

УДК 631.35:636.085.51

А. В. Логвинова¹, В. С. Болтовский²¹ООО «Фермент»²Белорусский государственный технологический университет**КОНСЕРВИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ (ОБЗОР)**

Обеспечение сбалансированным по основным питательным веществам кормом и эффективное рациональное использование растительного корма считается актуальной задачей кормопроизводства. Главным способом консервирования зеленой массы является заготовка сена, сенажа и силоса. Одним из перспективных методов считается силосование, при котором важное значение имеет применение химических и биологических консервантов (сочетание бактериальных заквасок и ферментных препаратов). Последние позволяют избирательно воздействовать на антипитательные компоненты растительного сырья, расщепляя трудногидролизуемые полисахариды до свободных сахаров, и смещать биохимические процессы в сторону молочнокислого брожения благодаря ускоренному росту молочнокислых бактерий (продуцентов молочной кислоты), которые эффективно препятствуют развитию эпифитной микрофлоры и улучшают вкусовые характеристики корма. Способность ферментов селективно воздействовать на отдельные виды трудноусвояемых полисахаридов, частично гидролизуя целлюлозу и гемицеллюлозы до декстринов и моносахаров, очень важна при консервировании трудносилосующихся и несилосующихся культур для повышения содержания доступных сахаров и ферментационных кислот, снижающих рН силосуемой массы. Это позволяет повысить степень конверсии корма, а в сочетании с улучшенными органолептическими характеристиками способствует увеличению продуктивности крупного рогатого скота, что актуально как для мясного, так и для молочного направления.

Ключевые слова: растительное сырье, консервирование, силосование, солома, бактериальная закваска, ферментный препарат, растительный корм, кормопроизводство.

A. V. Logvinova¹, V. S. Boltovskiy²¹OJSK "Ferment"²Belarusian State Technological University**CANNING OF VEGETABLE FEED (OVERVIEW)**

Ensuring balanced in essential nutrients and effective rational use of vegetable feed is an important task of feed production. The main methods of preserving green mass are harvesting hay, haylage and silage. One of the promising methods is silage, in which the use of chemical and biological preservatives is important. The latter, a combination of bacterial starters and enzyme preparations, allows to selectively affect the anti-nutritional components of plant raw materials, splitting hard-to-hydrolyzed polysaccharides into free sugars, and shift biochemical processes towards lactic acid fermentation, due to accelerated growth of lactic acid bacteria (producers of lactic acid), which effectively prevent the development of epiphytic microflora and improve the taste characteristics of the feed. The ability of enzymes to selectively affect certain types of difficult-to-digest polysaccharides, partially hydrolyzing cellulose and hemicellulose to dextrans and monosaccharides, is very important in preserving hard-to-slugging and non-splicing cultures to increase the content of available sugars and fermentation acids, which lower the pH of the dryer mass. This allows you to increase the degree of feed conversion, and in combination with improved organoleptic characteristics helps to increase the productivity of cattle, which is important for both meat and dairy.

Key words: vegetable raw materials, canning, ensiling, wolver, bacterial starter, enzyme preparation, vegetable food, feed production.

Введение. В настоящее время одной из важных задач в животноводстве является сохранение питательных веществ и получение высококачественных растительных кормов в рационе крупного рогатого скота.

В Республике Беларусь в соответствии с концепцией развития агропромышленного комплекса сформулирована стратегия на 2015–2020 гг. в соответствии с государственными программами «Стратегия развития кормопроизводства в 2013–2020 годах» и «Комплекс мер

по реализации стратегии развития кормопроизводства до 2020 года» по наращиванию производства продукции сельского хозяйства и сохранению уровня продовольственной безопасности, предусматривающими значительное улучшение качества кормовой базы и увеличение объемов заготовки силоса из многолетних и однолетних трав до 17 тыс. т [1].

Актуальной задачей кормопроизводства является обеспечение сбалансированным по основным питательным веществам растительным

кормом и его эффективное рациональное использование. Это требует разработки принципиально новых способов консервирования и технологий заготовки кормов из трав с добавлением соломы сельскохозяйственных культур для создания полноценного рациона животных.

Основная часть. В настоящее время особое внимание уделяется разработке способов повышения сохранности кормов. Основатель Всероссийского научно-исследовательского института кормов В. Р. Вильямс придавал огромное значение созданию кормовой базы на основе заготовки многолетних трав. Его школой была разработана методология анализа трансформации произведенного корма в животноводческую продукцию с целью создания ресурсо- и энергосберегающей технологии, обеспечивающей оздоровление и поддержание сбалансированного биоценоза почв [2]. Многолетние травы служат основным источником растительного белка и обменной энергии при заготовке кормов для жвачных животных. Их доля в структуре полевых кормовых культур занимает свыше 60%.

Согласно рекомендациям по заготовке кормов из трав и силосных культур, корма подразделяют на основные (сено, сенаж, силос, зеленая масса, корнеплоды и др.) и концентрированные [1].

Сено заготавливается из трав высушиванием, при котором протекают сложные физиологические и биохимические процессы. Во время автолиза и голодного обмена происходит деструкция сахаров, сухого вещества, протеина. Величина потерь питательных веществ может достигать 50% и прекращается при снижении влажности до 17% [1].

Качество сена зависит от климатических условий произрастания и уборки, типа кормовых угодий (луга, пастбища), ботанического состава и фазы развития травостоя. Наиболее полноценным является сено из смеси бобовых и злаковых трав.

Преимуществом данного вида корма является высокое содержание питательных веществ. Однако компоненты сена характеризуются низким уровнем усваиваемости.

В отличие от сена *сенаж* влажностью 50–55% и силос из провяленных трав влажностью 60–65% составляют до 30% кормов для сельскохозяйственных животных. Уже при влажности растительной массы, равной 50–55%, водоудерживающая сила клеток растений превышает силу микроорганизмов, что препятствует размножению большинства видов, за исключением плесневых грибов и дрожжей. Однако при отсутствии кислорода, что достигается уплотнением массы и ее герметизацией, прекращает-

ся жизнедеятельность плесневых грибов. С целью предотвращения развития дрожжей сенажируются несилосующиеся и трудносилосующиеся многолетние бобовые травы, характеризующиеся низким содержанием сахаров и питательностью 0,8–0,9 кормовых единиц в 1 кг сухой массы [1].

Одним из широко применяемых в практике кормопроизводства методов консервирования растительного сырья является *силосование*, при котором протекают биохимические и микробиологические процессы, связанные с жизнедеятельностью микроорганизмов, синтезирующих органические кислоты из сахаров.

Основной задачей силосования является консервирование зеленой массы с целью замедления негативных и ускорения полезных процессов. В Республике Беларусь основными силосными культурами считаются кукуруза и провяленные злаковые травы.

В зависимости от ботанического состава растений полученный корм подразделяется на кукурузный силос либо из однолетних и многолетних свежескошенных или провяленных трав. Различают четыре класса силоса: высший, первый, второй и третий [3].

Основным критерием при классификации трав служит содержание доступных сахаров, пригодных для преобразования достаточного количества молочной кислоты в процессе жизнедеятельности эпифитной микрофлоры. Растения по силосуемости подразделяются на три основные группы: легкосилосуемые, трудносилосуемые и несилосуемые.

С целью обеспечения сельскохозяйственных животных полноценным сбалансированным рационом необходимо учитывать оптимальные сроки уборки, так как питательная ценность силосных культур не только значительно отличается в разные фазы вегетации, но и зависит от времени суток. Существенным недостатком сырья растительного происхождения является непостоянный химический состав. Оптимальными сроками начала уборки злаковых трав считаются конец трубкования, для бобовых – фаза бутонизации.

Своевременная уборка зеленой массы длительностью, не превышающей 10–12 дней первого укоса, не только обеспечивает хозяйства кормом высокого качества, но и гарантирует получение полноценных последующих укосов. Строгое соблюдение технологического режима заготовки и хранения корма обеспечивает получение сбалансированного корма с высоким содержанием перевариваемого протеина и повышение валового выхода на 25–30%. Своевременная организация заготовки растительных кормов путем гибкого маневрирования между

сроками созревания травостоя и погодными условиями в сочетании со строгим соблюдением технологических режимов при уборке культур в оптимальные фазы развития с целью минимизации потерь питательности позволяет получить 0,86–1,00 кормовых единиц на 1 кг сухого вещества кормовой культуры [1].

Технологические приемы закладки и хранения силоса направлены на преимущественное развитие молочнокислых бактерий, синтезирующих из водорастворимых сахаров молочную и частично уксусную кислоты, которые снижают величину рН до 4,2–4,3, способствующую стабилизации качественных характеристик силоса.

Современные технологии силосования многолетних трав не обеспечивают получение высококачественного растительного корма, равноценного исходному сырью по кормовой ценности и усвояемости энергии животными. При выборе консервантов оценивается не только стоимость обработки 1 т силосуемого растительного сырья, но и сохранность питательных веществ корма.

Известно, что *химическое консервирование* многолетних трав позволяет получить корм высокого качества и сократить потери питательных веществ до 5,8% [4]. Широкое распространение в качестве химических консервантов получили такие органические кислоты и их соли, как муравьиная, пропионовая и бензойная (АИВ 2000 ПЛЮС). Однако они токсичны, требуют применения дорогого оборудования и специально оборудованных мест хранения, а также средств индивидуальной защиты. Такие консерванты отличаются дороговизной, поэтому ежегодно снижаются объемы их продаж. Они постепенно вытесняются биологическими консервантами, которые отличаются низкой себестоимостью и простотой применения.

Основным показателем эффективности *заквасок* является титр бактерий, который должен быть не ниже 100 000 КОЕ/г. Жидкие закваски обладают невысоким титром, ограниченным сроком годности (отечественные до 3 мес.) и требуют строгого соблюдения условий хранения. Применение сухих препаратов позволяет достигнуть более высокого титра при консервировании, увеличить срок годности до года, не требует «мягких» условий хранения и позволяет снизить площади складских помещений.

В качестве биологических консервантов используются бактериальные культуры, которые способны синтезировать молочную и пропионовую кислоты. Они эффективно конкурируют с эпифитной микрофлорой зеленой массы, трансформируя питательные вещества в молочную кислоту, что приводит к подкислению

корма и, как следствие, подавляет рост плесневых грибов и дрожжей.

Молочнокислые бактерии являются самыми мощными продуцентами молочной кислоты, обеспечивающей консервацию силосуемой массы до рН = 4,0–4,3. Они обладают выраженной фунгицидной активностью, подавляя рост и развитие микроскопических грибов – продуцентов микотоксинов, образующихся при хранении силоса.

Установлено [5–7] количественное соотношение следующих представителей эпифитной микрофлоры от общего числа микроорганизмов: род *Pseudomonas* – от 30 до 60%; род *Escherichia* – 2%; спорообразующие – 2%; остальные, в том числе молочнокислые, – 10%. Дрожжи и дрожжеподобные грибы занимают значительное место в эпифитной микрофлоре растений в отличие от молочнокислых бактерий [6, 8–11].

Исследование бобовых культур (козлятника восточного, клевера лугового, люцерны изменчивой) в фазе бутонизации показало незначительное содержание молочнокислых бактерий (0,3–1,7% от общего числа микроорганизмов ($9,0–15,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г), аммонифицирующих ($1,3–3,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г) бактерий, чуть больше аэробных дрожжей ($3,5–4,5 \cdot 10^5$ КОЕ/г) в отличие от абсолютного доминирования аэробных гетеротрофов ($14,8–47,5 \cdot 10^6$ КОЕ/г) [12].

Показано [6, 8, 13], что содержание молочнокислых бактерий в эпифитной микрофлоре незначительно и составляет 0,3–10,0% от общей массы микроорганизмов, что не позволяет направить брожение по гомоферментативному пути с образованием достаточного количества молочной кислоты. Поэтому минимальная дозировка вносимой бактериальной закваски должна быть не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/г зеленой массы, в которой молочнокислые бактерии характеризуются быстротой роста и синтеза органических кислот, преимущественно молочной; высокой скоростью ацидогенеза и устойчивостью к воздействию фага, предпочтительно фунгицидной активностью. Важными параметрами, обеспечивающими гомоферментативность процесса, являются влажность, температурный режим, наличие доступных сахаров, рН среды, аэрация и окружающая микробиота [14, 15].

При консервации важно направить биохимические превращения таким образом, чтобы получить доброкачественный корм с повышенной доступностью питательных веществ и обогащенный незаменимыми аминокислотами и витаминами за счет микробного синтеза [16–20].

Учеными ФГБНУ «Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства» разработана универсальная силосная закваска

на основе осмоотолерантных молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* RS3 (RS4) и *Lactobacillus plantarum* B 376B, которая предназначена для силосования как злаковых (включая кукурузу), так и бобовых культур, а также их смесей. В 1 мл препарата содержится не менее 10^7 – 10^8 КОЕ, гомоферментативно сбраживающих простые углеводы в молочную кислоту на 85–88%. Таким образом, обеспечивается быстрое подкисление растительной массы до pH = 4,1–4,5, провяленной до влажности 55–65% [12].

Силос из люцерны, обработанный универсальной силосной закваской, содержащей максимальное количество молочной и минимальное уксусной кислот в соотношении 72,1% : 27,9% соответственно (по сравнению с контролем) и имеющей оптимальный уровень pH = 4,3, при отсутствии масляной кислоты обладал приятным силосным ароматом в отличие от контрольного образца, содержащего масляную кислоту, которая является показателем низкого качества заготовленного корма.

Стоимость химических консервантов (AIV 2000 ПЛЮС, Pro Мур_{tm} NT 610) в 31,2–55,9 раз выше биологических (Биотроф № 1 и 2, универсальная силосная закваска, БакСиЗ) [12].

Микотоксины, поступившие с кормами в организм сельскохозяйственных животных и птиц, вызывают ухудшение продуктивности и общего состояния здоровья – микотоксикозы [21, 22]. Известно, что некоторые штаммы молочнокислых бактерий обладают способностью не только подавлять метаболизм микроскопических грибов, но и разрушать токсичные продукты их метаболизма [23]. Установлено, что обработка ежи сборной первого укоса в фазе выхода в трубку при влажности 65% заквасками на основе молочнокислых бактерий (Биотроф) и бацилл (Биотроф-111) способствовала снижению численности как «полевых» грибов, поражающих ежу во время вегетации, так и «амбарных», вырабатывающих микотоксины во время хранения. Отмечено снижение содержания афлатоксинов (Биотроф на 12,9–23,6% и Биотроф-111 на 7,0–43,6%), охратоксина и зеараленона [24]. Результатом резкого изменения влажности, температуры и воздействия химических веществ является ускорение синтеза микотоксинов микроскопическими грибами [25]. Таким образом, применение бактериальных заквасок из молочнокислых бактерий при силосовании ежи сборной влажностью 65% способствует угнетению развития плесневых грибов и биодеструкции продуктов их метаболизма (афлатоксинов, ДОН, Т-2 токсина, охратоксина, зеараленона) [24].

В Республике Беларусь зарегистрировано 18 (из них четыре отечественных) бактериаль-

ных препаратов [1], что свидетельствует об отсутствии должного внимания к данной проблематике в отличие от Российской Федерации, где разработано свыше 50 препаратов для силосования. Анализ эффективности применения заквасок показал отсутствие гарантии получения корма высокого качества [26–29].

Основными параметрами поиска оптимальных штаммов молочнокислых бактерий для ферментации сельскохозяйственных кормовых культур являются адаптивность к условиям окружающей среды и устойчивость к воздействию грибов, что возможно при высокой скорости роста и образования молочной кислоты, ацидо- и осмоотолерантности [30, 31].

Бактериальные препараты состоят из монокультур, преимущественно молочнокислых, либо двух, трех штаммов и их смесей с пропионовокислыми. Монокультуры используются в таких биопрепаратах, как Биотроф и Биотроф-111, Битасил, Биосил, Биосил НН. Биоллакт превосходит по эффективности Биотал, Биосиб и Биотроф за счет высокой концентрации лактобактерий, быстро сбраживающих сахара в молочную кислоту.

Применение смеси кокковых и палочковидных культур молочнокислых бактерий дает наилучший эффект по сравнению с использованием по отдельности. Кокковые бактерии (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus lactis* и т. д.) быстро включаются в работу и снижают pH с 6,8 до 5,5–5,0, чем создают благоприятные условия для развития палочковидных бактерий (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*), которые являются самыми мощными продуцентами молочной кислоты. Кроме того, кокковая составляющая препарата снижает отрицательное действие вторичной ферментации. Таким образом, слаженная работа комплексного состава кокковых и палочковидных молочнокислых бактерий обеспечивает стабильность корма, подкисляя силосуемое сырье до оптимальной величины pH в несколько раз быстрее по сравнению с препаратами, основанными только на бактериях рода *Lactobacillus plantarum*. Примером может служить закваска универсальная, которая представляет собой биомассу лактобактерий родов *Lactobacillus* и *Streptococcus*. Консорциум молочнокислых и пропионовокислых бактерий содержится в заквасках Сеносил и БАК-4.

Сравнительный анализ химического консерванта (AIV 2000 ПЛЮС) и биоконсервантов (Биотроф, БакСиЗ, универсальная силосная закваска) показал наибольшую эффективность последних благодаря более высокой энергетической ценности силоса и низкой стоимости

биопрепаратов (в 22–55 раз ниже). Значительная разница в цене объясняется дозировкой препаратов: химический – 3–5 л/т, биоконсервант – 1 л/15–100 т силоса [32].

С учетом структурных и биохимических особенностей полисахаридного состава растительного сырья закваска должна обеспечивать разрушение не только целлюлозы и гемицеллюлоз, в том числе ксилана, арабана и их производных, но и межклеточных структур, «цементирующих» растительную ткань.

Перспективным и надежным способом является консервация растительного корма с использованием *ферментных препаратов*. Они представляют собой высокоактивные, селективные биокатализаторы белкового происхождения, которые не образуют токсичных соединений при инактивации. Ферменты позволяют целенаправленно воздействовать на углеводную часть кормов путем перевода трудногидролизуемых полисахаридов в усвояемое животными состояние. При этом обеспечивается высокий консервирующий и ресурсосберегающий эффект растительного корма.

Промышленный синтез ферментов осуществляется с использованием грибов (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* и др.) и бактерий (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и др.), полученных традиционным способом (селекцией) либо генно-инженерным методом. Наиболее перспективным является последний способ, так как позволяет синтезировать ферменты с заданными характеристиками (термостабильность, высокая активность в агрессивных средах). В процессе культивирования могут быть получены как отдельные ферменты, так и их группы. Некоторые из них обладают эффектом синергизма. Например, присутствие целлюлазы и ксиланазы значительно повышает активность пектиназы. Это важное свойство ферментов учитывается при создании мультиэнзимных препаратов. Это актуально для трудноусвояемого и несилосуемого растительного корма, который характеризуется низким содержанием свободных сахаров или их отсутствием.

Ферментные препараты создают благоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий и выступают в роли биокатализаторов, которые расщепляют трудногидролизуемые высокомолекулярные соединения до простых сахаров, способствуя более полному сбраживанию в молочную кислоту. К таким препаратам относятся Феркон, Клэмзайм, Целловиридин, Мацеробациллин и др. [33].

Феркон, содержащий пектинлазу, целлюлазу и ксиланазу с рекомендуемой дозировкой 300 г/т, по сравнению с химическим консервантом АIV на основе муравьиной кислоты обеспе-

чивает более высокую перевариваемость корма и снижает стоимость обработки в 4 раза [34].

Таким образом, не только повышается энергетическая ценность кормов, но и снимаются негативные сдерживающие кормовые факторы в области рациона сельскохозяйственных животных.

По своему консервирующему действию наиболее эффективно сочетание бактериальных культур и ферментов (Битал, Фермасил).

Совместное применение мультиэнзимного препарата Феркон с бактериальным препаратом Биосил позволяет снизить концентрацию первого в 3 раза. Таким образом, создается эффективная комбинация, сочетающая действие ферментного препарата, разрушающего трудногидролизуемые полисахариды, и бактериальной закваски, синтезирующей молочную кислоту.

Качественные растительные корма являются основой рациона крупного рогатого скота и обеспечивают нормальную работу желудочно-кишечного тракта, выступая в качестве источника структурированной клетчатки.

В нашей стране ежегодно после сбора и переработки урожая зерновых культур (озимых и яровых) образуется значительное количество соломы, часть которой используется на подстилку и корм для животных, на утепление ферм и укрытие буртов, на производство удобрений и топлива. Однако значительная часть возобновляемой биомассы остается невостребованной из-за несовершенства традиционных технологий утилизации. Таким образом, создается сырьевая база в объемах, достаточных для развития технологии переработки биополимеров растительной биомассы, в том числе кормопроизводства, для получения высококачественного корма.

В зимний период солома может применяться в качестве корма. Однако сочетание высокого содержания целлюлозы (35–40%) с дефицитом протеина (4–7%) определяет ее низкую перевариваемость, так как прочный лигноцеллюлозный комплекс соломы и высокое содержание лигнина (13,9–14,8%) препятствуют разложению на питательные вещества и расщепляемости белка в желудочно-кишечном тракте животных. Поэтому клетчатка соломы переваривается менее чем на 50%, протеин – на 15–25% [11]. Наиболее ценной для кормления животных является солома яровых культур по сравнению с озимой. Благодаря высокому содержанию сырого протеина и жира отходы яровых культур могут служить полноценной заменой селу низкого качества.

В кормовом отношении лучшей является солома бобовых вследствие высокого содержания протеина и минеральных веществ, а среди

злаковых культур – овсяная и ячменная. Причем ячменная солома по питательности превосходит ржаную и пшеничную, но скармливать ее лучше после тепловой обработки, так как велик риск заражения плесневым грибом.

Скармливание соломы в неподготовленном виде малоэффективно, поэтому для повышения поедаемости и питательности используют различные методы предварительной подготовки. Условно можно выделить несколько способов предварительной подготовки соломы к скармливанию: физические, химические, биологические и комбинированные.

Наиболее эффективными являются биологические способы обработки соломы, способствующие улучшению вкусовых качеств соломы и обогащению полноценным белком и витаминами. К ним относятся силосование (смешивание измельченной соломы с зеленой массой) и ферментация (обработка такими ферментными препаратами, как Целловиридин и Пектофозитин).

Заключение. Применение бактериальных заквасок и ферментных препаратов при консервировании зеленой массы обеспечивает полу-

чение высокопитательного корма благодаря целенаправленному воздействию высокоактивных биокатализаторов, гидролизующих целлюлозу и гемицеллюлозы до легкоусвояемых углеводов, которые создают благоприятные условия для роста и развития молочнокислых бактерий, синтезирующих молочную кислоту и препятствующих развитию эпифитной микрофлоры.

Благодаря комплексному подходу повышается силосуемость и степень конверсии растительного корма, что позволяет полноценно обеспечить физиологические потребности высокопродуктивных сельскохозяйственных животных и тем самым исключить необходимость дополнительного введения дорогих энергетических, белковых и минеральных добавок (премиксов, шротов, комбикормов). Таким образом, высокое качество силоса способствует повышению экономической эффективности и созданию прочной кормовой базы для получения высокого уровня будущей молочной продуктивности и репродуктивности крупного рогатого скота и, как следствие, повышения рентабельности производства в целом.

Литература

1. Гракун В. В., Заневский А. К., Попков Н. А. Техническое обеспечение технологий заготовки высококачественных кормов: рекомендации. Минск: Изд-во РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2017. 77 с.
2. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Российские научные школы кормопроизводства // Успехи современного естествознания. 2013. № 11. С. 129–132.
3. Силос из кормовых растений. Общие технические условия: СТБ 1223-2000. Введ. 01.08.2000. Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2000. 10 с.
4. Горохова В. А., Гринберг В. И., Лиходеевская О. А. Методы заготовки кормов // Молодежь и наука. 2016. № 12. С. 9–12.
5. Квасников Е. И. Биология молочнокислых бактерий. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1960. 351 с.
6. Квасников Е. И. Молочнокислые бактерии и пути их использования. М.: Наука, 1975. 384 с.
7. Квасников Е. И. Место и значение молочнокислых бактерий в биосфере // Микробиологический журнал. 1992. № 5. С. 3–10.
8. Мак-Дональд П. Биохимия силоса. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
9. Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and maize / C. Lin [et al.] // Journal of Applied Bacteriology. 1992. No. 75. P. 375–386.
10. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers // Journal of Animal Science. 2011. Vol. 82, no. 5. P. 642–653.
11. Pang H., Tan Z., Qin G. Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau // Journal of Microbiology. 2012. Vol. 50, no. 1. P. 63–71.
12. Шурхно Р. А. Свойства штаммов молочнокислых бактерий, используемых для ферментации высокобелковой растительной массы (обзор) // Вестник технологического университета. 2015. № 10. С. 227–232.
13. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation / F. Valerio [et al.] // FEMS Microbiology Letters. 2004. Vol. 233, no. 2. P. 289–295.
14. Tanaka O., Ohmomo S. Lactic acid productivity of the selected strains of the genus *Lactobacillus* in laboratory-scale silages // Grassland Science. 1998. No. 43. P. 374–379.
15. Screening of fermentative bacteria for their ability to bind and biotransform deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins in an in vitro simulated corn silage model / V. Niderkorn [et al.] // Food additives and contaminants. 2007. Vol. 24, no. 4. P. 406–415.

16. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A. The development of lactic acid bacteria, *Lactobacillus buchneri*, and their effects on the fermentation of alfalfa silage // *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92, no. 10. P. 5005–5010.
17. Теоретические предпосылки и эффективность использования препарата молочнокислых бактерий силзак при силосовании провяленных трав / Ю. А. Победнов [и др.] // *Кормопроизводство*. 2006. № 6. С. 22–27.
18. Приготовление силоса и сенажа с применением биологических препаратов Биосиб и Феркон / В. М. Косолапов [и др.]. М.: ФГУ РЦСК, 2009. 166 с.
19. Yang J., Cao Y., Cai Y. Natural populations of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation // *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93, no. 7. P. 3136–3145.
20. McGarvey J. A., Franco R. B., Palumbo J. D. Bacterial population dynamics during the ensiling of *Medicago sativa* (alfalfa) and subsequent exposure to air // *Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 114, no. 6. P. 1661–1670.
21. Bennet J. W., Klich M. Mycotoxins // *Clinical Microbiology Reviews*. 2003. Vol. 16, no. 3. P. 497–516.
22. Streir E., Schatzmayr G., Tassis P. Current Situation of Mycotoxin Contamination and Co-occurrence in Animal Feed-Focus on Europe // *Toxins*. 2012. Vol. 4, no. 10. P. 788–809.
23. Uptake of aflatoxin B1 and T-2 toxin by two mycotoxin bioassay microorganisms: *Kluyveromyces marxianus* and *Bacillus megaterium* / E. Engler [et al.] // *Archives of Microbiolog*. 2000. No. 174. P. 381.
24. Лаптев Г. Ю., Новикова Л. А., Ильина Л. А. Влияние биологических и химических консервантов на накопление плесневых грибов и микотоксинов в силосе // *Молодежь и наука*. 2016. № 12. С. 10–13.
25. Wilson D. M., Abramson D. Mycotoxins // *Storage of Cereal Grains and their Products* / D. B. Sauer (ed.). St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. P. 341–391.
26. Бондарев В. А. Приемы повышения качества кормов // *Кормопроизводство*. 1996. № 1. С. 33–37.
27. Бондарев В. А. Запасаем корма по новым технологиям // *Животноводство*. 2003. № 1. С. 36–37.
28. Победнов Ю. А., Вайсбах Ф., Палов Г. Эффективность препаратов молочнокислых бактерий // *Аграрная наука*. 1997. № 4. С. 35–38.
29. Победнов Ю. А. Влияние содержания сухого вещества, сахара и эпифитных молочнокислых бактерий на эффективность консервирования трав новыми бактериальными препаратами // *Кормопроизводство*. 2005. № 3. С. 24–27.
30. Relationship between fermentation quality of silage and presence of phages for silage-making lactobacilli / O. Tanaka [et al.] // *National Grassland Research Institute*. 1995. No. 51. P. 31–39.
31. Doi K. A., Zhang Y., Nishizaki Y. Comparative study and phage typing of silage-making *Lactobacillus* bacteriophages // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2003. No. 5. P. 518–525.
32. Шурхно Р. А., Гибадуллина Ф. С., Тагиров М. Ш. Влияние различных консервантов на качество корма при ферментации бобово-злаковой травосмеси // *Вестник технологического университета*. 2015. № 10. С. 227–232.
33. Удалова Э. В. Полиферментная композиция для консервирования многолетних высокобелковых трав [Электронный ресурс] // Банк патентов: [сайт]. [2017]. URL: <http://bankpatentov.ru/node/446510> (дата обращения: 14.01.2017).
34. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Эффективность новых технологий приговления кормов из трав // *Достижения науки и техники АПК*. 2009. № 7. С. 39–42.

References

1. Grakun V. V., Zanevskiy A. K., Popkov N. A. *Tekhnicheskoye obespecheniye tekhnologiy zagotovki vysokokachestvennykh kormov: rekomendatsii* [Technical support of high quality fodder production technologies: recommendations]. Minsk, RUP "NPTs NAN Belarusi po zhivotnovodstvu" Publ., 2017. 77 p.
2. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Russian scientific schools of feed production. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern science], 2013, no. 11, pp. 129–132 (In Russian).
3. STB 1223-2000. Silage from fodder plants. General technical conditions. Minsk, Gosstandart Respubliki Belarus' Publ., 2000. 10 p. (In Russian).
4. Gorokhova V. A., Grinberg V. I., Likhodeevskaya O. A. Feed preparation methods. *Molodezh i nauka* [Youth and science], 2016, no. 12, pp. 9–12 (In Russian).
5. Kvasnikov E. I. *Biologiya molochnokislykh bakteriy* [Biology of lactic acid bacteria]. Tashkent, AN UzSSR Publ., 1960. 351 p.
6. Kvasnikov E. I. *Molochnokislyye bakterii i puti ikh ispol'zovaniya* [Lactic acid bacteria and their use]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 384 p.

7. Kvasnikov E. I. The place and importance of lactic acid bacteria in the biosphere. *Mikrobiologicheskii zhurnal* [Microbiological journal], 1992, no. 5, pp. 3–10 (In Russian).
8. Mak-Donal'd P. *Biokhimiya silosa* [Biochemistry silage]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 272 p.
9. Lin C., Bolsen K. K., Brent B. E., Fung D. Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and maize. *Journal of Applied Bacteriology*, 1992, no. 75, pp. 375–386.
10. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. *Journal of Animal Science*, 2011, vol. 82, no. 5, pp. 642–653.
11. Pang H., Tan Z., Qin G. Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau. *Journal of Microbiology*, 2012, vol. 50, no. 1, pp. 63–71.
12. Shurkhno R. A. Properties of lactic acid bacteria strains used for the fermentation of high-protein vegetable mass (review). *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the University of Technology], 2015, no. 10, pp. 227–232 (In Russian).
13. Valerio F., Lavermicocca P., Pascale M., Visconti A. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation. *FEMS Microbiology Letters*, 2004, vol. 233, no. 2, pp. 289–295.
14. Tanaka O., Ohmomo S. Lactic acid productivity of the selected strains of the genus *Lactobacillus* in laboratory-scale silages. *Grassland Science*, 1998, no. 43, pp. 374–379.
15. Niderkorn V., Morgavi D. P., Pujos E., Tissandier A., Boudra H. Screening of fermentative bacteria for their ability to bind and biotransform deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins in an in vitro simulated corn silage model. *Food additives and contaminants*, 2007, vol. 24, no. 4, pp. 406–415.
16. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A. The development of lactic acid bacteria, *Lactobacillus buchneri*, and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 2009, vol. 92, no. 10, pp. 5005–5010.
17. Pobednov Yu. A., Gaganov A. P., Pankratov V. V., Sokolov A. V., Troshkin A. N. Theoretical background and effectiveness of the use of the drug lactic acid bacteria Silazak during ensiling of dried herbs. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2006, no. 6, pp. 22–27 (In Russian).
18. Kosolapov V. M., Bondarev V. A., Klimenko V. P., Krichevskiy A. N. *Prigotovleniye silosa i senazha s primeneniem biologicheskikh preparatov Biosib i Ferkon* [Preparation of silage and haylage with the use of biological preparations Biosib and Ferkon]. Moscow, FGU PTsSK Publ., 2009. 166 p.
19. Yang J., Cao Y., Cai Y. Natural populations of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 2010, vol. 93, no. 7, pp. 3136–3145.
20. McGarvey J. A., Franco R. B., Palumbo J. D. Bacterial population dynamics during the ensiling of *Medicago sativa* (alfalfa) and subsequent exposure to air. *Journal of Microbiology*, 2013, vol. 114, no. 6, pp. 1661–1670.
21. Bennet J. W., Klich M. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 2003, vol. 16, no. 3, pp. 497–516.
22. Streir E., Schatzmayr G., Tassis P. Current Situation of Mycotoxin Contamination and Co-occurrence in Animal Feed-Focus on Europe. *Toxins*, 2012, vol. 4, no. 10, pp. 788–809.
23. Engler E., Kathryn H., Coker, Raymond D., Evans, Ivor H. Uptake of aflatoxin B1 and T-2 toxin by two mycotoxin bioassay microorganisms: *Kluyveromyces marxianus* and *Bacillus megaterium*. *Archives of Microbiolog*, 2000, no. 174, p. 381.
24. Laptev G. Yu., Novikova L. A., Il'ina L. A. Effect of biological and chemical preservatives on the accumulation of mold fungi and mycotoxins in silage. *Molodezh i nauka* [Youth and science], 2016, no. 12, pp. 10–13 (In Russian).
25. Wilson D. M., Abramson D. Mycotoxins. *Storage of Cereal Grains and their Products*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1992, pp. 341–391.
26. Bondarev V. A. Methods to improve the quality of feed. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1996, no. 1, pp. 33–37 (In Russian).
27. Bondarev V. A. Stocking feed on new technologies. *Zhivotnovodstvo* [Animal husbandry], 2003, no. 1, pp. 36–37 (In Russian).
28. Pobednov Yu. A., Vaysbakh F., Palov G. The effectiveness of drugs lactic acid bacteria. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], 1997, no. 4, pp. 35–38 (In Russian).
29. Pobednov Yu. A. The effect of the content of dry matter, sugar and epiphytic lactic acid bacteria on the effectiveness of preserving herbs with new bacterial preparations. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2005, no. 3, pp. 24–27 (In Russian).
30. Tanaka O., Ohmomo S., Zong Y., Nishiyama K., Doi K., Ogata S. Relationship between fermentation quality of silage and presence of phages for silage-making lactobacilli. *National Grassland Research Institute*, 1995, no. 51, pp. 31–39.

31. Doi K. A., Zhang Y., Nishizaki Y. Comparative study and phage typing of silage-making *Lactobacillus* bacteriophages. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2003, no. 5, pp. 518–525.

32. Shurkhno R. A., Gibadullina F. S., Tagirov M. Sh. The effect of various preservatives on the quality of food during the fermentation of legume-grass mixture. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the University of Technology], 2015, no. 10, pp. 227–232 (In Russian).

33. Udalova E. V. *Polifermentnaya kompozitsiya dlya konservirovaniya mnogoletnikh vysokobelkovykh trav* [Multienzyme composition for preserving perennial high-protein herbs]. Available at: <http://bankpatentov.ru/node/446510> (accessed 14.01.2017).

34. Kosolapov V. M., Bondarev V. A., Klimenko V. P. The effectiveness of new technologies for the preparation of herbal feeds. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of agriculture], 2009, no. 7, pp. 39–42 (In Russian).

Информация об авторах

Логвинова Анна Викторовна – аспирант заочного обучения, инженер-технолог. ООО «Фермент» (220140, г. Минск, ул. Матусевича, 35, Республика Беларусь). E-mail: irulent@tut.by

Болтовский Валерий Станиславович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: v-boltovsky@rambler.ru

Information about the authors

Logvinova Anna Viktorovna – PhD student, engineer. OJSK “Ferment” (35, Matusevicha str., 220140, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irulent@tut.by

Boltovskiy Valeriy Stanislavovich – DSc (Engineering), Associate Professor, Professor, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v-boltovsky@rambler.ru

Поступила 07.11.2018