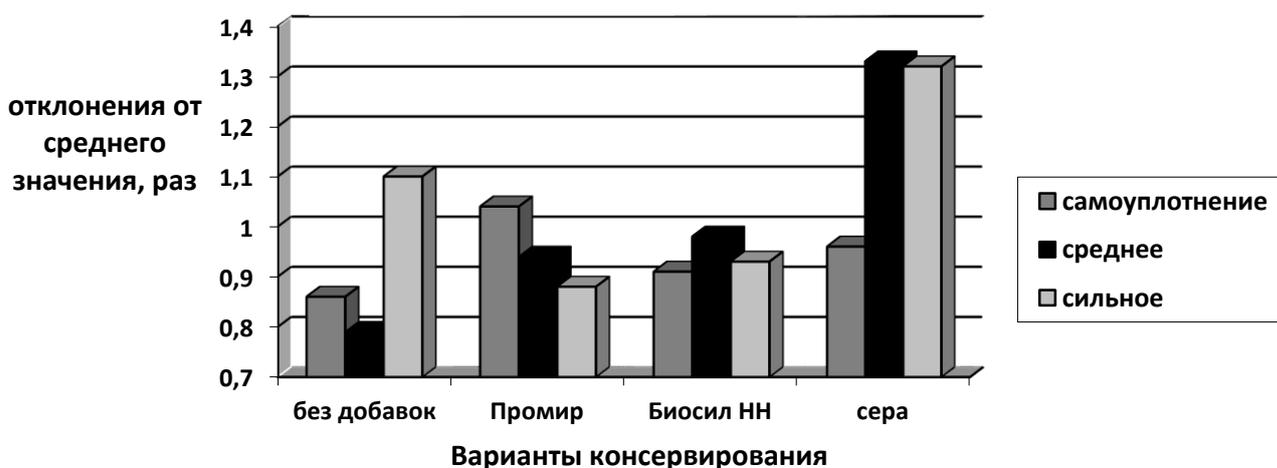


Рисунок 14. Взаимозависимость доли молочной кислоты среди кислот брожения от степени уплотнения зерна и действия разных препаратов

Из всех вариантов опыта наибольшее влияние на этот показатель оказала порошкообразная сера, при использовании которой для консервирования средне и сильно уплотнённого сырого плющеного зерна доля молочной кислоты увеличивалась в 1,3 раза. В остальных случаях проявление влияния было менее выраженным (рис. 14).

Как показали результаты корреляционного анализа, массовая доля молочной кислоты в общем объёме кислотообразования находится в тесной

взаимосвязи со степенью подкисления консервируемого зерна ($r=-0,651$; $P<0,01$), накоплением в нём молочной кислоты ($r=0,312$; $P<0,10$).

Следовательно, из всех препаратов, применяемых для консервирования сырого плющенного зерна ячменя при анаэробном хранении, наибольшее влияние на увеличение размера массовой доли молочной кислоты оказывала порошкообразная сера. Величина этой доли находилась в тесной взаимосвязи со степенью подкисления консервируемого зерна и содержанием молочной кислоты.

Таким образом, применяемые приёмы улучшения результатов консервирования зерна в плющеном виде имели дифференцированное влияние на обеспечение преобладания молочной кислоты среди продуктов брожения в этом корме. Уплотнённое плющенное зерно лучший результат имело при обработке его перед закладкой на хранение порошкообразной серой. При хранении зерна без уплотнения аналогичный результат имели от обработки его фирменным шведским консервантом «Промир». В среднем по вариантам консервирования лучший результат получали от использования порошкообразной серы при средней и сильной плотности укладки зерна. Как накопление молочной кислоты в процессе консервирования зерна, так и её массовая доля в общем объёме кислотообразования имели решающее влияние на подкисление зерна, которое повышалось при росте этих показателей.

3.1.5 Синтез уксусной и масляной кислот

Уксусная кислота является второй по значению кислотой, входящей в состав кислот брожения в процессе приготовления и хранения кормов методом заквашивания. Она всегда, наряду с молочной кислотой, представляет органические кислоты – продукты микробиологического синтеза от сбраживания сахаров при этом способе консервирования – даже при типичном гомоферментативном молочнокислом брожении [58].

При хранении плющеного зерна без обработки наибольшее образование уксусной кислоты происходило при среднем уплотнении (табл. 9). При таком

уплотнении её содержание в вариантах с обработкой различными добавками было достоверно большим ($P < 0,01$).

Таблица 9 Уксусная кислота в консервированном зерне, % от СВ

Варианты консервирования	Степень уплотнения			Средняя по степени
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	0,45±0,06	0,75±0,04	0,61±0,12	0,603
с «Промиром»	0,64±0,16	0,36±0,05***	0,62±0,03	0,540
с Биосилом НН	0,22±0,02**	0,15±0,00***	0,20±0,06**	0,190
с порошкообразной серой	0,21±0,04**	0,24±0,02***	0,20±0,01**	0,217
Среднее по вариантам	0,380	0,375	0,408	0,388

Плющенное зерно с «Промиром» отличалось наивысшим содержанием уксусной кислоты после хранения без уплотнения и при сильном уплотнении. Такой результат, как отмечалось ранее, возможно был связан с отгонкой муравьиной кислоты, входящей в состав консерванта «Промир», в одну фракцию с уксусной кислотой, что обычно и происходит при определении содержания уксусной кислоты данным методом.

Самое низкое содержание уксусной кислоты было обнаружено у зерна с Биосилом НН, особенно при средней степени его уплотнения перед хранением (табл. 9). Во всех вариантах опыта оно было достоверно ниже ($P \leq 0,05-0,01$), чем в зерне без добавок. Между тем разница между вариантами уплотнения у этого зерна была малозначимой и недостоверной. Примерно на таком же уровне находилось содержание уксусной кислоты у зерна с порошкообразной серой.

Следовательно, увеличению количества уксусной кислоты в консервированном зерне способствовала обработка его препаратом «Промир», очевидно, благодаря входящей в его состав муравьиной кислоте, при отгонке, образующей одну фракцию с этой кислотой. При среднем уплотнении плющеного зерна такая способность проявлялась при спонтанном брожении.

Наиболее высоким содержанием уксусной кислоты в среднем по всем вариантам уплотнения отличалось зерно, обработанном консервантом

«Промир», а также при самоконсервировании (рис. 15). В последнем случае такой результат обеспечивала средняя степень уплотнения, а при использовании химического консерванта «Промир» – хранение без уплотнения. Примерно такие же результаты были получены в хорошо уплотнённом зерне этих вариантов.

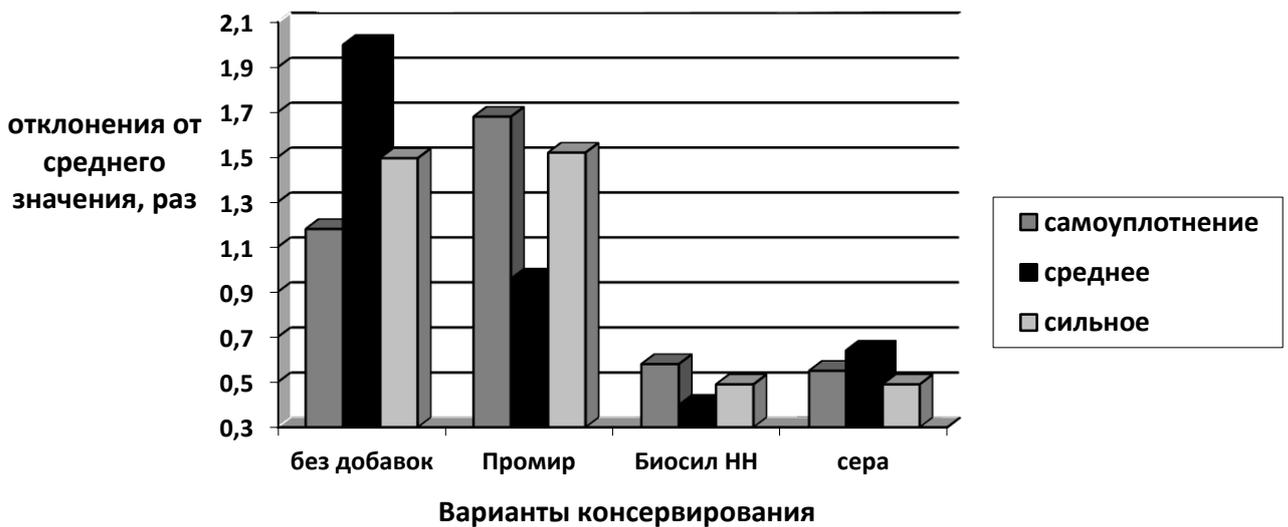


Рисунок 15. Влияние степени уплотнения на образование уксусной кислоты при использовании разных консервирующих добавок

Консервирование зерна порошкообразной серой и использование для его обработки перед закладкой на хранение биопрепарата Биосил НН приводило к снижению содержания в нём уксусной кислоты ниже средних значений по опыту практически при всех способах уплотнения.

В целом по опыту наиболее высоким содержанием уксусной кислоты отличалось зерно, хранившееся в сильно уплотнённом состоянии. Самым низким содержанием уксусной кислоты практически во всех вариантах опыта характеризовалось зерно, хранившееся без уплотнения и со средней степенью уплотнения (рис. 15).

Как и молочная, уксусная кислота имеет доминирующую позицию по вкладу в общее кислотообразование при любой степени уплотнения зерна перед хранением, что и подтвердил корреляционный анализ ($r=0,953-0,719$; $P<0,01$), причём его достоверность повышалась по мере снижения степени

уплотнения. Одинаковый с молочной кислотой характер изменения у уксусной кислоты был в средне- и самоуплотнённом зерне (соответственно $r=0,541$, $P<0,05$ и $r=0,868$, $P<0,01$) и противоположный с её долей в среднеуплотнённом зерне ($r=-0,605$, $P<0,05$). При максимальном уплотнении величина уксусной кислоты изменялась так же, как при среднем и самоуплотнении (соответственно $r=0,744$ и $0,796$; $P<0,01$).

Следовательно, образованию уксусной кислоты или дополнению этой фракции другими, не разделяемыми от неё при данном методе определения, фракциями органических кислот, способствовала обработка консервируемого зерна химическим консервантом «Промир», а также спонтанное брожение без добавок. Частичное затормаживание этого процесса наблюдалось при обработке зерна порошкообразной серой и молочнокислой закваской Биосил НН, особенно при средней степени его уплотнения. Уксусная кислота вносила достоверно весомый вклад в общее кислотообразование при консервировании сырого зерна. Изменения размеров образования уксусной и молочной кислот по вариантам опыта во многом совпадали при средней плотности укладки зерна на хранение и самоуплотнении.

В среднем по вариантам консервирования наиболее высокое содержание уксусной кислоты, примерно на 1/4 выше средних показателей, плющенное зерно без добавок имело при средней степени уплотнения. Зерно с химических консервантом «Промир» примерно такой же результат (выше на 15-18 %) имело после хранения без дополнительного уплотнения и при сильном уплотнении (рис. 16).

При использовании биопрепарата Биосил НН наиболее высокое образование уксусной кислоты было при отсутствии принудительного уплотнения. Такой результат вполне объясним, поскольку в этом случае в межзерновом пространстве остаётся самое большое количество воздуха. В этом случае фаза смешанного брожения удлиняется, а это приводит к дополнительному образованию уксусной кислоты [61].

Примерно такой же результат наблюдался и при использовании порошкообразной серы. Однако в этом случае, как и при отсутствии добавок, уксусная кислота в максимальном количестве образовывалась при средней плотности укладки зерна на хранение. Следует отметить, что разница по содержанию уксусной кислоты между вариантами консервирования этим препаратом была незначительной: от 52 до 62 % от среднего значения (рис. 16).

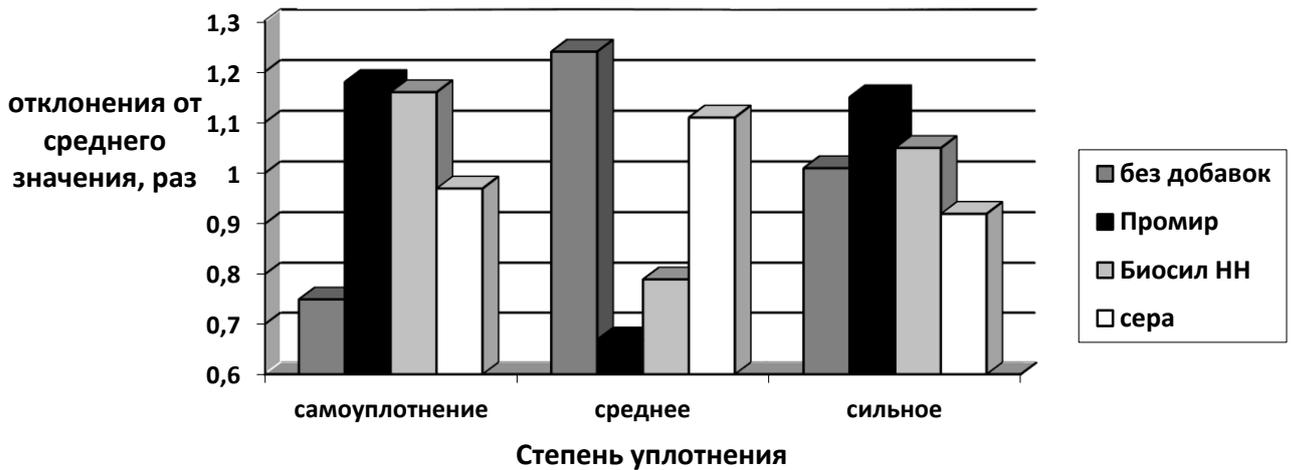


Рисунок 16. Изменение размера образования уксусной кислоты под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Между содержанием уксусной кислоты и общим размером кислотообразования установлена прямая корреляционная взаимосвязь ($r=0,946-0,649$; $P<0,01-0,05$), как и с содержанием молочной кислоты ($r=0,800-0,565$; $P<0,01-0,10$) по всем вариантам консервирования зерна, и обратная со значением рН у зерна ($r=-0,599$; $P<0,10$), консервированного химическим препаратом «Промир». Тенденции изменения содержания уксусной кислоты в зерне различных вариантов консервирования, как правило, не совпадали (у пар: без добавок/«Промир» ($r=-0,565$, $P<0,10$), без добавок/Биосил НН ($r=-0,792$, $P<0,01$), сера/«Промир» ($r=-0,815$; $P<0,01$) и сера/Биосил НН ($r=-0,714$; $P<0,05$), кроме пары Биосил НН/«Промир» ($r=0,883$, $P<0,01$).

Следовательно, обработка плющеного зерна биопрепаратом Биосил НН и химическим консервантом «Промир» в сочетании со средней плотностью укладки его на хранение и порошкообразной серой при сильном уплотнении

уменьшала образование в нём уксусной кислоты, а в остальных случаях – увеличивала. Уксусная кислота была активным участником общего кислотообразования и совпадала по характеру взаимосвязей с изменениями молочной кислоты. Аналогичный характер взаимосвязей её содержания в разных вариантах консервирования, напротив, как правило, не совпадал.

Сравнительная характеристика влияния степени уплотнения и обработки различными препаратами на образование уксусной в сыром плющеном зерне, приравненная к среднему значению по опыту, представлена на рисунке 17.

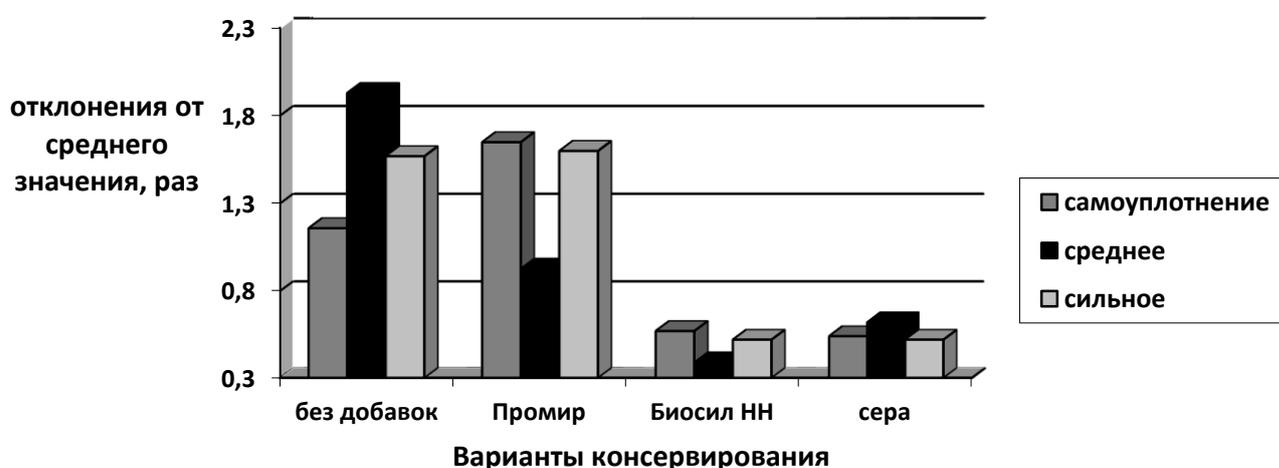


Рисунок 17. Взаимозависимость образования уксусной кислоты от степени уплотнения зерна и действия разных препаратов

Как можно заметить, содержание уксусной кислоты выше средних значений у необработанного зерна было зафиксировано при любой плотности его укладки на хранение, особенно при средней (в 1,9 раза). Похожая картина наблюдалась и у зерна, обработанного химическим консервантом «Промир» при отсутствии уплотнения и сильном уплотнении (превышение в 1,6 раза), возможно, благодаря отгонке в эту фракцию органических кислот из состава препарата, тогда как при среднем уплотнении содержание уксусной кислоты опускалось до уровня средних значений по опыту (рис. 17).

И совершенно другая тенденция присутствовала при обработке зерна биопрепаратом Биосил НН и порошкообразной серой. В этом случае содержание уксусной кислоты в консервированном зерне колебалось от 0,4 до

0,6 раза от средних показателей по опыту, т.е. было значительно ниже. Влияние степени уплотнения на этот показатель ощущалось только в варианте использования Биосила НН для консервирования при средней плотности укладки зерна на хранение (минимальное значение).

Взаимосвязь уксусной кислоты с другими показателями качества брожения в консервируемом зерне заключалась в её существенном влиянии на общее кислотообразование ($r=0,930$, $P<0,01$). На подкисление плющеного зерна уксусная, в отличие от молочной, оказывала слабое влияние, хотя между характером изменений содержания этих кислот установлена прямая высоко достоверная взаимосвязь ($r=0,736$; $P<0,01$).

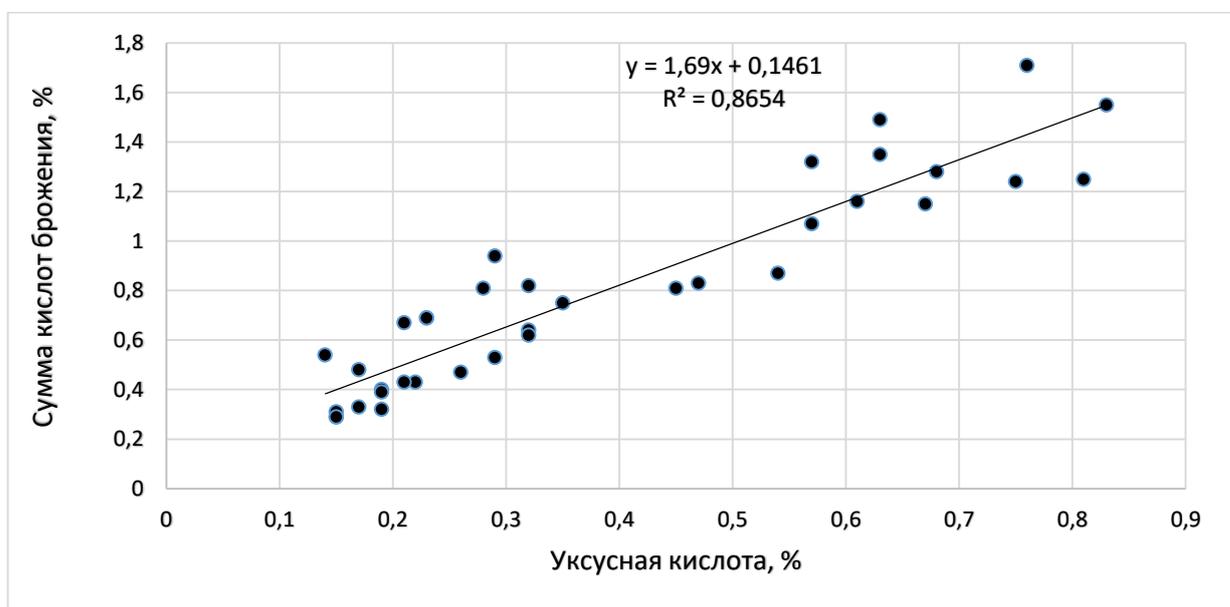


Рисунок 18. Взаимосвязь содержания уксусной кислоты с общим количеством кислот брожения в консервированном фуражном зерне ячменя повышенной влажности

Графическое отображение линейной зависимости общего кислотообразования от содержания уксусной кислоты в консервированном зерне, уравнение регрессии, описывающее эту зависимость, и коэффициент аппроксимации, характеризующий её тесноту, представлены на рисунке 18.

Следовательно, наибольшее количество уксусной кислоты в консервированном зерне синтезировалось в процессе неуправляемого спонтанного брожения, когда вся эпифитная микрофлора находится в равных

условиях. Химический консервант «Промир» создавал высокую концентрацию этой фракции в сыром зернофураже, вероятно, в том числе и благодаря наличию в своём составе органических кислот. Резко ограничивали накопление уксусной кислоты в консервированном зерне биопрепарат Биосил НН и порошкообразная сера, возможно, благодаря созданию конкурентных условий и ингибирующего влияния кислой среды, создаваемой сульфитами.

Масляная кислота, наличие которой в консервируемом корме говорит о неблагоприятной направленности микробиологических процессов при его приготовлении, ни в одном из использованных в опыте вариантов заготовки и хранения не была обнаружена.

Таким образом, в разных условиях хранения зерна формирование в нём уксусной кислоты происходило по-разному. При использовании химического консерванта «Промир» возможным источником пополнения этой фракции могла стать муравьиная кислота, входящая в состав препарата, и неотделимая от неё при использованном методе определения. Однако основным источником образования уксусной кислоты в консервируемом зерне явилось спонтанное брожение. Используемые для обработки зерна препараты либо стимулировали этот процесс (консервант «Промир»), либо угнетали его (порошкообразная сера, молочнокислая закваска Биосил НН). Вполне естественным стимулирующим фактором было также отсутствие уплотнения зерна. Однако и при сильном уплотнении образование уксусной кислоты увеличивалось. Между содержанием в зерне уксусной и молочной кислот установлена прямая взаимосвязь, которая является определяющей для общего размера кислотообразования при консервировании зерна повышенной влажности и хранении в анаэробных условиях.

3.1.6 Содержание и сохранность сухого вещества

Изменения содержания сухого вещества в процессе консервирования кормов способом заквашивания связаны с интенсивностью и направленностью микробиологических и биохимических процессов, которые могут проходить как с поглощением, так и с высвобождением влаги. Поэтому

содержание сухого вещества в консервируемой корме может либо увеличиваться, либо уменьшаться. Глубокие преобразования состава консервируемой массы, связанные с интенсивными превращениями питательных веществ в процессе консервирования и хранения, как правило, наиболее заметно отражаются на содержании и составе сухого вещества.

Содержание сухого вещества в плющеном зерне после контрольного срока хранения было ниже, чем перед закладкой на хранение (табл. 3, 10).

Таблица 10 Содержание сухого вещества, %

Степень уплотнения	Варианты консервирования				Средняя по степени
	без добавок	с «Промирм»	с Биосилом НН	с порошкообразной серой	
самоуплотнение	76,41±0,30	75,92±0,74	73,67±0,22***	76,92±0,32	75,730
средняя	75,27±0,31	76,14±0,25*	75,70±0,15	76,29±0,04**	75,850
сильная	75,29±0,11	74,93±0,36	76,56±0,21***	76,15±0,07***	75,732
Среднее по вариантам	75,657	75,663	75,310	76,453	75,771

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

В самоуплотнённом плющеном зерне при использовании добавок содержание сухого вещества либо не отличалось от контроля, либо было ниже на 2,77 % ($P < 0,01$, препарат Биосил НН). При средней степени уплотнения зерно с биологической и химическими добавками превосходило по содержанию сухого вещества контрольное, причём зерно с химическим консервантом «Промир» (на 0,87 %) и с порошкообразной серой (на 1,02 %) – статистически достоверно ($P < 0,10-0,05$). Аналогичным также был результат изменений содержания сухого вещества в сильно уплотнённом зерне, однако достоверно большие отклонения ($P < 0,01$) давало лишь использование Биосила НН (на 1,27 %) и порошкообразной серы (на 0,86 %) [35, 133].

Сравнение показателей каждого варианта опыта со средними значениями каждой из степеней уплотнения показало, что при самоуплотнении наиболее высокое содержание сухого вещества в зерне после хранения зафиксировано при консервировании его порошкообразной серой, самое низкое – биопрепаратом Биосил НН (рис. 19). Показатели других вариантов консервирования в этом ряду занимали промежуточное положение.

При таком уплотнении повышение содержания сухого вещества в зерне приводила к слабо достоверному улучшению его подкисления ($r=-0,466$, $P<0,10$).

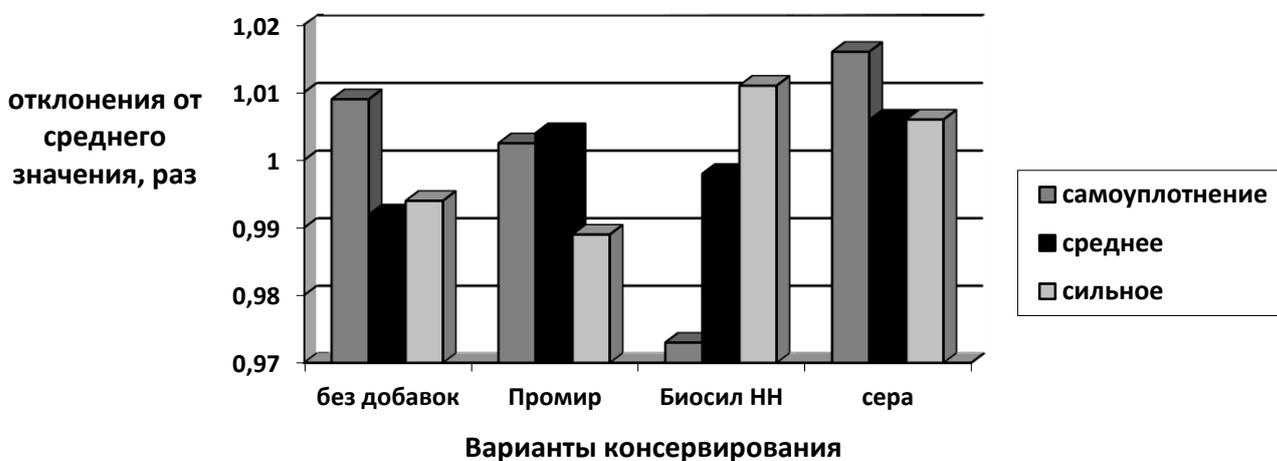


Рисунок 19. Изменения содержания сухого вещества под влиянием уплотнения зерна и использования консервирующих добавок

При средней степени уплотнения использование всех препаратов обеспечивало более высокое содержание сухого вещества в зерне, чем при хранении его без добавок. Наиболее высоким оно было в зерне с химическими препаратами.

Максимальное уплотнение сырого плющеного зерна при закладке на хранение обеспечивало самое высокое содержание сухого вещества в зерне с Биосилом НН и порошкообразной серой. В зерне других вариантов консервирования оно было ниже средних значений (рис. 18). При таком уплотнении повышение содержания сухого вещества в зерне приводило к уменьшению синтеза молочной ($r=-0,597$, $P<0,05$), уксусной ($r=-0,846$, $P<0,01$) и общего количества кислот брожения ($r=-0,880$, $P<0,01$).

Следовательно, при хранении самоуплотнённого зерна повышение содержания в нём сухого вещества сопровождалось улучшением его подкисления. В этих условиях максимальные значения этого показателя были зафиксированы в зерне с порошкообразной серой. При средней интенсивности уплотнения у зерна со всеми препаратами, особенно с химическими, содержание сухого вещества было выше, чем у зерна без добавок. При

максимальной плотности укладки зерна на хранение после его окончания самое высокое содержание сухого вещества было в вариантах обработки Биосилом НН и порошкообразной серой. Увеличение содержания сухого вещества в зерне сопровождалось снижением синтеза кислот брожения.

Отнесение показателей содержания сухого вещества в зерне разных степеней уплотнения к средним показателям каждого варианта консервирования позволило установить, что при самоконсервировании больше всего его оказалось в самоуплотнённом зерне (рис. 20). В целом увеличение содержания сухого вещества в зерне без добавок приводило к снижению содержания в нём молочной ($r=-0,688$, $P<0,05$), уксусной ($r=-0,915$, $P<0,01$) и общего количества кислот брожения ($r=-0,843$, $P<0,01$).

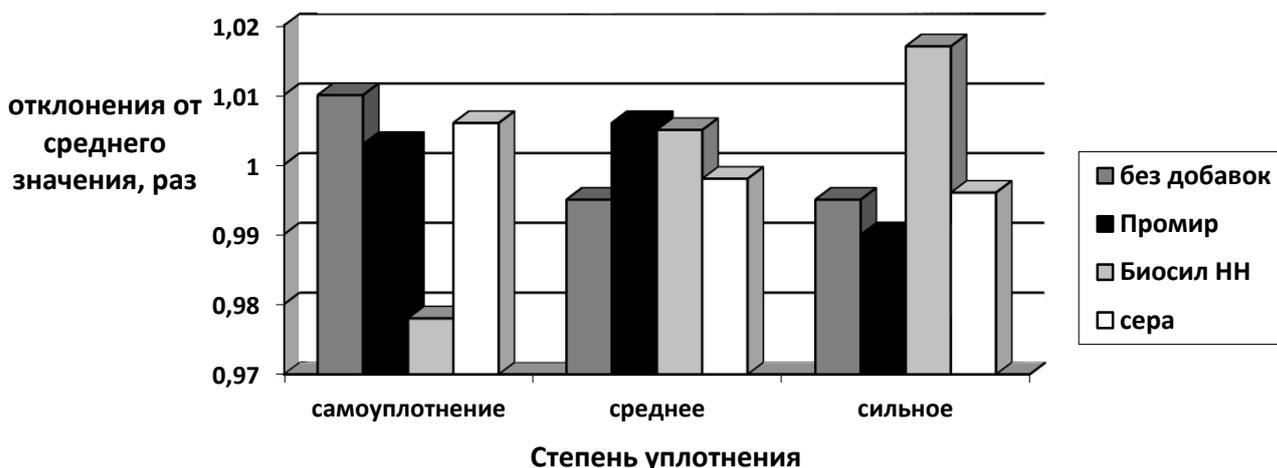


Рисунок 20. Изменения содержания сухого вещества под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

При консервировании зерна препаратом «Промир» лучший результат получали при его среднем и самоуплотнении. Увеличение степени уплотнения приводило к уменьшению содержания сухого вещества.

Использование биопрепарат Биосил НН для консервирования сырого плющеного зерна ячменя имело следствием повышение содержания сухого вещества по мере увеличения плотности его укладки на хранение, порошкообразной серы – наоборот (рис. 20).

Следовательно, у зерна без добавок и с порошкообразной серой по мере повышения плотности укладки на хранение по его окончанию содержание

сухого вещества снижалось, с биопрепаратом Биосил НН – повышалось. При использовании для обработки зерна химического консерванта «Промир» наибольшее содержание сухого вещества отмечено при средней степени уплотнения.

Взаимосвязь содержания сухого вещества со степенью уплотнения зерна и воздействием разных препаратов приведена на рисунке 21. Из применяемых препаратов в среднем по всем вариантам опыта самое высокое содержание сухого вещества при самоуплотнении было у зерна, обработанного порошкообразной серой, при среднем уплотнении сходные результаты имело зерно с этим же препаратом и химическим консервантом «Промир», а при максимальном уплотнении – с биопрепаратом Биосил НН.

Кроме перечисленных вариантов содержание сухого вещества было выше средних значений по опыту у самоуплотнённого зерна без добавок и с препаратом «Промир» и у сильно уплотнённого зерна с порошкообразной серой. В остальных случаях его содержание находилось либо на уровне средних значений (с Биосилом НН при среднем уплотнении), либо ниже их.

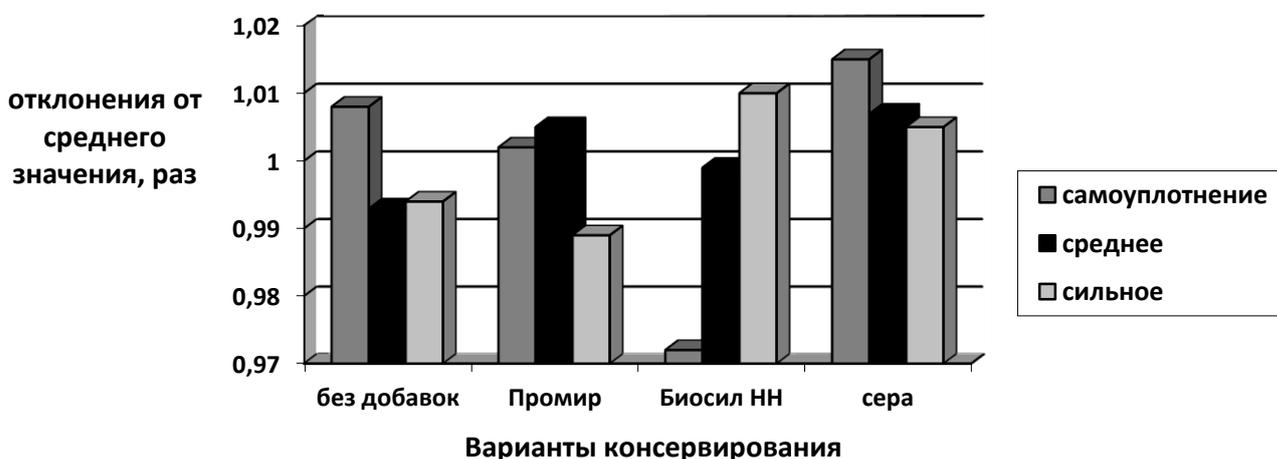


Рисунок 21. Взаимозависимость содержания сухого вещества со степенью уплотнения зерна и действием разных препаратов

Таким образом, в среднем по опыту степень уплотнения сырого плющеного зерна ячменя практически не повлияла на величину содержания в нём сухого вещества. Вместе с тем при любой степени уплотнения наиболее высоким оно было при консервировании зерна порошкообразной серой.

Сходный результат при средней степени уплотнения показывала обработка зерна химическим консервантом «Промир», при сильной – биопрепаратом Биосил НН. При самоуплотнении повышение содержания сухого вещества в зерне сопровождалось улучшением подкисления, при максимальном уплотнении – снижением синтеза кислот брожения. В среднем по вариантам консервирования из всех использованных для обработки сырого плющеного зерна ячменя препаратов только порошкообразная сера обеспечила более высокое содержание в нём сухого вещества. При этом усиление плотности укладки на хранение приводило к снижению содержания сухого вещества в зерне без добавок и с порошкообразной серой и к повышению – в зерне с биопрепаратом Биосил НН. Наибольшее содержание сухого вещества в зерне с химическим консервантом «Промир» отмечено при средней степени уплотнения. В среднем по опыту в средне и самоуплотнённом зерне самое высокое содержание сухого вещества обеспечивала обработка его порошкообразной серой, при среднем уплотнении – дополнительно консервантом «Промир» и при сильном уплотнении – биопрепаратом Биосил НН.

Поскольку содержание сухого вещества в консервируемых растительных материалах связано с перераспределением влаги в результате биохимических реакций и не отражает истинного состояния конечных результатов обмена веществ, дополнительно к этому показателю определяется сохранность сухого вещества, которая характеризует их в целом.

По результатам наших исследований потери питательных веществ в процессе консервирования и хранения зерна были минимальными (от 2,5 до 6,7 %) как при использовании биологической и химических добавок, так и без них (табл. 11). В среднем по опыту наиболее высокая сохранность сухого вещества оказалась в зерне, заложенном на хранение со средней степенью уплотнения. Сильно и самоуплотнённое зерно имело примерно равное и меньшее по отношению к этому значения сохранности. Из вариантов консервирования лучшие средние показатели сохранности сухого вещества

были в зерне с порошкообразной серой. В остальных вариантах зерно имело примерно одинаковую его сохранность.

Таблица 11 Сохранность сухого вещества, %

Вариант консервирования	Степень уплотнения			Среднее по вариантам
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	96,7±0,1	95,3±0,4	95,2±0,1	95,73
с «Промиром»	96,3±0,9	96,6±0,2**	94,9±0,5	95,93
с Биосилом НН	93,3±0,04**	96,6±0,3*	97,1±0,1***	95,67
с порошкообразной серой	97,5±0,3*	96,8±0,1	96,2±0,1***	96,83
Среднее по степени	95,95	96,32	95,85	96,04

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

По отношению к контролю сохранность сухого вещества в самоуплотнённом плющеном зерне увеличивалась 0,8 % ($P < 0,10$) после обработки его порошкообразной серой и снижалась на 3,4 % ($P < 0,05$) после обработки Биосилом НН. При средней степени уплотнения повышение сохранности сухого вещества отмечено во всех вариантах использования для обработки зерна добавок, причём при применении химического консерванта «Промир» и биопрепарата Биосил НН – статистически достоверное ($P < 0,10 - 0,05$). При максимальном уплотнении зерна сохранность сухого вещества увеличивалась при его обработке порошкообразной серой (на 1,0 %, $P < 0,01$) и Биосилом НН (на 1,9 %, $P < 0,01$) (табл. 11).

Следовательно, лучшая сохранность сухого вещества в сыром плющеном зерне ячменя за период хранения при среднем и самоуплотнении отмечена при обработке его порошкообразной серой, при сильном уплотнении – Биосилом НН.

Лучшую сохранность сухого вещества в среднем по степени уплотнения при хранении самоуплотнённого сырого плющеного зерна ячменя обеспечивала порошкообразная сера. Следующими по значению сохранности были варианты без использования добавок, с консервантом «Промир» и биопрепаратом Биосил НН (рис. 22). При средней плотности укладки зерна на хранение лучшая сохранность сухого вещества также была у зерна с порошкообразной серой. За ним следовали варианты консервирования зерна

консервантом «Промир» и молочнокислой закваской Биосил НН. Самая низкая сохранность сухого вещества была у зерна без добавок. При самой высокой плотности укладки зерна на хранение высокую сохранность сухого вещества показало использование биопрепарата Биосил НН. Затем следовали варианты хранения зерна с порошкообразной серой, без добавок и с консервантом «Промир».

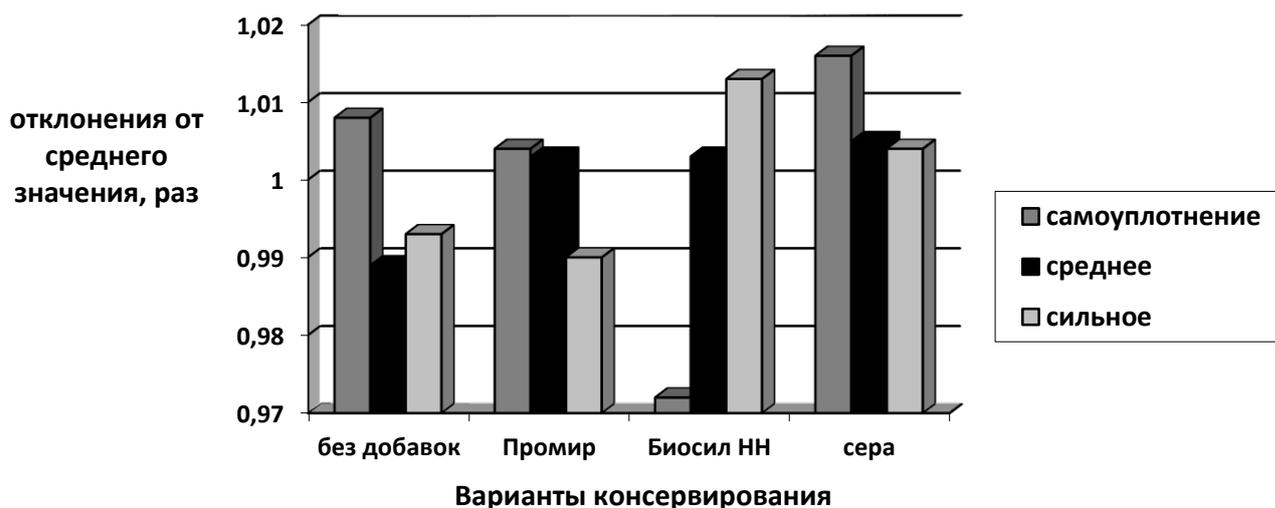


Рис. 22 Сохранность сухого вещества в зависимости от степени уплотнения зерна при обработке разными препаратами

Следовательно, сохранность сухого вещества в среднее и самоуплотнённом зерне в наибольшей степени улучшалось использованием порошкообразной серы, в сильно уплотнённом зерне – Биосила НН.

В среднем по вариантам консервирования лучший результат по сохранности сухого вещества у зерна без добавок был получен после хранения его без дополнительного уплотнения. При среднем и сильном уплотнении зерна сохранность снижалась (рис. 23).

В зерне с химическим консервантом «Промир» сухое вещество лучше сохранялось при средней степени уплотнения и заметно хуже – при сильном уплотнении.

По сохранности сухого вещества лучший результат у зерна с биопрепаратом Биосил НН приходился на хранение его с максимально

плотной степенью укладки. По мере снижения интенсивности уплотнения результат ухудшался.

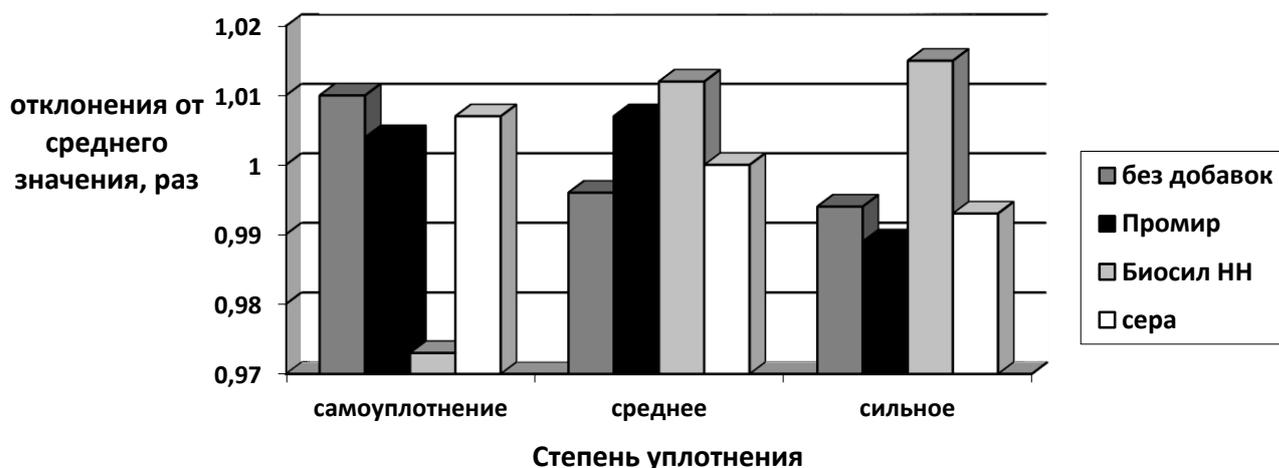


Рисунок 23. Изменение сохранности сухого вещества под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Порошкообразная сера при хранении зерна без дополнительного уплотнения показывала лучшую сохранность сухого вещества. С повышением плотности укладки сохранность снижалась (рис. 23).

Следовательно, при использовании различных консервирующих добавок их влияние на сохранность сухого вещества в зависимости от плотности укладки зерна на хранение изменялось по-разному. При хранении без добавок и с порошкообразной серой она снижалась при повышении плотности укладки зерна на хранение, при использовании биопрепарата Биосил НН – возрастала.

Сравнение показателей каждого варианта опыта со средним показателем по всему опыту дополнительно подтверждает, что лучшую сохранность сухого вещества имело зерно, обработанное порошкообразной серой и не уплотняемое принудительно при закладке на хранение. Выше средних показателей была также сохранность сухого вещества у зерна, обработанного всеми препаратами и хранившемся после среднего уплотнения. При сильном уплотнении аналогичный результат получали в зерне, обработанном Биосилом НН и порошкообразной серой (рис. 24). Изменения сохранности сухого вещества вполне закономерно и достаточно полно совпадали с

изменениями его содержания в зерне после окончания срока хранения ($r=0,906$, $P<0,01$).

Достоверной корреляции этого показателя со всеми показателями качества брожения установлено не было, однако тенденция противоположности их взаимосвязей также вполне объяснима: чем ниже активность вызывающих брожения микроорганизмов, тем выше сохранность питательной ценности, общим знаменателем которой принято считать сухое вещество.

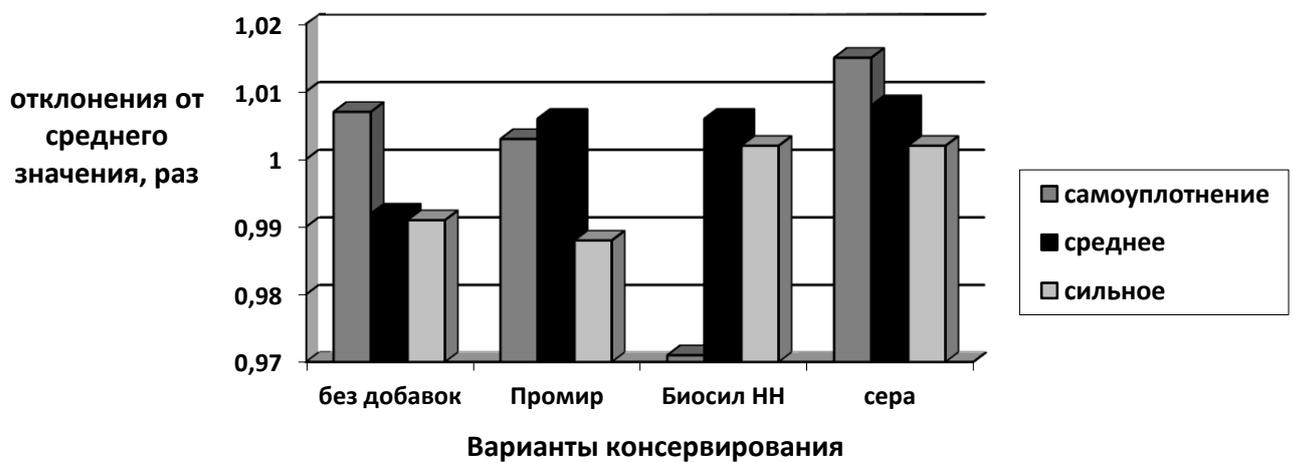


Рисунок 24. Взаимозависимость сохранности сухого вещества со степенью уплотнения зерна и действием разных препаратов

Следовательно, сохранность сухого вещества при всех вариантах уплотнения зерна наиболее полно обеспечивала обработка его порошкообразной серой. Сопоставимые результаты получены также от использования для обработки зерна химического консерванта «Промир» при среднем и биопрепарата Биосил НН при сильном его уплотнении.

Таким образом, наиболее полную сохранность сухого вещества в процессе продолжительного хранения сырого плющеного зерна ячменя при среднем и самоуплотнении обеспечивала обработка его порошкообразной серой, при сильном уплотнении – Биосилом НН. Лучшие результаты от использования химического консерванта «Промир» получали при средней интенсивности уплотнения зерна при закладке на хранение. Влияние на сохранность сухого вещества в зависимости от плотности укладки зерна на

хранение при использовании различных консервирующих добавок имело свои особенности: при хранении с порошкообразной серой она снижалась при повышении плотности укладки зерна на хранении, при использовании биопрепарата Биосил НН – возрастала. Изменения сохранности сухого вещества вполне закономерно и достаточно полно совпадали с изменениями его содержания в зерне после окончания срока хранения.

3.1.7 Питательная ценность

Для обеспечения продуктивного долголетия животных им требуется сбалансированное питание по значительному количеству его элементов. Все питательные вещества при этом имеют определённое значение, однако первоочередным является обеспечение животных энергией и протеином. В нашей стране энергетическая питательность кормов оценивается по содержанию обменной энергии, представляющей ту часть валовой энергии корма, которая организмом животного используется для обеспечения процессов жизнедеятельности, в т.ч. продуктивности. Особое значение этим показателям придаётся при оценке концентрированных кормов, к числу которых относятся все зерновые корма.

Внесение биологической и химических добавок и разная степень уплотнения плющеного сырого фуражного зерна ячменя оказывали определённое влияние на его питательную ценность (табл. 12).

Таблица 12 Энергетическая ценность плющеного зерна ячменя, МДж обменной энергии / кг сухого вещества

Варианты консервирования	Степень уплотнения			Среднее по вариантам
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	12,16±0,05	11,77±0,04	11,71±0,01	11,880
с «Промиром»	11,78±0,01***	11,99±0,01***	11,83±0,01***	11,867
с Биосилом НН	11,86±0,03***	11,67±0,01*	12,42±0,02***	11,983
с порошкообразной серой	12,33±0,05*	12,28±0,09***	12,43±0,00***	12,347
Среднее по степени	12,032	11,928	12,098	12,019

Примечание: * - P≤0,10; *** - P≤0,01

Изменения питательной ценности плющеного зерна ячменя повышенной влажности при аналогичных условиях хранения были достаточно контрастными. Наиболее высокой, вне зависимости от степени уплотнения, энергетическая ценность была при хранении зерна с порошкообразной серой (по сравнению с контролем выше на 0,17-0,72 МДж/кг СВ, $P < 0,01$). По сравнению с хранением без добавок она повышалась также от обработки Биосилом НН при сильном и от внесения «Промира» при среднем и сильном уплотнении зерна. При усилении степени трамбовки энергетическая ценность хранившегося без добавок зерна снижалась, с Биосилом НН и порошкообразной серой – повышалась, с химическим консервантом «Промир» – оставалась без изменения.

Следовательно, энергетическая ценность зерна при всех степенях уплотнения наиболее высокой была при обработке его порошкообразной серой, при среднем и сильном уплотнении – химическим консервантом «Промир» и при сильном уплотнении – биопрепаратом Биосил НН.

В среднем по степени уплотнения консервированное зерно содержало больше обменной энергии при обработке порошкообразной серой при любой плотности его укладки на хранение (рис. 25).

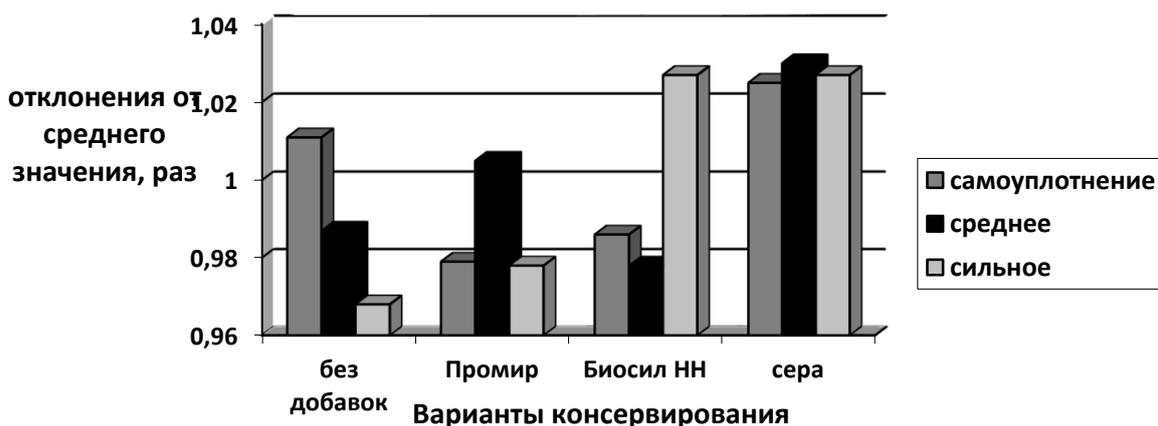


Рисунок 25. Изменения содержания обменной энергии под влиянием уплотнения зерна и использования консервирующих добавок

Кроме того, выше средних значений её концентрация была в зерне с химическим консервантом «Промир» при средней и биопрепаратом Биосил

НН при сильной степени уплотнения. В остальных случаях показатели были ниже средних значений.

Следовательно, обработка зерна порошкообразной серой позволяла добиться наиболее высокой концентрации обменной энергии в сухом веществе зерна при любой плотности укладки его на хранение, Биосилом НН – при максимальном и консервантом «Промир» – при среднем уплотнении.

Для содержания обменной энергии наиболее эффективным было использование препаратов Биосил НН и порошкообразной серы при сильном, консерванта «Промир» – при среднем уплотнении зерна (рис. 26). При самоуплотнении зерна в процессе хранения лучший результат получен в контрольном варианте (отсутствие обработки).

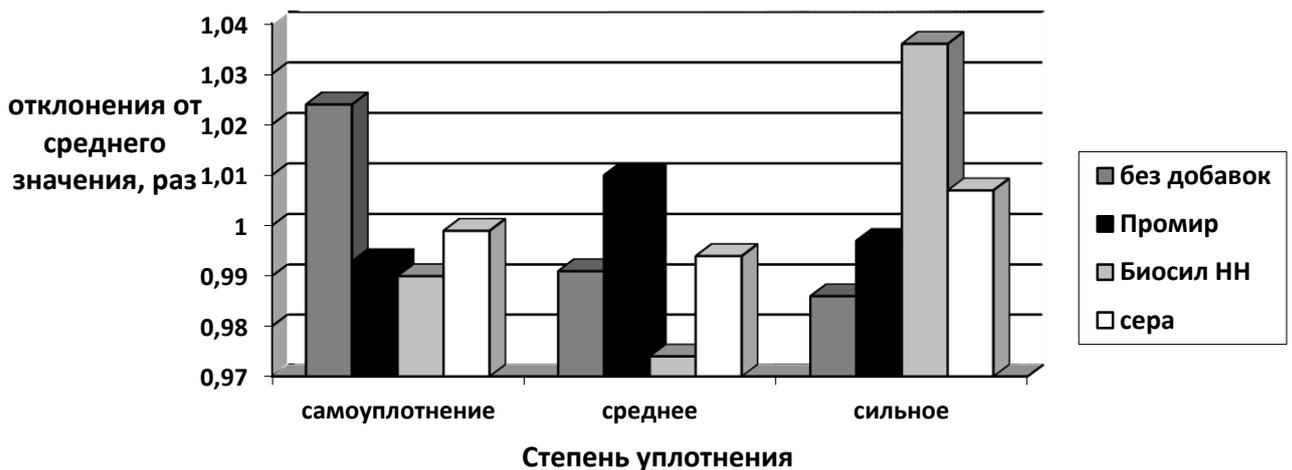


Рисунок 26. Изменения содержания обменной энергии под влиянием консервирующих добавок при разной степени уплотнения зерна

Следовательно, наиболее благоприятные условия для сохранения обменной энергии при обработке зерна порошкообразной серой и биопрепаратом Биосил НН создавались при сильном его уплотнении для хранения, консервантом «Промир» – при среднем.

В сравнении со средним по опыту значением концентрации обменной энергии в сухом веществе консервированного зерна наиболее высокие положительные отклонения (значения больше 1) при любой плотности его укладки на хранение были при использовании для его обработки

порошкообразной серы. При сильном уплотнении сходный результат показывало использование биопрепарата Биосил НН (рис. 27).

Корреляционный анализ полученных данных показал, что концентрация обменной энергии в сухом веществе сырого плющеного зерна ячменя повышалась с увеличением содержания в нём сухого вещества ($r=0,536$, $P<0,05$). Вместе с тем её размер сокращался при увеличении образования кислот брожения ($r=-0,475$, $P<0,10$), в том числе уксусной кислоты ($r=-0,571$, $P<0,05$) и усилении степени подкисления зерна ($r=-0,472$, $P<0,10$), что вполне объяснимо, учитывая, что процессы брожения, особенно сопровождаемые образованием уксусной кислоты, связаны с потерями органического вещества, которое и является носителем энергии.



Рисунок 27. Взаимозависимость содержания обменной энергии со степенью уплотнения зерна и действием разных препаратов

Следовательно, энергетическая ценность зерна имела наивысшие значения в зерне с порошкообразной серой при любой плотности его закладки на хранение. Сопоставимый с ней результат показывало лишь использование биопрепарата Биосил НН при максимальном уплотнении зерна. Концентрация обменной энергии в зерне повышалась при увеличении содержания в нём сухого вещества и снижалась в той мере, в которой в нём увеличивался синтез органических, в особенности уксусной, кислот и повышалась степень подкисления.

Таким образом, наибольшее положительное влияние на концентрацию обменной энергии при любой степени уплотнения сырого плющеного зерна ячменя для хранения оказывала обработка его порошкообразной серой. Сопоставимый с ней результат показывало использование биопрепарата Биосил НН при сильном уплотнении зерна. Концентрация обменной энергии в зерне имела тенденцию к повышению при увеличении плотности его укладки на хранение. Активация микробиологического синтеза, оцениваемая по синтезу органических кислот, приводила к снижению энергетической ценности зерна, а увеличение содержания в нём сухого вещества – к повышению.

Любой живой организм в качестве главной составной части органического вещества содержит белки, с образованием и распадом которых неразрывно связана жизнь животных. Белки кормов относят к протеинам, в состав которых, помимо их, включены амиды или более простые азотсодержащие соединения. Именно поэтому наиболее важным показателем кормов считается обеспечение их протеином, а для кормления – его переваримой частью. В таблица 13 приведены сведения о содержании переваримого протеина в сухом веществе сырого плющеного зерна ячменя по вариантам его консервирования и уплотнения. Они показывают, что содержание переваримого протеина в зерне при отсутствии уплотнения увеличивалось от использования всех добавок.

Таблица 13 Содержание переваримого протеина, г/кг сухого вещества

Варианты консервирования	Степень уплотнения			Среднее по вариантам
	самоуплотнение	средняя	сильная	
без добавок	89,2±8,7	75,1±2,0	91,0±1,8	85,10
с «Промиром»	98,4±0,3	95,1±1,7***/	91,5±0,7/***/	95,00
с Биосилом НН	97,7±0,1	99,7±2,1***/	87,9±1,5/***/	95,10
с порошкообразной серой	107,7±9,3	105,6±0,7***/	104,2±0,1***/	105,83
Среднее по степени	98,25	93,88	93,65	95,23

Примечание: *** - $P \leq 0,01$; **/ - числитель – по вариантам опыта, знаменатель – по степени уплотнения.

Различия были хотя и существенными (до 20 %), но статистически недостоверными из-за больших расхождений значений показателя в отдельных вариантах опыта. Они становились достоверными при средней степени уплотнения зерна, которая увеличивала содержание переваримого протеина в зерне с добавками на 20-30,5 г/кг СВ ($P < 0,01$). При сильной степени уплотнения зерна рост его содержания сохранился только при использовании для его обработки порошкообразной серы (на 13,2 г/кг СВ, $P < 0,01$).

При усилении степени уплотнения содержание переваримого протеина в зерне с добавками имело тенденцию к снижению, однако достоверным ($P < 0,01$) оно было только после обработки зерна химическим консервантом «Промир» и молочнокислой закваской Биосил НН и хранения при сильном уплотнении (табл. 13).

Более детальное представление о влиянии степени уплотнения на содержание переваримого протеина в различных вариантах консервирования сырого плющеного зерна ячменя дают значения отклонений каждого из них от среднего по каждой степени уплотнения (рис. 28). Как можно заметить, при всех степенях уплотнения выше всего содержание переваримого протеина было в зерне с порошкообразной серой. Его превосходство над средними значениями находилось в пределах 10 %. Выше средних показателей были также все значения этого показателя в обработанном всеми добавками зерне.

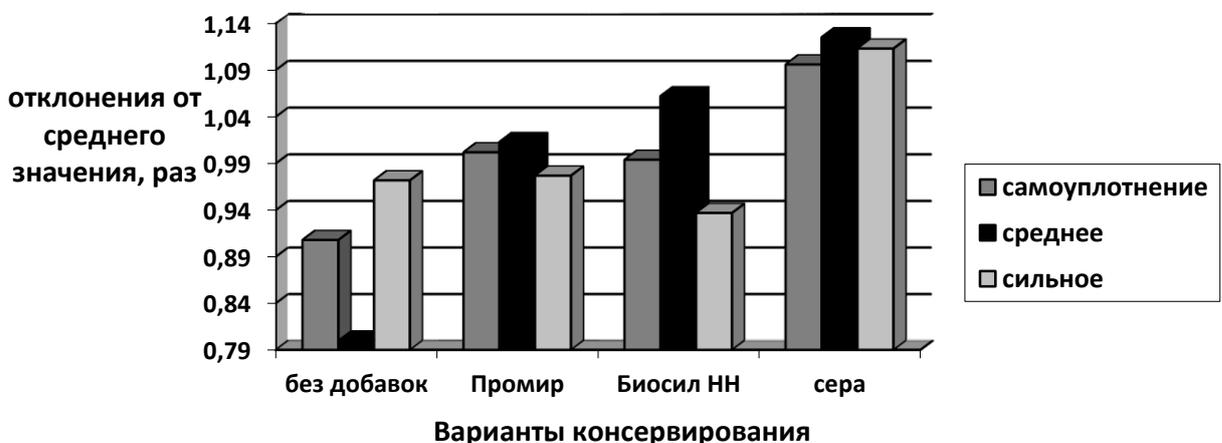


Рисунок 28. Изменения содержания переваримого протеина в зависимости от степени уплотнения зерна по вариантам консервирования

Представление о том, при какой степени уплотнения зерна лучше всего проявлялось действие использованных в опыте добавок дают показатели рисунка 29.

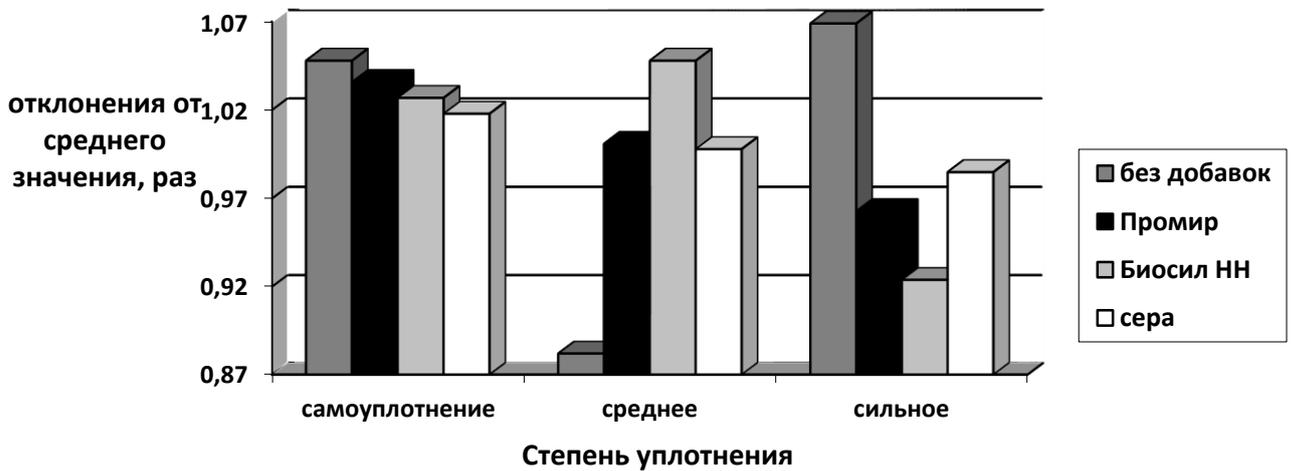


Рисунок 29. Изменения содержания переваримого протеина в зависимости от вида консервирующих добавок по вариантам уплотнения зерна

Содержание переваримого протеина при использовании химического консерванта «Промир» и порошкообразной серы достигало максимальных значений в самоуплотнённом зерне и снижалось по мере усиления степени трамбовки. В зерне с биопрепаратом Биосил НН при переходе от самоуплотнения к средней степени трамбовки оно повышалось до максимума, после чего при максимальном уплотнении падало до минимума. Зерно без добавок, напротив, максимальный уровень содержания переваримого протеина имело при сильной степени уплотнения, минимальный – при средней (рис. 29).

Проследить комплексное влияние степени уплотнения и вида консервирующей добавки позволяет сравнение каждого значения содержания переваримого протеина со средним показателем по опыту (рис. 30). Данные рисунка подтверждают превосходство по содержанию переваримого протеина при любой плотности укладки на хранение у зерна, обработанного порошкообразной серой над зерном других вариантов консервирования. Выше

средних значений были также аналогичные показатели зерна с препаратом Биосил НН при среднем и с консервантом «Промир» при самоуплотнении.

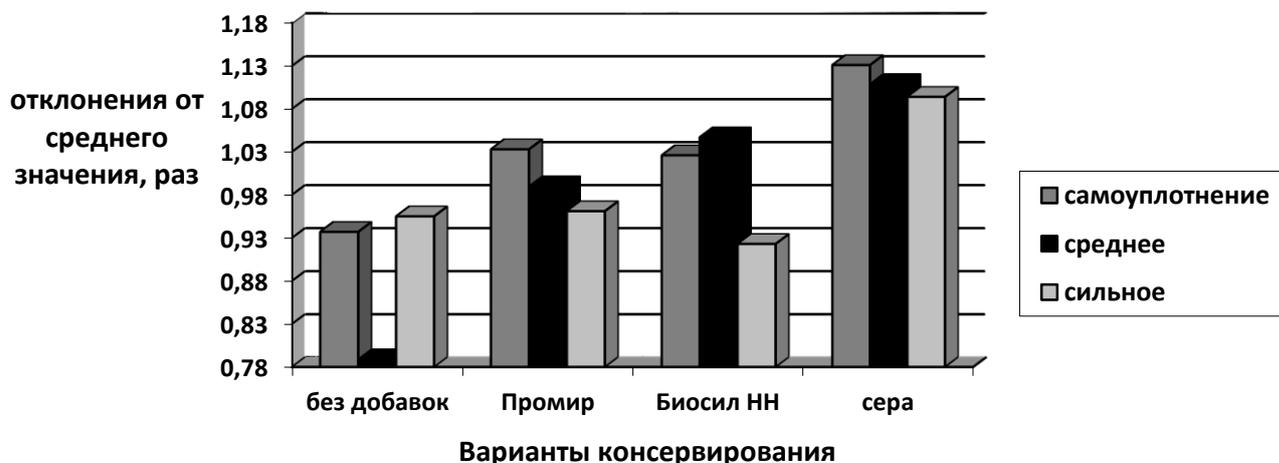


Рисунок 30. Взаимозависимость содержания переваримого протеина от степени уплотнения зерна и действия разных препаратов

Результаты корреляционного анализа взаимосвязей содержания переваримого протеина с данными о качестве брожения оказались в значительной мере сходными с взаимосвязями с ними концентрации в зерне обменной энергии: при активации микробиологической деятельности эти показатели снижались. Прежде всего это было связано с синтезом уксусной кислоты ($r=-0,660$, $P=0,01$) и усилением подкисления зерна ($r=-0,519$, $P<0,10$), хотя и изменение общего кислотообразования также имело сходную тенденцию ($r=-0,428$). Это позволяет говорить о том, что при усилении гетероферментативного молочнокислого брожения возможность для проявления протеолитических процессов увеличивается. Кроме того, установлена прямая связь ($r=0,656$, $P<0,05$) между содержанием переваримого протеина и долей молочной кислоты в совокупном количестве кислот брожения. Это указывает на возможное торможение процессов распада протеина при улучшении качества брожения.

Таким образом, наибольшее влияние на содержание переваримого протеина в сыром плющенном зерне ячменя после его продолжительного хранения оказывала обработка его порошкообразной серой, особенно когда оно не подвергалось дополнительному уплотнению. Более высокие показатели

его содержания были также у зерна с биопрепаратом Биосил НН при среднем и с химическим консервантом «Промир» при самоуплотнении. Активизация микробиологических процессов при консервировании зерна (усиление общего кислотообразования, в особенности синтеза уксусной кислоты, и степени подкисления) уменьшала содержание в зерне содержание переваримого протеина, а улучшение качества брожения (увеличение доли молочной кислоты в общем количестве кислот брожения) – повышало.

3.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПОРОШКООБРАЗНОЙ СЕРОЙ

3.2.1 Себестоимость производства зерна яровых культур и её структура

Высокая продуктивность животных невозможна без организации полноценного сбалансированного кормления скота, обеспечения его потребностей в самых разнообразных питательных веществах. Рост продуктивности невозможно обеспечить без наличия качественной кормовой базы, наиболее значимое место в которой экспоненциально начинают занимать концентрированные корма, в составе которых из кормов собственного производства преобладающая роль принадлежит зерновым концентратам. В связи с этим для достижения высоких показателей в животноводстве качеству этих кормов должно уделяться особое внимание.

Таблица 14 – Затраты на выращивание зерновых культур (тыс. руб.)

№№ п/п	Виды производственных затрат	Яровые зерновые
	Посевная площадь, га	900
1	Оплаты труда с отчислениями на социальные нужды	1841
2	Семена и посадочный материал	1592
3	Органические удобрения	1745
4	Средства защиты растений	361
5	Электроэнергия	90
6	Нефтепродукты	999
7	Содержание основных средств	681
8	Прочие	1195
	Всего затрат	8504

При расчёте экономической эффективности консервирования зерна ярового ячменя порошкообразной серой использовали документы первичной бухгалтерской отчётности АО «Семьянское». Величина затрат денежных средств на производство зерна яровых культур, к которым относится в том числе и использованный для консервирования ячмень, взятая из годового отчёта АО «Семьянское» за 2017 год, представлена в таблице 14.

Для расчёта себестоимости производства зерна необходимы данные об объёмах его производства в период проведения исследований [42-43]. Они представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Выход и себестоимость зерна

Сбор (выход) продукции		Яровые зерновые	
		в первоначальной оприходованной массе	в физической массе после очистки
Выход продукции, т.	всего	2250	2137,5
	с 1 га	2,5	2,38
Себестоимос ть	Всего, тыс. руб.	8399,2	8504
	Ед. продукции, руб.	3733	3978,5

Структура себестоимости зерна рассчитывается с использованием данных, приведённых в таблицах 14 и 15. Результаты расчёта отражены в таблице 16. Как видим, основными статьями затрат на производство зерна являются оплата труда, стоимость использования семян и органических удобрений, которые составляют более 60 % от их суммарной величины. Остальные статьи затрат находятся в пределах 1,05-14,05 %.

Таблица 16 – Структура себестоимости зерна

Наименование затрат	Яровые	
	тыс. руб.	%
Оплата труда	1841	21,6
Семена	1592	18,7
Органические удобрения	1745	20,5
Яды	361	4,2
Электроэнергия	90	1,05
ГСМ	999	11,7
Содержание основных средств	681	8
Прочие	1195	14,05
Итого	8504	100

Себестоимость производства 1 т зерна яровых культур в первоначально оприходованной массе, полученная с использованием данных таблиц 14-15 и указанная в таблице 16, рассчитана по формуле 3.1:

$$C_{\sigma} = \frac{C_{\text{общ}}}{Q} \quad (3.1)$$

где:

C_{σ} – себестоимость 1 кг зерна, руб.

$C_{\text{общ}}$ – общая сумма затрат на производство зерна, руб.;

Q – общее количество зерна с учётом зерноотходов, т.

В нашем случае: $C_{\sigma} = \frac{8399200}{2250} = 3733$ руб./т

В физической массе после очистки, по данным таблицы 15, она составит:

$$C_{\sigma} = \frac{850400}{2137,5} = 3978,5 \text{ руб./т}$$

В сельскохозяйственной организации в 2017 г. на кормовые цели было заложено 75 т сырого плющеного ячменя. Себестоимость сырого зерна перед плющением и внесением консерванта определяли с использованием поправочного коэффициента для пересчёта на сухое зерно, определённого по формуле:

$$K = \frac{100 - 31,96\%}{100 - 14\%} = 0,79, \quad (3.2)$$

где 14 % – влажность сухого зерна на предприятии,

31,96 % – влажность зерна для консервирования.

В нашем случае себестоимость сырого зерна будет равна:

$$C_{\sigma} = 3733 \times 0,79 = 2949 \text{ руб./т}$$

Следовательно, себестоимость фуражного зерна, убранного при стандартной влажности, с учётом затрат на сортировку и очистку составила 3978,5, сырого зерна ячменя – 2949 руб./т.

3.2.2 Затраты средств на плющение и консервирование

Для проведения расчёта затрат на плющение и консервирование зерна была составлена технологическая карта.

Затраты средств на плющение рассчитывали исходя из совокупных затрат на оплату труда, горюче-смазочные материалы, ремонт, техническое обслуживание и амортизацию используемой в этом технологическом процессе техники.

Затраты труда обслуживающего персонала в расчёте на 1 тонну произведённого корма вычисляли по формуле:

$$З = \frac{1}{W_{см}} L \tau K_3 \quad (3.3)$$

где L – число обслуживающего персонала, чел.;

$W_{см}$ – производительности в единицах наработки за 1 ч. сменного времени (ГОСТ Р 52778) [24], час;

τ – оплата труда обслуживающего персонала, руб./чел.-ч.;

K_3 – коэффициент начислений на зарплату при существенных формах налогообложения.

Используя формулу 3.3, находили затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала:

Тракторист-машинист:

$$З = \frac{1}{10} \times 3 \times 116,8 \times 1,13 = 39,6 \text{ руб./т.}$$

Подсобные рабочие:

$$З = \frac{1}{10} \times 1 \times 34,6 \times 1,13 = 3,9 \text{ руб./т.}$$

Общие затраты на оплату труда составили 43,5 (39,6+3,9) руб./т.

Затраты средств на горюче-смазочные материалы вычисляли по формуле:

$$Г = q_T \Pi_T K_{см...м} \quad (3.4)$$

где q_T – удельный расход топлива;

C_T – цена 1 кг топлива;

$K_{см.м}$ – коэффициент учёта смазочных материалов (отечественной техники и стран СНГ – 1,1; зарубежной – 1,25).

Так, при приготовлении корма плющением затраты денежных средств на горюче-смазочные материалы на час работы плющильной машины, рассчитанные по формуле 3.29, составили:

$$Г = 10,5 \times 46,42 \times 1,1 = 536,1 \text{ руб./час}$$

В таблице 17 представлены затраты средств на горюче-смазочные материалы для остального оборудования, которые были рассчитаны по формуле 3.4.

Таблица 17 – Затраты на горюче-смазочные материалы

Технологические операции	Техника	Удельный расход топлива (кг/час,)	Цена 1 кг топлива	Затраты, руб.		Итого на 1 т:
				всего	на 1 т	
Плющение	КАМАЗ-зернопогрузчик 5320	50,53	46,42	2580,16	34,4	53,46
	MT3-82.1+STOLL Robust FZ 10	6,8	46,42	347,2	4,63	
	MT3-82.1+Волга 700К	10,5	46,42	536,1	7,15	
	MT3-80 + ПФ-0,5	6,8	46,42	346,2	4,63	
	MT3-80 + 2ПТС-4	3,9	46,42	199,1	2,65	

Затраты средств на ремонт и техническое обслуживание новой техники по нормам отчислений от цены машины вычисляли по формуле:

$$P = \frac{Br_p}{W_{эк} T_3} \quad (3.5)$$

где B – цена новой техники (без НДС), руб.;

r_p – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание техники;

$W_{эк}$ – производительность агрегата в час эксплуатационного времени, ед. наработки;

T_3 – годовая зональная фактическая загрузка техники, ч.

Отчисления на ремонт и техническое обслуживание трактора МТЗ-80, при его стоимости 1,1 млн. руб. и нормативной годовой нагрузке 1200 ч., производительности 20 т/ч. и коэффициенте 0,22 в расчёте на 1 т корма по формуле 3.31, составят:

$$P = \frac{1100000 \times 0,22}{20 \times 1200} = 10,08 \text{ руб./т}$$

Затраты средств на ремонт и техническое обслуживание техники, рассчитанные аналогичным образом с использованием формулы 3.5, представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на ремонт и техническое обслуживание руб./т.

Статья затрат	Техника для плющения зерна						
	МТЗ-80	2ПТС-4	КАМАЗ 5320	МТЗ 82.1 + STOLL Robust FZ 10	МТЗ 82.1	Волга 700К	МТЗ-80+ПФ-0,5
Нормативная годовая загрузка, ч.	1200	800	160	1200+600	1200	75	1200+320
Нормы годовых отчислений на текущий ремонт и ТО в процентах к балансовой стоимости трактора, %	22	13	20	22+13	2,2	18	22+13
Затраты на ремонт и техническое обслуживание	10,08	12	359,4	11,6+52	11,6	288	10,8+2,71
Всего: на 1т. наработки	758,91						

Средства на амортизацию техники в хозяйствующих субъектах различных организационно-правовых форм, вычисляются по формуле:

$$A = \frac{Ba}{W_{эк} T_3} \quad (3.6)$$

где a – коэффициент отчислений на амортизацию техники

B – цена новой техники (без НДС), руб.;

$W_{\text{эк}}$ – производительность агрегата в час эксплуатационного времени, ед. наработки;

T_3 – годовая зональная фактическая загрузка техники, ч.

Уточнённое значение *коэффициента отчислений на амортизацию* определяли по формуле:

$$a = \frac{1}{T_{\text{ф.с}}}, \quad (3.7)$$

где $T_{\text{ф.с}}$ – фактический срок службы техники в зависимости от интенсивности её использования, лет.

Для примера, амортизационные отчисления для МТЗ-80 из расчёта на 1 т зерна, по формуле 3.32 составят:

$$A = \frac{1100000 \times 0,73}{20 \times 1200} = 35,46 \text{ руб./т}$$

Необходимые амортизационные отчисления средств на технику, рассчитанные по формулам 3.32 и 3.33, приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты средств на амортизацию техники, руб./т.

Показатели	Техника для плющения						
	МТЗ-80	2ПТС-4	КАМАЗ 5320	МТЗ 82.1 + STOLL Robust FZ 10	МТЗ 82.1	Волга 700К	МТЗ-80+ПФ-0,5
Уточнённый коэффициент амортизации	0,73	0,1	0,25	1,1+0,33	1,1	0,2	0,73+0,1
Амортизационные отчисления, руб.	35,46	23,05	449,2	64,16+117,3=181,46	64,16	320	35,46+2,08 = 37,54
Всего:	1110,87						

Прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы рассчитывались по формуле:

$$\Phi = \sum_i h_i \Pi_{\text{м}_i} \quad (3.7)$$

где h_i – удельный расход i -го вида материала;

$\Pi_{\text{м}_i}$ – стоимость единицы i -го вида расходуемого материала, руб.

Затраты средств на вспомогательные материалы при плющении зерна представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Затраты средств на вспомогательные материалы при плющении зерна.

Материал	Цена с НДС 18 %, руб. /кг	Стоимость материала, руб.	
		На 1 т зерна	всего
Порошкообразная сера	20	20	1500
Рукав для силосования	-	268,6	20150
		288,6	21650

Общий размер прямых эксплуатационных затрат вычисляли по формуле:

$$I = Z + \Gamma + P + A + \Phi, \quad (3.8)$$

где Z – затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала, руб./ед. наработки;

Γ – затраты средств на горюче-смазочные материалы, руб./ед. наработки;

P – затраты средств на ремонт и техническое обслуживание, руб./ед. наработки;

A – затраты средств на амортизацию, руб./ед. наработки;

Φ – прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы, руб./ед. наработки.

Прямые эксплуатационные затраты денежных средств, определённые по формуле 3.8, представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Прямые эксплуатационные затраты, руб./т.

Затраты	Показатели
На оплату труда	43,5
На горюче-смазочные материалы	53,46
На ремонт и техническое обслуживание	758,91
На амортизацию техники	1110,87
Прочие прямые затраты	288,6
Итого:	2255,06

В результате проведённых вычислений было установлено, что общие эксплуатационные затраты на технологическую операцию плющение составили 2255,06 руб./т.

3.2.3 Затраты на очистку, сушку и дробление зерна.

Зерно, убранное при благоприятных погодных условиях, имеет стандартную влажность. Единственным технологическим приёмом подготовки его к хранению является очистка вороха от сорной примеси и некондиционного зерна. Основным способом консервирования сырого зерна для длительного хранения до недавних пор была сушка.

Подготовка к скармливанию сухого зерна проводится либо дроблением, либо размолом. Для крупного рогатого скота предпочтительнее дробление до частиц определённого размера. Таковы основные технологические приёмы консервирования зерна сушкой и подготовки его к скармливанию.

Зарплата. Затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала на сушку зерна находим, используя формулу 3.9:

Очистка:

Тракторист-машинист:

$$З = \frac{1}{10} \times 1 \times 116,8 \times 1.13 = 13,2 \text{ руб./т.}$$

Подсобные рабочие:

$$З = \frac{1}{10} \times 3 \times 34,6 \times 1.13 = 11,7 \text{ руб./т.}$$

Общие затраты на оплату труда рабочих на очистке зерна составят 24,9 руб./т.

Сушка:

Механик:

$$З = \frac{1}{10} \times 1 \times 64,8 \times 1.13 = 7,3 \text{ руб./т.}$$

Подсобные рабочие:

$$З = \frac{1}{10} \times 3 \times 34,6 \times 1.13 = 11,7 \text{ руб./т.}$$

Дробление:

Тракторист-машинист:

$$З = \frac{1}{10} \times 1 \times 116,8 \times 1.13 = 13,2 \text{ руб./т.}$$

Подсобные рабочие:

$$z = \frac{1}{10} \times 1 \times 34,6 \times 1,13 = 3,9 \text{ руб./т.}$$

Общие затраты на оплату труда рабочих на очистке зерна составят 24,9 (11,7 + 13,2), на сушке – 19,0 (7,3 + 11,7) и на дроблении – 16,1 (13,2 + 3,9) руб./т.

Техника. Затраты средств на горюче-смазочные материалы были вычислены по формуле 3.29:

$$\Gamma = q_T \cdot C_T \cdot K_{\text{см.м}}, \quad (3.10)$$

где q_T – удельный расход топлива; (кг/час.)

C_T – цена 1 кг топлива; (руб.)

$K_{\text{см.м}}$ - коэффициент учёта смазочных материалов (отечественной техники и стран СНГ - 1,1; зарубежной - 1,25)

Так, для МТЗ-80 они будут равны:

$$\Gamma = 3,9 \times 46,42 \times 1,1 = 199,1 \text{ руб.}$$

для НЛК - 10:

$$\Gamma = 2,2 \times 7,18 \times 1,1 = 17,37 \text{ руб./т}$$

Затраты средств на горюче-смазочные материалы для остального оборудования рассчитаны аналогичным образом по формулам 3.9, 3.10 и представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Затраты на горюче-смазочные материалы

Технологические операции	Техника	Удельный расход топлива (кг/час, кВт/час)	Цена 1 кг, л., кВт	Затраты, руб.	
				на 1 час	на 1 т
Очистка	БИС - 100	1,5	7,18	10,7	0,16
Сушка	Аgrex PRT 250	Расход топлива: 1 л дизтоплива на снятие 1 тонна/%. Влажности 8,25	43,76	451,27	6
	КамАЗ-5320	50,53	46,42	2580,16	34,4
	МТЗ-80+2ПТС-4	3,9	46,42	199,1	2,65
	МТЗ-82.1+ STOLL Robust FZ 10	6,8	46,42	347,2	4,63
Дробление	А1-ДМ2Р-55М	31,1	7,18	245,63	3,27
	МТЗ-80+2ПТС-4	3,9	46,42	199,1	2,65
	МТЗ-80	3,9	46,42	199,1	2,65
	КамАЗ-5320	50,53	46,42	2345,6	31,27
Итого			-	-	87,68

По формуле 3.11 рассчитаны затраты средств на ремонт и техническое обслуживание техники.

$$P = \frac{Br_p}{W_{\text{эк}} T_3}, \quad (3.11)$$

где B – цена новой техники (без НДС), руб.;

r_p – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание техники;

$W_{\text{эк}}$ – производительность агрегата в час эксплуатационного времени, ед. наработки;

T_3 – годовая зональная фактическая загрузка техники, ч.

Так, к примеру, для нории НЛК-10 при его стоимости 140000 руб. и нормативной годовой нагрузке 500 ч., производительности 10 т/ч. и коэффициенте 0,7 отчисления на ремонт и техническое обслуживание в расчёте на 1 т корма составят:

$$P = \frac{140000 \times 0,7}{10 \times 500} = 19,6 \text{ руб./т}$$

Результаты расчётов затрат на ремонт и техническое обслуживание по всему набору техники, задействованной на очистке вороха, сушке и дроблении зерна, представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на ремонт и техническое обслуживание руб./т.

Техника	Нормативы загрузки и отчислений на ТР и ТО и величина затрат		
	загрузка, ч.	отчисления, % к балансовой стоимости	затраты
Для очистки: БИС - 100	50	13	11,31
Для сушки: Agrex PRT 250	500	22	9,4
КамАЗ-5320	160	20	359,4
МТЗ-80+2ПТС-4	1200+800	22+13	10,08 +12
МТЗ-82.1+STOLL Robust FZ 10	1200+600	22+13	11,6+52
Для дробления: А1-ДМ2Р-55М	75	18	672
МТЗ-80+2ПТС-4	1200+800	22+13	10,08 +12
МТЗ-80	1200	22	10,8
КамАЗ-5320	160	20	359,4
Всего:	-	-	1531,51

Наибольшее количество техники, согласно полученным данным, показывают, задействовано на что дробление зерна, которое из всех технологических операций наиболее является затратным. Самой дорогой из этой техники является зернодробилка А1-ДМ2Р-55М, на ремонт и техническое обслуживание которой и приходится основная часть затрат. Второй операцией по величине затрат на ремонт и техобслуживание является сушка. Общая сумма затрат на ремонт и техническое обслуживание техники для подработки, сушки и дробления 1 т зерна, согласно проведённым расчётам, составила 1531,51 руб.

По формулам 3.12 и 3.13 рассчитаны необходимые амортизационные отчисления средств на технику.

$$A = \frac{Ba}{W_{\text{эк}} T_3}, \quad (3.12)$$

где a – коэффициент отчислений на амортизацию техники

B – цена новой техники (без НДС), руб.;

$W_{\text{эк}}$ – производительность агрегата в час эксплуатационного времени, ед. наработки;

T_3 – годовая зональная фактическая загрузка техники, ч.

Уточнённое значение коэффициента отчислений на амортизацию определяли по формуле:

$$a = \frac{1}{T_{\text{ф.с}}}, \quad (3.13)$$

где с $T_{\text{ф.с}}$ – фактический срок службы техники в зависимости от интенсивности её использования, лет.

Так, для НЛК-10 они составят:

$$A = \frac{140000 \times 0.125}{10 \times 500} = 3,5 \text{ руб.}$$

Расчётные данные по этой и остальным видам техники приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Затраты средств на амортизацию

Техника	Уточнённый коэффициент амортизации	Амортизационные отчисления, руб.
Для очистки: БИС - 100	0,2	17,4
Для сушки: Agrex PRT 250	0,33	14,08
КамАЗ-5320	0,25	449,2
МТЗ-80+2ПТС-4	0,73+0,1	35,46 + 23,05
МТЗ-82.1+STOLL Robust FZ 10	1,1+0,33	64,16 + 117,3
Для дробления: А1-ДМ2Р-55М	0,2	746,6
МТЗ-80+2ПТС-4	0,73+0,1	35,46 + 23,05
МТЗ-80	0,73	35,46
КамАЗ-5320	0,25	449,2
Всего:	-	2010,42

Общая величина амортизационных отчислений на технику, используемую для очистки, сушки и дробления 1 т сухого зерна равнялась 2010,42 руб.

Амортизация зернохранилища, рассчитанная по формуле 3.14, в технологии сохранения сухого зерна относится к прямым затратам средств на основные и вспомогательные материалы. В нашем случае при полной стоимости нового зернохранилища площадью 1000 м², 2,8 млн. руб. [63] затраты на его амортизацию составят:

$$G_{ам} = \frac{2800000}{100} \times 4 = 112000 \text{ руб.}$$

На 1 тонну ячменя приходится:

$$\frac{100000}{6800} = 16,47 \text{ руб.}$$

В таблице 25 представлен определённый по формуле 3.15 общий объём прямых эксплуатационных затрат денежных средств на очистку, сушку и дробление сухого зерна.

Таблица 25 – Прямые эксплуатационные затраты, руб./т

Затраты	Технологические операции			Итого
	очистка	сушка	дробление	
На оплату труда	24,9	19	17,1	61
На горюче-смазочные материалы	0,16	47,68	39,84	87,68
На ремонт и техническое обслуживание	11,31	455,2	1065	1531,51
На амортизацию техники	17,4	703,25	1289,77	2010,42
Прочие прямые затраты	-	-	16,47	16,47
Итого на 1 т. зерна	53,77	1225,61	2428,18	3707,56

Представленные данные показывают, что основной объём прямых эксплуатационных затрат (около 65 %) приходится на операцию дробление зерна. Второй по значению операцией является сушка зерна, а наименее затратной (чуть более 2 %) – очистка вороха.

3.2.4 Сравнительная экономическая эффективность технологий консервирования и подготовки фуражного зерна к скармливанию

Данные проведённых расчётов изменения себестоимости зерна в зависимости от способов его консервирования, хранения и подготовки к скармливанию объединены в таблицу 26. Они показывают, что даже при уборке фуражного зерна с кондиционной влажностью, при которой оно надёжно сохраняется в аэробных условиях, при подготовке к скармливанию дроблением на молотковой дробилке оно по себестоимости превосходит сырое плющенное консервированное зерно, хранящееся без доступа воздуха. Для хранения в аэробных условиях сырое фуражное зерно, убранное при неблагоприятных погодных условиях, требует досушки для доведения влажности до кондиционной. В результате его себестоимость в сравнении с зерном, убранном при хорошей погоде, возрастает на 2,45 тыс. руб./т или на 37,6 %.

Таблица 26 Эффективность разных способов консервирования фуражного зерна и подготовки к скармливанию, руб./т корма

Показатели	Сухое зерно		Сырое зерно
	Вариант консервирования		
	естественная сушка	досушивание	порошкообразной серой
Себестоимость зерна в первоначальной оприходованной массе	3733	2949	2949
Себестоимость с учётом потерь массы в процессе очистки и сушки	3978,5	5204,11	-
Прямые эксплуатационные затраты всего	2481,95	3707,56	2255,06
В том числе при: очистке вороха	53,77	53,77	-
дроблении	2428,18	2428,18	-
плющении	-	-	1966,46
сушке	-	1225,61	-
обработке консервантом	-	-	288,6
Итого:	6460,45	8911,67	5204,06

Технология консервирования сырого плющеного зерна порошкообразной серой перед закладкой на анаэробное хранение обеспечивало надёжное его сохранение и уменьшало затраты на консервирование, хранение и подготовку к скармливанию на 1256 руб./т или на 19,4 % по сравнению с зерном естественной и на 3708 руб./т или на 41,6 % с зерном искусственной сушки.

3.2.5 Эффективность скармливания консервированного зерна дойным коровам

Результаты биохимического анализа фуражного зерна, проведённого после 5 месяцев хранения, приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Состав и питательность зерна ячменя

	Фуражное зерно			
	стандартной влажности		сырое плющенное, обработанное порошкообразной серой	
Сухое вещество (СВ), %	87,20±0,04		68,04±1,07	
Химический состав в СВ, %:				
Показатель	сухого вещества	корма	сухого вещества	корма
сырой протеин	11,73±0,04	10,23	12,02±0,21	8,18
сырой жир	1,50±0,02	1,31	1,62±0,04*	1,10
сырая клетчатка	7,38±0,03	6,44	4,81±0,16***	3,27
сырая зола	2,41±0,01	2,10	2,22±0,11	1,51
БЭВ	76,98±0,07	67,13	79,33±0,39***	53,98
в т.ч. сахар, г	57,3±0,6	50,0	27,9±0,4***	19,0
органические кислоты	-	-	1,87±0,19	1,27
из них: молочная	-	-	1,48±0,15	1,01
уксусная	-	-	0,17±0,02	0,12
масляная	-	-	0,22±0,02	0,15
рН	-	-	4,3±0,06	4,3
Питательность 1 кг:				
обменная энергия, МДж	12,95±0,03	11,29	13,62±0,02***	9,27
перевариваемый протеин, г	84,6±0,3	73,8	86,3±1,80	58,7

Примечание: * - $P \leq 0,10$; *** - $P \leq 0,01$

Как можно заметить, плющенное сырое зерно, обработанное порошкообразной серой, было хорошо подкислено за счёт образовавшейся в процессе брожения молочной кислоты, которая занимала доминирующее положение (около 80 %) в общем количестве органических кислот.

Незначительное количество масляной кислоты, обнаруженной в их составе, указывает на то, что порошкообразная сера в начале брожения не проявляла консервирующего действия, вероятно, из-за сложности процесса сероводородного брожения в силосуемом материале.

Ограниченное количество масляной кислоты явилось следствием того, что активность клостридий была быстро локализована, что не привело к существенным потерям питательной ценности консервированного зерна. В сравнении с зерном ячменя стандартной влажности концентрация в сухом веществе сырого плющеного консервированного зерна обменной энергии была достоверно ($P < 0,01$) на 5 % выше благодаря достоверно меньшему (в 1,5 раза, $P < 0,01$) содержанию сырой клетчатки и большему – безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ на 3 %, $P < 0,01$). Возможной причиной уменьшения содержания сырой клетчатки, возможно мог стать её частичный распад при плющении и в результате гидролиза производными порошкообразной серы. В процессе молочнокислого брожения, которое преобладало при консервировании зерна, сахар перешёл в молочную кислоту, чем и объясняется более чем в 2-кратное снижение его содержания ($P < 0,01$).

Следовательно, плющение сырого зерна ячменя, консервирование порошкообразной серой и анаэробное хранение обеспечивали лучший химический состав и питательность корма в сравнении с его уборкой в фазу полной спелости со стандартной влажностью для аэробного хранения.

В производственном опыте, проведённом в хозяйстве, оценивали эффективность скармливания молочным коровам сырого плющеного зерна, обработанного порошкообразной серой, в сравнении со скармливанием зерна стандартной влажности (табл. 28). Рационы были рассчитаны на кормление дойных коров живой массой 600 кг со среднесуточным надоем 16 кг молока жирностью 3,8-4,0 %, содержанием белка 3,2 %. Оба рациона имели одинаковый набор кормов, однако по объёму опытный рацион превосходил контрольный на 0,7 кг или на 2,5 % за счёт разницы в массе между сырым и сухим зерном ячменя. Вместе с тем различий по количеству сухого вещества

между рационами не было. Зерно ячменя по количеству сухого вещества составляло около 14 % от его общего количества в рационе и более половины от зерновых кормов.

Таблица 28 – Рационы кормления коров швицкой породы живой массой 600 кг

Корма и питательность рациона	Удой молока жирностью 3,8-4,0 %, 16 кг/гол./сут.		
	контроль		опыт
Кукурузный силос, кг	10		
Сенаж травяной, кг	13		
Зерно, кг: горох	0,5		
овёс	0,8		
ячмень	2,5	3,2	
пшеница	1,0		
Патока свекольная, кг	0,6		
Премикс, г	150		
Поваренная соль, г	86		
В рационе содержится:			
	контроль	опыт	норма
Обменная энергия, МДж	150,58	152,02	156
Переваримый протеин, г	1254,3	1257,6	1255
Сухое вещество, кг	15,6	15,6	17,5
Сырой протеин, г	1986	1992	2107
Сырая клетчатка, г	3616,7	3560,3	4510
Крахмал, г	1381,6	2040,7	1635
Сахар, г	1114,7	1050,5	1090
Сырой жир, г	504,7	507,1	385
Кальций, г	92,92	97,32	86
Фосфор, г	43,02	41,54	60
Магний, г ⁶⁸	27,97	27,97	27
Калий, г ¹¹⁹	229,86	232,46	97
Сера, г	21,31		32
Каротин, мг	789,5	789,5	590

По ряду основных показателей (количеству сухого вещества, содержанию обменной энергии, протеина, сахара и сырого жира) рационы отвечали требованиям норм кормления. Несколько лучше коровы контрольной группы были обеспечены сахаром и сырой клетчаткой, опытной – крахмалом.

Дефицит некоторых элементов минерально-витаминного состава балансировался дачей премикса.

Скармливание плющеного и консервированного зерна положительно отразилось на продуктивности животных и на экономической эффективности производства молока в хозяйстве (таблица 29).

Таблица 29 – Техничко-экономическая оценка производства молока

Показатели			Группы		
			контрольная*	опытная**	
Количество коров в группе			10	10	
При постановке на опыт	Продолжительность периода, дней		31	31	
	Среднесуточный надой молока	натурального	16,2±1,061	16,78±1,207	
		стандартной жирности	24,07±1,061	25,52±1,207	
	Содержание в молоке, %		жира	4,16±0,037	4,258±0,027
			белка	3,35±0,006	3,349±0,004
Учётный период	Продолжительность периода, дней		89	89	
	Среднесуточный надой молока	натурального	14,791±0,942	17,185±0,567	
		стандартной жирности	23,65±0,942	26,72±0,567	
	Содержание в молоке, %		жира	4,477±0,103	4,353±0,029
			белка	3,387±0,03	3,366±0,029
	Валовый надой молока, т		натурального	13,7	15,29
			стандартной жирности	21,05	23,78
	Прибавка надоя	тонн	натурального	-	1,59
			стандартной жирности	-	2,73
		%	натурального	-	11,6
стандартной жирности			-	12,7	
Себестоимость молока, руб./кг ⁶			19,34	19,34	
Себестоимость молока за опытный период, руб.			36305	40518,5	
Цена реализации, руб./кг			26,5	26,5	
Выручка от продажи, руб.			55782,5	63017	
Прибыль, руб.			19477,5	22498,5	
Уровень рентабельности, %			53,65	55,53	

За опытный период, согласно результатам опыта, коровы опытной группы увеличили надой молока на 1,6 т. В результате валовый надой в пересчете на стандартную жирность вырос на 2,7 т или на 11,5 %, что позволило увеличить выручку от его реализации на 11,5 % и прибыль на 13,4 %. Рентабельность производства молока за опытный период оказалась выше на 3,4 %. Таким образом скармливание консервированного плющеного зерна порошкообразной серой оказалось экономически целесообразным.

3.2.6 Оценка энергетической эффективности производства плющеного зерна

Для проведения энергетической оценки была составлена технологическая карта заготовки сырого фуражного зерна с применением консервирующих препаратов и хранением в герметичных условиях. По её данным сформированы таблицы 1 и 2, представленные в приложении А.

Энергоёмкость энергетических средств, приходящаяся на один час работы силовой машины (трактора, комбайна), определяли по «Методическому пособию по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства» [92]. Согласно этому руководству энергоёмкость, приходящаяся на один час работы силовой машины (трактора, комбайна), определяется по зависимости 3.14:

$$E_T = \frac{M_T \times \alpha_{TP}}{100} \left(\frac{a_T}{T_{HT}} + \frac{a_{TK} + a_{TT}}{T_{ЗТ}} \right), \quad (3.14)$$

где M_T – масса силовой машины, кг;

α_{TP} – энергетический эквивалент силовой машины, равный 120 МДж/кг;

a_T, a_{TK}, a_{TT} – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты силовой машины, %;

$T_{HT}, T_{ЗТ}$ – нормативная и зональная годовая загрузка силовой машины, ч.

Энергоёмкость, приходящаяся на один час работы машины или сцепки, рассчитывалась по формуле 3.15:

$$E_M = \frac{M_M \times \alpha_M}{100} \left(\frac{a_M}{T_{HM}} + \frac{a_{MT}}{T_{ЗМ}} \right), \quad (3.15)$$

где M_M – масса машины (сцепки), кг;

α_M – энергетический эквивалент, равный 104 МДж/кг и отчисления на реновацию машины (сцепки), %;

a_{MT} – отчисления на текущий ремонт машины (сцепки), %;

$T_{HT}, T_{ЗМ}$ – нормативная и зональная годовая загрузка машины (сцепки), ч.

В соответствии с прилагаемыми формулами были проведены расчёты энергоёмкости технологических процессов дробления сухого зерна, а также зерна, имеющего избыточную влажность, и: а) высушенного до стандартной влажности (14 %) с применением сушильной установки Agrex PRT 250; б) консервированного порошкообразной серой и хранящегося в анаэробных условиях с применением полимерных рукавов (таблицы 30, 31).

Таблица 30 – Энергоёмкость и затраты энергетических средств на технологические операции при консервировании и подготовке к скармливанию сырого консервированного фуражного зерна ячменя.

№ п/п	Операция	Марка, модель		Время работы машины, час	Энергоёмкость, МДж/ч /км*/кг**	Энергозатраты МДж
		тракт., автооб.	машины, сцепки			
1	Подготовка площадки	МТЗ-80	2ПТС-4	2	123,5	247
2	Транспортировка зерна с поля	КамАЗ-5320		243,5	4,3*	1047,05
3	Транспортировка упаковочного мешка	КамАЗ-5320		16	4,3*	68,8
4	Загрузка зерна в плющилку	МТЗ-82.1	STOLL Robust FZ 10	7,5	75,3	564,7
5	Плющение зерна	МТЗ-82.1	Волга700 К	7,5	739,5**	5546,2
6	Уборка территории	МТЗ-80	2ПТС-4 2		123,5	247
Итого						7720,95

Примечания * - Энергоёмкость (МДж) на километр пути; ** Энергоёмкость МДж на килограмм агрегата или силовой машины.

Наиболее энергоёмкой операцией консервирования сырого зерна при досушивании и подготовке к скармливанию является его дробление (табл. 31). Энергоёмкость дробления зерна стандартной влажности, убранного при благоприятных погодных условиях, оказалась ниже на 33,3 %.

Таблица 31 – Энергоёмкость и затраты энергетических средств и сельскохозяйственных машин при сушке и дроблении фуражного зерна ячменя.

Технологическая операция	Марка, модель		Время работы машины, час	Энергоёмкость МДж/ч /км*/кВт**	Энергозатраты, МДж
	тракт., автооб.	машины, сцепки			
Загрузка зерна в сортировку	НЛК - 10		7,5	26,4**	198
Сортировка зерна	БИС - 100		7,5	18**	135
Сушка зерна	Agrex PRT 250		7,5	642**	4,8
Транспортировка зерна к дробилке	КамАЗ-5320		3,7	4,4*	954,6
Загрузка зерна в дробилку	МТЗ-80	STOLL Robust FZ 10	9,1	75,3	685,2
Дробление зерна	А1-ДМ2Р-55М		9,1	670,2	6098,8
Загрузка зерна в КамАЗ-5320	НЛК - 10		5,9	26,4**	155,8
Транспортировка зерна на склад	КамАЗ-5320		3,7	4,4*	954,6
Уборка территории	МТЗ-80	2ПТС-4	3,7	123,5	456,95
Итого досушеное зерно			-	-	9643,7

Примечание. * - Энергоёмкость (МДж) на километр пути; ** Энергоёмкость МДж на кВт потребленной энергии.

Самой энергосберегающей оказалась технология химического консервирования сырого зерна и анаэробного хранения в полимерных рукавах,

энергоёмкость которой была на 46,5 % ниже в сравнении дроблением предварительно досушенного зерна (табл. 30-31).

Следующим этапом расчёта стало определение энергетических затрат в представленных технологиях хранения зерна. В нашем случае для определения полных затрат энергии мы воспользуемся формулой 3.16:

$$Q = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{ов}} \quad [3.16]$$

где $Q_{\text{ов}}$ – овеществленные затраты, МДж.

$Q_{\text{пр}}$ – прямые затраты, МДж.

Исходными данными для определения $Q_{\text{пр}}$ и $Q_{\text{ов}}$ являются:

- прямые затраты, складывающиеся из расходов на дизельное топливо, электрическую энергию и затраты труда;
- овеществлённые затраты – это затраты, связанные с использованием техники, зданий (сооружений) и расходных материалов.

Энергетические эквиваленты применяемых трудовых, материальных и производственных ресурсов были использованы из данных А.А. Кива [59], О.И. Детистовой [28].

Результаты расчётов по определению энергии в затраченном труде при выполнении технологических операций представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Затраты труда при разных способах консервирования и подготовке к скармливанию фуражного зерна ячменя

Показатели	Способ консервирования		
	химический с анаэробным хранением	сушка с аэробным хранением	
		естественная	искусственная
	Подготовка к скармливанию		
	площение	дробление	
Урожайность, т/га	2,5	2,38	2,5
Выход сухого вещества после очистки и сушки (СВ), т/га	1,97*	1,88**	1,88
Затраты труда всего, чел.-час. /га	1,16	1,8	2,05
в т.ч. механизаторов	0,7	0,97	1,2
Затраты энергии в труде: МДж/т	18	33,8	39,3
в т.ч. механизаторов МДж/т	13,4	21,46	26,95
МДж/га	45	80,4	98,3

Примечание: * зерно не подвергалось очистке и сушке, ** зерно не сушили

Из данных таблицы 32 следует, что наименьшими затратами энергии в труде характеризовалась технология хранения зерна повышенной влажности в полимерных рукавах за счёт наибольшего выхода в урожай сухого вещества и наименьших затрат труда на гектар посевной площади. В сравнении с технологией уборки зерна со стандартной влажностью и сырого, доведённого до стандартной влажности методом искусственной сушки, и подготовке к скармливанию дроблением эти показатели соответственно увеличились на 4,8 % и снизились в 1,55 и 1,77 раза. В расчёте на 1 тонну консервированного зерна общая экономия энергии затраченного труда составила соответственно 15,8 и 21,3 МДж, в т.ч. труда механизаторов – 8,1 и 13,6 МДж.

Следующим этапом стало определение прямых и полных затрат энергии, результаты расчётов которых представлены в таблицах 33 и 34.

Результаты расчётов показывают, что в структуре затрат энергии на химические консерванты, плющение и герметичное хранение сырого зерна основную долю представляют овеществлённые затраты (99,4 %). В овеществлённых затратах львиная доля затрат энергии (80,3 %) приходится на энергетические средства. Следующим по затратности стали сельскохозяйственные машины, затраты на которые от полных затрат энергии составили 19,4 %. При этом прямые затраты энергии в общем количестве прямых и овеществлённых затрат не превышали 0,6 %.

Таблица 33 – Прямые и овеществлённые затраты энергии на плющение, химическое консервирование и герметичное хранение

Статьи затрат, материалы	Количество на 1 га	Энергия, МДж	
		на 1 га	на 1 т
Прямые затраты	-	469,9	187,9
Из них: дизельное топливо	8,9 кг	469,9	187,9
Овеществлённые затраты	-	78 867,9	31 630,36
техника	энергетические средства	732,7 кг	63302,4
	сельхозмашины	203,8 кг	15287,5
полиэтиленовый рукав	2 кг	243	97,5
химконсерванты	2.5 кг	35	14
Прямые и овеществлённые затраты:		79 337,8	31 818,32
Полные затраты энергии:		79 382,8	31 836,32

Структура затрат прямой и овеществлённой энергии на дробление сухого зерна естественной и искусственной сушки в целом сходны с таковой у химически консервированного плющеного зерна. Так, овеществлённые затраты энергии в обоих случаях были доминирующими и составляли соответственно 99,16 и 99,1 %, прямые – 0,74 и 0,8 %. Затраты на энергетические средства в варианте с зерном естественной сушки при этом равнялись 92,3, с досушенным зерном – 93,4 %, на сельхозмашины – соответственно 7,7 и 6,6 % (табл. 34).

Таблица 34 – Прямые и овеществлённые затраты энергии на дробление зерна стандартной влажности

Статьи затрат, материалы	Количество на 1 га	Зерно				
		сухое		досушенное		
		Расход энергии, МДж				
		на 1 га	на 1 т	на 1 га	на 1 т	
Прямые затраты	-	602,9	248,84	763,3	313	
Из них: дизельное топливо	7,28 кг	383,3	161,04	383,3	161,04	
электроэнергия	18,3/31,7 кВт	219,6	87,8	380	152	
Овеществлённые затраты	-	80999,6	32401,6	95111,6	38046,4	
техника	энергетические средства	864,3/1027,7кг	74678,4	29871,4	88790,4	35516,2
	сельхозмашины	83,2 кг	6237,5	2495	6237,5	2495
зернохранилище	0,5 м ²	83,7	35,2	83,7	35,2	
Полные затраты энергии:		81682,9	32684,2	95973,2	38398,7	

Сравнение данных таблиц 33 и 34 показывает, что наиболее экономичной по затратам прямой и овеществлённой энергии из рассматриваемых была технология консервирования сырого плющеного зерна ячменя порошкообразной серой с последующим хранением в анаэробных условиях. В сравнении с ней полные затраты этих видов энергии в вариантах аэробного хранения сухого и досушенного зерна с последующим дроблением на молотковой дробилке оказались выше соответственно на 2,9 и 20,9 %, т.е. были примерно равными с зерном, убираемым прямым комбайнированием при благоприятных погодных условиях и на 1/5 ниже, если зерно повышенной влажности приходилось досушивать после уборки в неблагоприятных погодных условиях.

В таблице 35 приведены энергетические параметры технологий хранения и подготовки фуражного зерна к скармливанию.

Таблица 35 – Энергетические параметры технологий

Показатели	Ед. измерения	Способ подготовки			
		сушка		консервирование	
		естеств.	досуш.	сея	
		дробление		плющение	
Уборочная площадь	га	30			
Урожайность: - зерна - сухого вещества	т/га	2,38	2,5		
		1,88		1,97	
Получено:	- зерна	т	71,4	75	
	- сух. вещества	т	56,4	59,1	
Затраты энергии на консервирование:	живого труда	ГДж	2,41	2,9	1,3
	прямые		18,1	22,9	14,1
	овеществлённые		2429,9	2853,3	2366
	полные		2450,5	2879,2	2381,5
Энергоёмкость машин		ГДж	2429,9	2853,3	2366
Удельные затраты энергии:	- на 1 т корма	МДж	34320,54	40324,8	31753,1
	- на 1 т сухого вещества		43448,35	51049,6	40295,8

Плющение и хранение в пластиковых рукавах зерна повышенной влажности в сравнении с другими способами консервирования является наименее энергозатратной технологией хранения и подготовки его к скармливанию. По рассматриваемому параметру она вполне сопоставима с традиционной технологией обмолота зерна стандартной влажности, подготовкой к хранению, хранением его в складских помещениях и дроблением с последующим скармливанием, хотя и в этом случае удельные затраты энергии на её реализацию ниже на 8,1 %. Но если из-за погодных условий не удаётся заготовить зерно со стандартной влажностью и имеется необходимость в его досушке для хранения в аэробных условиях, это существенно увеличивает энергетические затраты, которые в сравнении с зерном, убранном в сухом состоянии, возрастают на 7,6 ГДж или на 14,9 % в расчёте на 1 т сухого вещества. Консервирование плющеного зерна порошкообразной серой и хранение его в анаэробных условиях в пластиковых рукавах по энергетическим затратам экономнее этого варианта на 10,75 ГДж или на 21,1 %.

Таким образом, наиболее энергосберегающей технологией консервирования зерна повышенной влажности является его плющение, обработка порошкообразной серой и хранение в пластиковых рукавах в анаэробных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плющение сырого зерна ячменя улучшало качественные показатели биохимического состава: увеличивало содержание сырого протеина и снижало содержание аммиачного азота.

После продолжительного хранения во всех вариантах опыта зерно по органолептическим показателям было доброкачественным.

Лучшие показатели качества брожения имело зерно, обработанное порошкообразной серой и уложенное на хранение при средней плотности трамбовки. Применение этого препарата стимулировало образование молочной кислоты и общее кислотообразование, преобладание её долевого участия среди кислот брожения, ограничивало синтез уксусной и ингибировало образование масляной кислоты, что улучшало подкисление зерна. Установлена прямая взаимосвязь между содержанием в зерне уксусной и молочной кислот, которая является определяющей для общего размера кислотообразования при консервировании зерна повышенной влажности и хранении в анаэробных условиях.

Обработка зерна порошкообразной серой в сравнении с использованием других препаратов при консервировании сырого фуражного зерна ячменя обеспечивала более высокое содержание и сохранность сухого вещества, повышенную концентрацию в нём обменной энергии и переваримого протеина. Концентрация обменной энергии в сухом веществе и содержание переваримого протеина в корме уменьшались при увеличении связанного с активизацией микробиологических процессов кислотообразования и снижении содержания сухого вещества в зерне.

Консервирование порошкообразной серой закладываемого на анаэробное хранение сырого плющеного зерна в условиях АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области обеспечило надёжную сохранность и уменьшило затраты на консервирование, хранение и подготовку к скармливанию на 1256 руб./т или на 19,4 % по сравнению с

зерном естественной и на 3708 руб./т или на 41,6 % с зерном искусственной сушки.

Скармливание консервированного порошкообразной серой плющеного зерна оказалось экономически выгодным. Валовый надой коров опытной группы в пересчете на стандартную жирность вырос на 11,5, выручка от его реализации – на 11,5 и прибыль – на 13,4 %. Рентабельность производства молока за опытный период оказалась выше на 3,4 %.

Технология хранения и подготовки к скармливанию с применением плющения сырого зерна ячменя, обработки порошкообразной серой и хранения в пластиковых рукавах оказалась наименее энергозатратной. Она по этому параметру была вполне сопоставимой с традиционной технологией заготовки зерна стандартной влажности, подготовки его к хранению, хранением его в складских помещениях, дроблением и последующим скармливанием, хотя и в этом случае уступала ей на 8,1 % по удельным затратам энергии.

При досушке сырого зерна до стандартной влажности затраты энергии в расчёте на 1 т сухого вещества возрастали на 7,6 ГДж или на 14,9 % по сравнению с уборкой сухого зерна. Консервирование плющеного зерна порошкообразной серой и хранение его в анаэробных условиях в пластиковых рукавах по энергетическим затратам экономнее этого варианта на 10,75 ГДж или на 21,1 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для приготовления консервированного корма из сырого зерна ячменя с высокой питательной ценностью по предлагаемой технологии рекомендуется:

1. Убирать ячмень в фазу неполной спелости зерна при влажности около 25 % при концентрации в сухом веществе около 12 МДж обменной энергии.
2. Проводить плющение на имеющемся оборудовании с одновременной обработкой порошкообразной серой в дозе 1 кг/т.
3. Укладывать зерно на хранение в пластиковые рукава со средней степенью уплотнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, А. И. Справка о проведении производственных испытаний по изучению эффективности использования плющеного консервированного зерна ячменя в рационах молочных коров Вологодской области. / А. И. Абрамов, Л. В. Смирнова. – <http://www.UAK-info.ru> / Электронный ресурс: 7.01.2014
2. Алабушев, А. В. Научное обеспечение развития производства и использования зернофуража в Южном Федеральном Округе Российской Федерации / А. В. Алабушев // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 105-120
3. Аликаев, В. А. Справочник по контролю кормления и содержания животных / В. А. Аликаев [и др.] – М.: Колос, 1982. – 436 с.
4. Алямзянов, С. Заготовить или купить? / С. Алямзянов // Животноводство России. – 2004. – №6. – С. 51
5. Андреева, Т. А. Эффективность использования зерна при откорме молодняка крупного рогатого скота. / Т. А. Андреева, В. И. Бобров, Е. Ф. Борисенко // Науч. тр. Бел НИИЖ. – 1974. – т. 14. – С. 102-109.
6. Анискин, В. И. Консервация влажного зерна / В. И. Анискин. – М.: Колос, 1968. – 268с.
7. Аносов, И. И. Консервирование зерна повышенной влажности безводным аммиаком. / И. И. Аносов, Н. И. Капустин // Химия в сельском хозяйстве. – 1986. – т. 24. – №7. – С. 36-38.
8. Ахламов, Ю. Плющение и консервирование зерна – путь к рентабельности животноводства / Ю. Ахламов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2008. – №5. – С. 32-36
9. Баранов, Л. Н. Технология приготовления высококачественного корма / Л. Н. Баранов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – №4. – С. 48
10. Баранов, Л. Н. Плющение зерна – технология рентабельного животноводства / 6 июля 2010, 08:21 "АГРОМЭН" // Официальный дилер

Murska/Мурска в России - www.amurska.ru - плющилки зерна, животноводческое оборудование. Электронный ресурс: http://yaprofy.ru/userpublication.php?userpublication_id=1385 07.01.2014

11. Бардышев, Г. Пропионовая кислота повышает устойчивость комбикормов. / Г. Бардышев // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1971. – №1. – С. 45.

12. Батабаева Ж. Плющить, нельзя дробить // Электронный ресурс: <http://agroinfo.kz/plyushhit-nelzya-drobit/> 07.01.2014

13. Баум, А. Е. Применение искусственно охлаждённого воздуха при хранении зерна за рубежом. / А. Е. Баум. – М.: ЦНИИТЭИ, 1977. – 28с.

14. Белоруссия. Хозяйства значительно увеличат объем заготовок плющеного зерна // Источник: Зерно Он-Лайн. Электронный ресурс: <http://www.zol.ru/z-news/showlinks.php?id=25219> 07.01.2014

15. Бикташев Р. У. Основные направления ресурсосбережения при производстве и применении зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных / Р. У. Бикташев, Ш. К. Шакиров, Ф. С. Гибадуллина, М. В. Алексеева // Кормопроизводство. – 2005. – №7. – С. 22-25

16. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных: 2-е изд., перераб. и доп. / Г. А. Богданов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624с.

17. Васько, П. П. Силосование плющеного зерна - эффективный метод приготовления высококачественного корма / П. П. Васько, С. В. Абраскова // Электронный ресурс: <http://agrosbornik.ru/sovremennye-resursosberegayushhietehnologii/1139-silosovanie-plyushhenogo-zerna-effektivnyj-metodprigotovleniya-vysokokachestvennogo-korma.html> 07.01.2014

18. Венедиктов, А. М. Кормление сельскохозяйственных животных. / А. М. Венедиктов. - М.: Росагропромиздат. 1988. - 366 с.

19. Виноградов, В. Н. Использование зернофуража в кормлении молочного скота / В. Н. Виноградов, М. П. Кириллов, В. М. Дуборезов // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 342- 350

20. Воробьёв, Е. С. Химия и качество кормов. / Е. С. Воробьёв, Л. Н. Воробьёва. – М.: Россельхозиздат, 1977. – С. 50-51.
21. Высокоэффективные добавки для улучшения качества плющеного зерна и силоса. // Проспект ООО «Стары млын»: Электронный ресурс: <http://mcx-consult.ru/vysokoeffektivnye-dobavki-dlya-uluc> 06.01.2014
22. Герасимов, Е. Ю. Биопрепараты, как элемент технологии консервирования сырого фуражного зерна / Е. Ю. Герасимов, Н. Н. Кучин, Е. В. Рябухина // Вестник НГИЭИ. – 2016. – №8(63). – С. 95-102.
23. Голик, М. Г. Применение искусственного холода при хранении зерна. / М. Г. Голик, Г. В. Тарадина, Г. Г. Рыжков. – М.: ЦНИИТЭИ, 1974. – 48с.
24. ГОСТ Р 53056 – 2008 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки: Дата введения 2009-01-01 – М.: Стандартиформ, 2009. – 20с.
25. Гурьянов, А. М. Повышение эффективности использования зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных / А. М. Гурьянов, А. А. Артемьев // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 351-363
26. Дашков, Ю. Ф. Силосование зерна. / Ю. Ф. Дашков // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1963. – №9. – С. 22-24.
27. Денисова, Р. Р. Способы обработки кормового зерна. / Р. Р. Денисова, В. П. Елизаров. – М.: ВНИИТЭСХ, 1980. – 70с.
28. Детистова О. И. Разработка технологии и обоснование средств механизации приготовления силосованных кормов в малообъемных хранилищах: Дисс... канд. техн. наук: 05.20.01 / О. И. Детистова. – зерноград, 2003. – 149 с.
29. Дешко, В. И. Исследования процесса плющения увлажнённого зерна. / В. И. Дешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, 1976. – вып. 35. – С. 28-32.

30. Дешко, В. И. Зависимость толщины хлопьев от зазора между вальцами зерновой плющилки. / В. И. Дешко, А. Г. Акулинин, А. Н. Полипенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, 1975. – вып. 33. – С. 111-115.

31. Дешко, В. И. Эксплуатационные показатели плющилки для влажного зерна. / В. И. Дешко, Г. М. Кукта // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, 1977. – вып. 38. – С. 48-52.

32. Для заготовки влажного плющеного зерна злаковых и зернобобовых культур, кукурузы и корнажа // Электронный ресурс: http://lallemand.su/index.php?Itemid=25&id=16&option=com_content&task=view 06.01.2014

33. Для фуражного зерна // Электронный ресурс: http://kormovit.ru/products/list.php?SECTION_ID=31 06.01.2014

34. Дубов, Ю. Г. Экономическая эффективность уборки и хранения влажного фуражного зерна. / Ю. Г. Дубов, К. К. Харламова, Н. Ю. Коновалова // Кормопроизводство. – 2005. – №2. – С. 26-28.

35. Емельянова, Е. В. Влияние различных технологических приёмов на содержание сухого вещества в сыром фуражном зерне / Е. В. Емельянова Н. Н. Кучин // XXXVII МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ (ПАМЯТИ А.Д. САХАРОВА): сборник статей Международной научно-практической конференции. – Москва, 2018. – С. 41-46.

36. Емельянова, Е. В. Влияние степени уплотнения сырого фуражного зерна на качество брожения при использовании различных препаратов для его консервирования / Е. В. Емельянова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 8 часть 1. – С. 123-128.

37. Емельянова, Е. В. Влияние технологических приёмов на накопление кислот брожения в консервируемом фуражном зерне / Е. В. Емельянова, Н. Н. Кучин // Перспективы и технологии развития естественных и математических работ. / сб. науч. тр. ... межд. науч.-прак. конф. (25 февраля 2019 г.) – Нижний Новгород, 2019. – С. 11-14.

38. Емельянова, Е. В. Степень подкисления сырого фуражного зерна ячменя в зависимости от условий консервирования / Е. В. Емельянова, Н. Н. Кучин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 5. – С. 49-57.

39. Емельянова, Е. В. Технологические параметры и эффективность сохранения и подготовки к скармливанию сырого фуражного зерна / Е. В. Емельянова Н. Н. Кучин // Корреляционное взаимодействие науки и практики в новом мире: сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 168-171.

40. Емельянова, Е. В. Технология сохранения сырого плющеного фуражного зерна в анаэробных условиях / Е. В. Емельянова // В сборнике Всероссийской с международным участием научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 155-летию со дня рождения Н. Н. Худякова: сборник научных статей по итогам всероссийской с международным участием научной конференции. – Москва, 2021. – С.

41. Ерошенко, А. Н. Создание и внедрение в центральном регионе России сортов ярового ячменя с широкой агроэкологической адаптацией / А. Н. Ерошенко, Л. М. Ерошенко, Н. А. Ерошенко [и др.] // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Сб. науч. мат. – Орёл: ПФ «Картуш», 2008. – С. 120-129.

42. Жужин, М. С. Разработка устройства дозированной подачи порошкообразных препаратов для консервирования кормов: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.20.01 / М. С. Жужин – Княгинино, 2017. – 22с.

43. Жужин, М. С. Экономическая эффективность использования дозатора для обработки сырого зерна порошкообразным консервантом / М. С. Жужин, Н. Н. Кучин // 13th International Multidisciplinary Scientific Conference EURO-BRAND 18-20 November 2016, Kragujevac, Serbia, S. 75-83.

44. Жужин, М. С. Энергетическая эффективность использования устройства дозированной подачи порошкообразного консерванта при плющении сырого зерна ячменя / М. С. Жужин, Н. Н. Кучин // Вестник

Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2017. – № 3. – С. 21-28.

45. Заготовка кормов. / ООО «Лакта» // Электронный ресурс: <http://lakta.ru/pages/19.html> 05.01.2014

46. Заготовка плющеного консервированного зерна: Дешёвый и качественный корм // Электронный ресурс: http://www.murskabiopacker.fi/ru_vanha/media/Kemira_Murskeviljaesite_RUS_net.pdf 07.01.2014

47. Зезин, Н. Н. Состояние и перспективы производства зернофуража в Уральском Федеральном округе Российской Федерации / Н. Н. Зезин, С.Л. Гридина, А.П. Колотов // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 147-153

48. Зернаж, технология его приготовления и использования. – Иркутск, 1973. – 29с. 131

49. Зубрилин, А.А. Научные основы консервирования зелёных кормов. /А.А. Зубрилин – М.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1947. – С. 281-288.

50. Ижболдина, С. Кормовые достоинства плющеного зерна в вакуумной упаковке / С. Ижболдина // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – №3. – С. 28-29.

51. Использование консервированного и плющеного зерна в кормлении КРС. // Электронный ресурс: <http://www.amurska.ru> 15.01.2014

52. Калейс, А.Х. Обоснование и сравнительная оценка некоторых способов хранения фуражного зерна. / А.Х. Калейс. – Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Таллин, 1974. – 25 с.

53. Калейс, А. Зернаж. / А. Калейс, И. Рамане // Сельское хозяйство Белоруссии. – 1971. – № 11. – С. 43.

54. Калинин, В.И. Химическое консервирование фуражного зерна высокой влажности. / В.И. Калинин, В.М. Киреев, С.В. Чельшев /

Интенсификация механизированных процессов в земледелии: Труды Горьковского СХИ. – Горький, 1978. – т. 117. – С. 55-58.

55. Кашеваров, Н.И. Научное обеспечение производства зернофуража в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 154-160

56. Каширина, Л. Плющение зерна – эффективный способ повышения питательных веществ рациона / Л. Каширина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – №4. – С. 60.

57. Кавашима, Р. Влияние способа обработки зерна на его переваримость в рубце крупного рогатого скота. / Р. Кавашима. – М.: ВНИИТЭИСХ. – РЖ: Сер. «Корма и кормление». – 1978. – №2. – С. 8.

58. Квасников, Е.И. Молочнокислые бактерии и пути их использования /Е.И. Квасников, О.А. Нестеренко. - М. «Наука» 1975. – 384с.

59. Кива, А.А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоемкости технологических процессов в животноводстве / А.А. Кива, В.М. Рабштына, В.И. Сотников. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176с. 132

60. Кивер, В.Ф. обработка, хранение и использование влажного зерна кукурузы в США. / В.Ф. Кивер // Кормопроизводство. – 1983. – №8. – С. 18-19.

61. Комлева, В. Ш. Консервирование плющеного зерна кукурузы / В. Ш. Комлева, Н. Н. Кучин // Вестник НГИЭИ. – 2022. – №12 (139). – С. 7-17.

62. Консервант для плющеного зерна // Электронный ресурс: <http://www.agroserver.ru/b/konservant-dlya-plyushhenogo-zerna-193026.htm> 06.01.2014.

63. Консерванты для комбикормов. / Л.И. Карпова, В.А. Огай, Л.Г. Винокурова [и др.] // Кормопроизводство. – 1986. – №8. – С. 38.

64. Консервирование зерна с применением биоконсерванта Лактис. // Электронный ресурс: <http://www.biolaktis.com/article3.php> 5.01.2014

65. Консервирование влажного зерна / Ермакова Л., Чумаченко И., Панасенко Ю., Национальный аграрный университет 14th Декабрь 2010 Обсуждение закрыто // Электронный ресурс: 07.01.2014

66. Консервирование плющеного зерна // Электронный ресурс: http://www.saratovagro.ru/left_links/branch/plants/konserv_plush_zerna.php 07.01.2014

67. Консервированное зерно // Научно-производственное предприятие «Агробιοпрепараты». Электронный ресурс: <http://agrobio.com.ua/corn.html> 5.01.2014

68. Консервированный плющенный корм для животных - плющилки зерна Murska // ООО АГРОМЭН - аграрная Компания: компания Murska в России. Электронный ресурс: - www.amurska.ru 6.01.2014

69. Конюхов, В.В. Обоснование состава и технологий заготовки фуражного зерна в условиях НЗ РФ. Дис... канд. техн. наук. – СПб, 2000. – 187с.

70. Конюхов, В.В. Технология плющения и консервирования зерна – путь к рентабельности животноводства. / В.В. Конюхов, С.С. Ромашко, О.А. Шкрабак // Проблемы качества продукции в XXI в. Методы и технические средства испытаний и сертификации технологий и техники: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2003. – С. 40-42. 133

71. Корма: Справочная книга / Под ред. М.А. Смурыгина. – М.: Колос, 1977. – 368с.

72. Кормление высокопродуктивных животных / Под ред. Я. Лабуды и П.В. Демченко. – М.: Колос, 1976. – 336с.

73. Коршун А. Н. Плющилка-упаковщик влажного зерна ПВЗ-30: Потенциал кукурузы: Как реализовать его в полной мере // Электронный ресурс: <http://7148845.ru/plyushhilka-vlazhnogo-zerna-pvz-30/> 5.01.2014

74. Косолапова, Е. В. Обоснование технологии двухфазного консервирования козлятника восточного: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 05.20.01 / Е. В. Косолапова – Княгинино, 2017. – 22с.

75. Косолапов В.М. Перспективы развития кормопроизводства России / В.М. Косолапов // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 365-381

76. Косолапов В.М. Результаты работы и задачи по выполнению задания IV.12.05 межведомственной координационной программы «Разработать требования к созданию новых зернофуражных сортов и технологиям их возделывания, высокоэффективные способы подготовки и использования зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных / В.М. Косолапов // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 43-63

77. Кургузкин, В.Н. Консервирование и обогащение азотом фуражного зерна. / В.Н. Кургузкин, О.Б. Филиппова, Е.Ф. Саранчина // Кормопроизводство. – 2009. – №8. – С. 30-32.

78. Курдоглян А. Технология уборки зернофуражных культур в плющеном виде / А. Курдоглян // Главный зоотехник. – 2009. – №10. – С. 59-61

79. Кутровский, В.Н. Научное обеспечение производства и использования зернофуража в центральном районе Нечернозёмной зоны Российской Федерации / В.Н. Кутровский // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 65-77.

80. Кучин, Н. Н. Влияние степени уплотнения и использования биологических и химических препаратов на результаты консервирования фуражного зерна повышенной влажности / Н. Н. Кучин, А. П. Мансуров, Е. Ю. Герасимов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского – 2012. – №5. – Ч. 3 – С. 140-144.

81. Кучин, Н. Н. Консервирование плющеного фуражного зерна повышенной влажности биологическим препаратом «Биосил ННЗ». / Н. Н. Кучин, А. П. Мансуров, Н. И. Рыбин // Кормопроизводство. – 2009. – №8. – С. 27-30.

82. Кучин, Н. Н. Проблема консервирования фуражного зерна повышенной влажности / Н. Н. Кучин, Е. Ю. Герасимов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции

сельского хозяйства: Мосоловские чтения: мат. межд. науч.-практич. конф. / Мар. гос. ун-т. – Й.-Ола, 2014. – вып. XVI. – С. 78-80.

83. Кучин, Н. Н. Степень уплотнения, химические и биологические препараты при консервировании фуражного зерна повышенной влажности / Н. Н. Кучин, А. П. Мансуров, Е. Ю. Герасимов, В. А. Жирнов // Нижегородский аграрный вестник (ГСХА). – Н. Новгород, 2012. – С. 324-329.

84. Кучин, Н. Н. Технологические аспекты консервирования сырого фуражного зерна / Н. Н. Кучин, Е. В. Емельянова // Высшая школа: научные исследования: сб. науч. ст. по итогам раб. Межвуз. науч. конгр. – Москва, 2020. – С. 181-194.

85. Лапотко А.М. // Наше сельское хозяйство. – 2009. – №6. – С.

86. Лапотко, А.М. Использование фуражного зерна. С пользой для государства и себе не в убыток. / А.М. Лапотко // Белорусское сельское хозяйство. 2008. – № 9 (77) – С. 24-32.

87. Лаптев Г.Ю. Проблемы производства зернофуража на северозападе Российской Федерации / Г.Ю. Лаптев, А.Н. Перекопский, В.Н. Суровцев // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 43-63

88. Липовский М.И. Молотильный барабан для уборки зерна восковой спелости / М.И. Липовский, А.Н. Перекопский, А.И. Сухопаров // Сельскохозяйственные вести. – 2004. – №4. – С. 5

89. Лурье, В.М. Химическое консервирование влажного фуражного зерна. / В.М. Лурье, В.И. Анискин, Э.Р. Берзиньш. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1977. – 64с.

90. Макарецев, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных /Н.Г. Макарецев. – К.: ГУП «Облиздат», 1999. – 646с.

91. Марчяускене, Г.И. Использование карбамида для консервирования зерна фуражного ячменя. / Г.И. Марчяускене // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – т. 20. – №8. – С. 35-37.

92. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства: [инструктивно-методическое издание] / [Б. П. Михайличенко [и др.]. – Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 1995. — 174 с.

93. Механизация заготовки и переработки кормов / Технологии заготовки кормов // Электронный ресурс: <http://agraru.ru> 07.01.2014

94. Микрюков, К. Ю. Результаты исследований физико-механических свойств зерна при плющении. / К.Ю. Микрюков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – Киров.: ВГСХА, 2002. – С. 126-132. 135

95. Могильницкий, В. М. Энергосберегающая технология производства фуражного зерна плющением и консервированием / В. М. Могильницкий, А. Н. Перекопский // Современные проблемы увеличения производства кормов и повышение их питательной ценности в условиях Северо-Западного региона РФ. – СПб. - Пертрозаводск, 2002. – С. 53-57.

96. Надточаев, Н. Ф. Готовим концентрированные корма из кукурузы / Н. Ф. Надточаев, С. В. Абраскова // Электронный ресурс: <http://mshp.minsk.by/arekomendacii/zs/2009/110809/rekomen110809.htm> 07.01.2014

97. Наумова, Г. В чем достоинства плющеного зерна? / Г. Наумова, А. Козинец // Электронный ресурс: http://belniva.by/news_full.php?id_news=40679 06.01.2014

98. Нефёдов Г. Г. Плющенное зерно – дешево и качественно // Электронный ресурс: <http://www.dairynews.ru/dairyfarm/plyushchenoe-zernodyeshevo-i-kachestvenno.html> 05.01.2014

99. Нечушкин, С. М. Обработка зернофуража карбамидом и аммиаком. / С. М. Нечушкин, В. В. Тельбиз // Кормопроизводство. – 1983. – №10. – С. 13-14.

100. Никитин, В. Консервирование влажного фуражного зерна карбамидом. / В. Никитин и др. // Животноводство. – 1980. – №11. – С. 41-42.

101. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М., 2003. – 456с.

102. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие: Часть 1. Крупный рогатый скот / Под ред. А. П. Калашникова, Н. И. Клейменова, В. В. Щеглова. – М.: Знание, 1995. – 400с.

103. Перекопский, А. Н. Влияние фазы спелости зерновых на стратегию уборочных работ / А. Н. Перекопский, Д. А. Гудков // Технология и технические средства механизированного производства кормов и продукции животноводства. – Сб. науч. тр. ВНИИМЭСХ. – 2003. – Вып. 75. – С. 21-25

104. Перекопский, А. Н. Плющение и консервирование фуражного зерна при производстве кормов / А. Н. Перекопский // Техника и оборудование для села. – 2006. – №6. – С. 22.

105. Перекопский, А. Н. Ресурсосберегающие технологии производства кормов в условиях северо-западного региона РФ. / А. Н. Перекопский // Экология и сельскохозяйственная техника: Материалы 4-й научно-практической конференции. Т. 2 Экологические аспекты производства продукции растениеводства, мобильной энергетики и сельскохозяйственных машин. – СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2005. – 398с.

106. Перекопский, А. Н. Снижение потерь фуражного зерна в зависимости от сроков уборки / А. Н. Перекопский, Д. А. Глухов // Технология и технические средства механизированного производства кормов и продукции животноводства. – Сб. науч. тр. ВНИИМЭСХ. – 2002. – Вып. 73. – С. 169-172.

107. Перекопский, А. Н. Формирование технологических схем производства корма плющением и консервированием зерна / А. Н. Перекопский, Л. Н. Баранов // Технология и технические средства механизированного производства кормов и продукции животноводства. – Сб. науч. тр. ВНИИМЭСХ. – 2004. – Вып. 76. – С. 71-74.

108. Пищеварение и кормление: Техническое руководство по производству молока / М. А. Ваттио, Т. Ховард; Пер. с англ. Д. Костень. – Типография ун-та Висконсина, 1994. – 148с.

109. Плющение зерна — эффективный метод приготовления высококачественного корма. // Электронный ресурс http://www.selhoztehnika.com/art_01.html Дата обращения 12.01.2014

110. Плющилки зерна // Электронный ресурс: <http://moas.ru/page170.html> 06.01.2014

111. Полевые работы в Сибири в 2011 году: рекомендации / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние; под ред. акад. А.С. Донченко, Н.И. Кашеварова, проф. В.К. Каличкин. – Новосибирск, 2011. – 146 с. 137

112. Попова, А. Н. Использование углеаммонийной соли для консервирования початков кукурузы повышенной влажности. / А. Н. Попова // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – т. 23. – №7. – С. 30-32.

113. Попов, В. Д. Технология консервирования фуражного зерна / В. Д. Попов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №2. – С. 9-10.

114. ПО «Сиббиофарм»: новые возможности в гармонии с природой // Электронный ресурс: <http://selhozrf.ru/node/206> 07.01.2014

115. Производство, заготовка и хранение влажного фуражного зерна в условиях Вологодской области: Рекомендации. / Сост. Е. А. Тяпугин, Ю. Г. Дубов, Н. Ю. Коновалова [и др.] – Вологда - Молочное: ИЦ ВГМХА, 2006. – 26с.

116. Производство препарата для консервирования плющенного зерна «Биотроф-600» // Инновационный проект

117. Прянишников, А. И. Сортовая стратегия НИИСХ Юго-Востока как фактор стабилизации производства зерна на юго-востоке России / А. И. Прянишников, И. Н. Черняева // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 143-146.

118. Радчиков В. Ф. Плющилка-упаковщик влажного зерна ПВЗ-30: Как заготовить плющенное зерно повышенной влажности // Электронный ресурс: <http://7148845.ru/plyushhilka-vlazhnogo-zerna-pvz-30/> 5.01.2014

119. Разработать научные принципы и методы построения ресурсосберегающих технологий производства и использования фуражного зерна с учётом природно-климатических особенностей Севера и Северо-Запада РФ: Отчёт НИР / В. М. Могильницкий, А. Н. Перекопский, Д. А. Гудков. – СПб.: НИИМЭСХ, 2003. - №ГР 01200117569; Инв. № 02200405519.

120. Рамане, И. А. Консервирование влажного зерна / И. А. Рамане. // Кормопроизводство. – 1983. – №8. – С. 12-13.

121. Рамане, И. А. Консервирование сырого зерна в герметичной среде. / И. А. Рамане // Технология заготовки кормов и кормление сельскохозяйственных животных. – М., 1974. – С. 51-56. 138

122. Рамане, И. А. Консервирование влажного зерна пропионовой кислотой. / И. А. Рамане. – Рига: МСХ Латв. ССР, 1974. – 4с.

123. Региональная целевая комплексная программа «Корма» Ленинградской области на 2000-2005гг.: ВНИИМЭСХ. – СПб., 2000. – 134с.

124. Рекомендации и практические указания по использованию результатов экспресс-анализа при разработке оптимальной технологии заготовки кормов / П. Г. Верницкий, А. В. Смирнова, М. В. Домахин [и др.] – Кострома, 1987. – 32с.

125. Рекомендации по заготовке плющенного зерна повышенной влажности / Попков Н. А., Шейко И. П., Радчиков В. Ф. [и др.] – Минск, 2010. – 8с.

126. Рекомендации по консервированию зерна повышенной влажности химическими и биологическими препаратами / Н. Н. Кучин, О. В. Цыкунова, И. А. Малеев [и др.] – Н.-Новгород, 2009. – 22с.

127. Рекомендации по технологии консервирования влажного кормового зерна пропионовой кислотой. /Подг. В.И. Анискин, В.М. Лурье. – М., 1988. – 19с.

128. Ромалийский, В. И. Исследование процесса плющения и обоснование параметров плющилки и режимов обработки консервированного зерна: Автореф. дис...канд. техн. наук: шифр 05.20.01 / В. И. Ромалийский. – М., 1978. – 21с.

129. Рубцов, Г. М. Уборка, консервирование пропионовой кислотой и скармливание влажного зерна животным. / Г. М. Рубцов // Сельское хозяйство за рубежом (Животноводство). – 1973. – №8. – С. 51-56.

130. Русаков, Р. В. Влияние скармливания плющеной консервированной ржи на показатели продуктивности дойных коров / Р. В. Русаков, Е. В. Видякина // Научное обеспечение животноводства и кормопроизводства. – Саранск, 2008. – С. 88-91.

131. Рябухина, Е. В. Особенности технологии консервирования сырого плющеного зерна / Е. В. Рябухина, Н. Н. Кучин // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований. Материалы и доклады XXII Международной научно-практической конференции. – Княгинино, 2017. – С. 110-112.

132. Рябухина, Е. В. Подкисления сырого фуражного зерна при консервировании / Е. В. Рябухина Н. Н. Кучин, Е. Ю. Герасимов // Инновационные внедрения в области сельскохозяйственных наук: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Федеральный центр науки и образования "Эвенсис" – Москва, 2017. – С. 17-19.

133. Рябухина, Е. В. Содержание сухого вещества в сыром фуражном зерне, консервированном различными препаратами и заложенном на хранение с разной плотностью укладки / Е. В. Рябухина, Н. Н. Кучин, Е. Ю. Герасимов // Наука в современном мире. – 2017. – № 7. – С. 16-21.

134. Савин, П. А. Этологическая характеристика высокопродуктивных коров при использовании в их рационах консервированного плющеного зерна ячменя. / П. А. Савин, Л. В. Смирнова // Проблемы развития и научное

обеспечение животноводства Евро-Северо-Востока России: Материалы научно-практической конференции. – Кострома, 2005. – С. 303-305.

135. Сарфилова, Т. П. Хранение кормового зерна. / Т. П. Сарфилова // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1971. – №4. – С. 51-53.

136. Современная технология консервирования влажного кормового зерна. – Киев: УкрНИИТИ Госплана УССР, 1975. – 46с.

137. Сильяндер-Раси Х., Консервированный плющенный ячмень как корм для свиней и птицы / Х. Сильяндер-Раси, Я. Валай, С. Яааккола, С. Перттиля // Электронный ресурс: http://polfamix.ucoz.ua/statti/Cons_jachm.doc 06.01.2014

138. Стародубцева А. И. Практикум по хранению зерна. / А. И. Стародубцева, Н. И. Паньшина. – М.: Колос, 1976. – 226с.

139. Соболева С. Потенциал кукурузы. Как его реализовать? // Электронный ресурс: <http://www.agrariy-39.ru/number/detail.php?ID=2175> 06.01.2014

140. Суслова М. А. Обмен веществ и мясная продуктивность бычков при использовании в рационах консервированного зерна кукурузы / Дис. ... канд. биол. по спец. 06.08.02 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – Оренбург, 2010. – 159с.

141. Сыроватка, В. И. Прогрессивные способы приготовления и хранения кормов. / В. И. Сыроватка, Е. В. Алябьев. – М.: Колос, 1970. – 224с.

142. Сысуев В. А. Научное обеспечение развития производства и использования зернофуража в Приволжском Федеральном Округе Российской Федерации / В. А. Сысуев // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 121-142.

143. Таранов, М. Т. Сохранение фуражного зерна высокой влажности. / М. Т. Таранов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1966. – № 3. – С. 87-91.

144. Таранов, М. Т. Химическое консервирование фуражного зерна высокой влажности. / М. Т. Таранов // Земледелие. – 1960. – № 9. – С. 41-42.

145. Таранов, М. Т. Химическое консервирование кормов. / М. Т. Таранов. – М.: Колос, 1964. – 200 с. 140
146. Таранов, М. Т. Консервирование фуражного зерна высокой влажности пропионовой кислотой и солями сернистой кислоты. / М. Т. Таранов, В. Ф. Токарев, М. А. Бахчиванджи. // Доклады ВАСХНИЛ. – 1974. – №1. – С. 36.
147. Таранов, М. Т. Химическое консервирование кормов / М. Т. Таранов. – М.: Колос, 1982. – С. 111-131
148. Технологические линии заготовки влажного фуражного зерна в мягких малоёмких герметичных контейнерах. / Е. А. Тяпугин, Л. А. Никитин, В. К. Углин [и др.] // Кормопроизводство. – 2008. – 11. – С. 30-31.
149. Технологические основы производства и переработки продукции животноводства: Учебное пособие / Сост.: Н.Г. Макарецв, Л.В. Топорова, А.В. Архипов; Под ред. В.И. Фисинина, Н.Г. Макарецва. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 808с.
150. Тиунов А. Н. Рожь / А. Н. Тиунов, К. А. Глухих, О. А. Хорькова [и др.] – М.: Колос, 1972. – С. 352
151. Токарев, В. М. Обработка зерна с целью сохранения и повышения его питательности. / В. М. Токарев // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1975. – №3. – С. 38-42.
152. Томмэ, М. Ф. Заменители кормового протеина / М. Ф. Томмэ, А. В. Модянов. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 451 с.
153. Трисвятский, Л. А. Хранение зерна. / Л. А. Трисвятский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351с.
154. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. / Л. А. Трисвятский, Н. В. Сабуров, Б. В. Лесик. – М.: «Колос», 1969. – С. 218-220.
155. Фаритов, Т. А. Консервирование влажного зерна. / Т. А. Фаритов // Кормопроизводство. – 1983. – №10. – С. 12-13.

156. Фахрутдинова, Р. Ш. Методы повышения питательности фуражного зерна / Р. Ш. Фахрутдинова // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук. – 2009. – №4. – С. 37-40.

157. Федосеев, П. Н. Использование химических препаратов при заготовке кормов / П. Н. Федосеев, В. В. Гундоров, А. В. Соколов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 47-64.

158. Финк, Ф. Консервирование кормов с помощью пропионовой кислоты. / Ф. Финк, В. Колер, Х. Тифенбахер // М.: Проспект фирмы ФРГ. – Выставка «Животноводство – 75».

159. Химич, В. В. Факторы, влияющие на процессы консервирования влажного зерна. / В. В. Химич, М. Ф. Кулик // Кормопроизводство. – 1984. – №8. – С. 1-3.

160. Химич, В. В. Пороговая концентрация органических кислот как фактор консервирования кормов. / В. В. Химич, М. Ф. Кулик // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – №9. – С. 52-54.

161. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных. / С. Н. Хохрин. – СПб.: "Лань", 2002. – 512с.

162. Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции // Электронный ресурс: <http://www.newreferat.com/ref-8432-8.html> 05.01.2014

163. Чайка, А. К. Пути увеличения производства зернофуражных культур в Дальневосточном Федеральном округе / А. К. Чайка // Зернофураж в России. – М. - Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 161-169.

164. Черраев, Г. Л. Ячмень / Г. Л. Черраев. – Новосибирск, 1994. – с.

165. Чечёткин, А. С. Бухгалтерский учёт производства и контроль использования кормов в сельскохозяйственных организациях: Учебнопрактическое пособие для студентов высших учебных заведений, учащихся колледжей, слушателей повышения квалификации, специалистов агропромышленного комплекса. – Минск, 2007. – 16с.

166. Энергосберегающие технологии хранения влажного зерна и початков кукурузы. / М. Ф. Кулик, В. В. Химич, А. А. Бабич [и др.] // Кормопроизводство. – 1983. – №8. – С. 14-17.

167. Яров, И. И. Питательность зерновых кормов для свиней в зависимости от метода обработки и физической формы. / И. И. Яров // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1973. – №9. – С. 7-13.

168. Akesson, K. A. Syrkonsivering av foderspannmal. / K. A. Akesson // Forskning och praktik. – 1975. – № 7. – s. 2-7.

169. Bachman, F. Hilfsstoff in der Futterkonservierung. / F. Bachman // Mitt. Schweiz. Landwirtsch. – 1973. – Bd. 21. – H. 10. – s. 185-192.

170. BASF – Mitteilungen für den Landbau. Propionsäure. – Ludwigshafen. – 1970.

171. Beck, J. Körnermais – Konservierungsversuche mit Propionsäure. / J. Beck. // Forschungsstelle für Grünland und Futterbau des Landes NordrheinWestfalen. – Kleve-Kellen, 1972. – Br. 4. – 75s.

172. BP Chemicals. Popcorn users, Manuel. – Wallington. – 1970.

173. Britt, D. G. Preservation of and Animal Performance on High Moisture Corn Treated With Ammonia or Propionic Acid. / D. G. Britt, I. T. Huber // Journal of Dairy Science. – 1976. – v. 59. – 4. – P. 668-674.

175. Chomyczyn, M. Mozliwosci wykorzystania mosznika jako srodka konserwujauogo vilgothe ziarno zboz pastewnych. / M. Chomyczyn, S. Michna // Nowe Rolnicto. – 1979. – 12. – P. 8-9.

176. Clark, J.H. Feeding value of dry, ensiled and acid treated high moisture corn fed whole or rolled to lacting cows. / J.H. Clark, W.J. Croom, K.E. Harshbarger // J. Dairy Sc. – 1975. – v. 58. – № 6. – P. 907-916.

177. Comment appliquer l ,acide propionique au mais? / Minisstere de l ,agric. – 1971. – Bull. Techn. D, Inform. – № 264-265. – p. 985, 986, 1027-1032.

178. Ekström. N. Spannmalsskonsivering med syror. / N. Ekström // Husdjur. – 1974. – № 5. – S. 36-38.

179. Ekström, N. Syrabehandling av spannmål. / N. Ekstrom, L. Thyselius, S. Johnsson, S. Thomke // Uppsala, 1973. – Jordbrukstekniska institutet, meddelande. – № 352. – 88s.

180. Ekström, N. Syrabehandling av spannmål – en metod med många fördelar. / N. Ekström // Lantmannen. – 1974. – agr. 85. – № 1. – S. 29-32.

181. Emeliyanova E. V. Improvement of technological methods of raw fodder grain preservation / E. V. Emeliyanova, N. N. Kuchin and V. A. Martianychiev // The 17th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XVII) July 18-23. 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (2021) 032038 doi:10.1088/1755-1315/640/2/022045

182. Fellows, T. Propionic acid for wet grain storage. / T. Fellows // N.Z.J. Agr. – 1971. – v. 123. – № 5. – P. 22-23.

183. Fink, F. Die Konservierung von Körnermais und Getreide mit Propionsäure. / F. Fink // Landtechnik. – 1971. – Bd. 26. – H. 13. – S. 334-336.

184. Fink, F. Empfehlungen für die Körnermais – Konservierung mit Propionsäure. / F. Fink // Mais – Inform. – 1973. – H. 3. – S. 3-4.

185. Forsyth, J.G. Feeding value for beef and dairy cattle of high moisture corn preserved with propionic acid. / J.G. Forsyth, D.N. Mowat, J. B. Stone // Can. J. Anim. Sci. – 1972. – v. 52. – № 1. – P. 73-79.

186. Geay, Y. Utilisation du maïs grain humide conserve à l'acide propionique pour l'engraissement des taurillons. / Y. Geay, C. Malterre, P. Thivend // Annales de zootechnie. – 1976. – v. 25. – 3. – P. 299-311.

187. Gehle, M. H. Nutritional value for broiler chickens of high moisture corn treated with organic acids. / M. H. Gehle, T. S. Powell, L. G. Arends // Nutritional rep. internat. – 1975. – v. 11. – № 4. – P. 337

188. Gudmundsson, B. Det är skillnad pasyrör. / B. Gudmundsson // Lantmannen. – 1972. – Agr. 83. – № 16. – S. 6-7.

189. Hall, G.E. Propionic-acetic acid for high-moisture corn preservation. / G.E. Hall, L.D. Hill, E.E. Hatfield, A.H. Jensen // Trans. ASAE. – 1974. – v. 17. – № 2. – P. 379-382, 387.

190. Harvesting high-moisture feed grain. – Montreal, 1971. – Chemcell Res. Ltd., techn. bull. 1-71
191. Herting, D.C. Treatment of foodstuffs. / D.C.Herting, E.J.E. Drury // Патент Великобритании. – 1975. – № 1387989. – кл. A2D.
192. Huitson, J. J. Inhibition of Mould Growth on Crops and Animal Feedstuffs. / J. J. Huitson, P. R. J. // Патент Великобритании, № 1160430, кл. A2D. 1975.
193. Inhibition of Mold Growth on Crops and Animal Feedstuffs. / Патент Великобритании, № 1155485, кл. A2D. 1969.
194. Ingalls, J. R. Acid-treated high moisture barley for dairy cows. / J. R. Ingalls, K. W. Clark, H. R. Sharma // Can. J. Anim. Sci. – 1974. – V. 54. – № 2. – P. 205-209.
194. Jacquemet, H. L. ,aide propionique – un nouveau procede de conservation des grains humides et des aliments aqueux destines aux animaux. / H. Jacquemet // Agriculture. – 1971. – V. 34. – № 347. – P. 251-253.
195. Jones, G. M. Feeding value for dairy cattle and pigs of high moisture corn preserved with propionic acids. / G. M. Jones, E. Donefer, J. I. Ellit // Can. J. Anim. Sci. – 1970. – V. 50. – № 3. – P. 483-489.
196. Jones, G. M. Performance of dairy cows fed propionic acid-treated highmoisture shelled corn rations for complete lactations. / G. M. Jones // J. Dairy Sc. – 1975. – V. 56. – № 2. – P. 207-211.
197. Jones, G. M. Organic acid preservation of high moisture corn and other grains and the nutritional value: a review. / G. M. Jones, D. N. Mowat, J. I. Ellit, E. T. Moran // Can. J. Anim. Sci. – 1974. – V. 54. – № 4. – P. 499-517.
198. Laursen, N. C. Propionsyre til kornkonservering. / N. C. Laursen // Landbonyt. – 1971. – Arg. 25. – № 1. – S. 28-33.
199. Leading the Way in Grain Preservatives. – Farm Chemicals. – 1973. – V. 136. – № 7. – P. 13-18, 40.
200. Moore, C. Organic acids treatment of high moisture grain. / C. Moore. – Toronto, 1974. – P.

201. Müller, H.-M. Propionsäure als Konservierungsmittel für Feuchtmals. / H.-M. Müller, W. Schneider, U. Ehrendsvärd // Landwirtschaftliche Forschung. – 1976. – 32/11 Sonderheft. – S. 118-125.

202. Müller, H.-M. Verteilungsgüte und Konservierungserfolg bei der kontinuierliche Aufbringung von Propionsäure auf Feuchtmals. / H.-M. Müller, W. Schneider, U. Ehrendsvärd // Das wirtschaftseigene Futter. – 1976. – Bd. 22. – H. 2. – S. 136-141.

203. New concept is catching on Fast. – Farm Industry News. – 1973. – V. 6. – № 6. – P. 34-37.

204. Oliphant, J. M. Grinding and crushing of cereals for intensive beef production. / J. M. Oliphant // Exper. Husbandary. – 1975. – № 28. – P. 25-32.

205. Olivetti, A. Esperienze sulla conservazione della granella umida di mais con acido propionico e sul suo impiego nella alimentazione die vitelloni. / A. Olivetti, E. Sottini, A. Montagni // Zootecnica e nutrizione animale. – 1976. – An. 2.– 2. – P. 119-140.

206. Propionsyre som konserverings – middel til hestebonner. – Godmingen. – 1974. – Agr. 66. – № 2. – S. 25-27.

207. Sălăgeanu, Gh. Folosirea celealerlor fulguite si însilozane în hrana vacilor de lapte mentine echilibrue fiziologie în limite normale. / Gh. Sălăgeanu, S. Teodorescu, G. Petcu, I. Paraschiv, D. Petrescu, R. Fecioru, A. Gheorghiv, L. Schromm // Revista de cresterea animalelor. – 1977. - An. 27. – N10. – P. 27-31.

208. Sauer, D. B. Efficacy of various chemical as grain mold inhibitors. / D. B. Sauer, R. Burroughs // Trans. ASAE. – 1974. – V. 17. – № 3. – P. 557-559.

209. Schmidt, L. Chemische Konservierung von feuchtem Futtergetreide mit Harnstoff in der AJV Kropelin. / L. Schmidt [u.a.] // Feldwirtschaft. – 1979. – 5. – S. 213-217.

210. Stevenson, K. R. New treatment allows wet grain storage without dryer or silo. / K. R. Stevenson // Crops and soil mag. – 1972. – V. 24. – № 5. – P. 8-10.

211. Thomke, S. Moist barley treated with propionic acetic or formic acid in rations to growing pigs. / S. Thomke, A. Tiden // Swed. J. Agr. Res. – 1973. – v. 3. – № 3. – p. 145-151.

212. Toland, P. S. The digestibility of wheat, barley or oat grain fed either whole or rolled at restricted levels with hay to steers. / Toland, P.S. // Australian Journal of Experimental Agriculture Animal Husbandry. – 1976. – v. 16. – №14. – P. 71-75.

213. Weisbach, F. Erfahrungen und Anwendung der Feuchtgetreide mit Harnstoff im Jahre 1980. / F. Weisbach u.a. // Feldwirtschaft. – 1981. – 6. – S. 258-262.

214. Wilcox, R. A. Grain preservatives. / R. A. Wilcox // Feedstuffs. – 1972. – V. 44. – № 33. – P. 39, 55.

215. Wilson, L. L. Acid-treated grains aid storing, handling and feed efficiency. / L. L. Wilson // Science in agric. – 1973. – V. 20. – № 3. – P. 10-11.