



**Наталья Жабанос,**  
заведующий отделом  
биотехнологий Института  
мясо-молочной  
промышленности, кандидат  
технических наук, доцент



**Наталья Фурик,**  
первый заместитель  
директора Института мясо-  
молочной промышленности,  
кандидат технических наук,  
доцент



**Елена Бирюк,**  
заведующий лабораторией  
микробиологических  
исследований и коллекции  
промышленных микроорганизмов  
Института мясо-молочной  
промышленности, кандидат  
сельскохозяйственных наук



**Тамара Савельева,**  
ученый секретарь,  
кандидат  
ветеринарных наук,  
доцент



## Прикладная биотехнология: от фундаментальных исследований к промышленным технологиям

Биотехнология – древнейшая из прикладных наук, появившаяся с первыми попытками человека сохранить или преобразовать получаемое сырье в продукт, пригодный для употребления, и получившая новый импульс к своему развитию благодаря открытиям в области микробиологии, химии, биохимии, генетики. Одним из направлений промышленной биотехнологии является использование микроорганизмов в процессах изготовления пищевых продуктов (ферментированные молочные продукты, сыры, хлеб и др.) и сохранения питательности кормов для продуктивных животных.

о оценкам экспертов, инновационным вектором выступает разработка и оптимизация подходов к производству заквасок и пищевых ингредиентов, в том числе изучению новых штаммов молочнокислых и других технологических микроорганизмов, пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, микробных консорциумов с заданными биологическими свойствами и оптимизированными технологическими характеристиками [1].

Методические подходы к выделению и идентификации микроорганизмов – базовые составляющие мировой науки, обуславливающие развитие промышленной микробиологии и технологий, основанных на уникальных характеристиках и особенностях микроорганизмов. Для их идентификации совершенствуются биохимические подходы, а также методы молекулярной биологии, позволяющие более точно проводить определение видовой и подвижной принадлежности. Кроме того, в случае идентификации трудноотличимых фенотипическими методами организмов, особенно если они обладают сходными характеристиками с близкородственными таксонами, установить таксономическое положение бактерий возможно только с помощью генотипических методов. Наряду с классическими подходами разрабатываются методики, позволяющие достоверно дифференцировать микроорганизмы ускоренными способами. Развитие методов идентификации микроорганизмов способствует созданию технологий получения природных (аутентичных) консорциумов молочнокислых бактерий

для использования их в промышленном производстве заквасок [2].

Развитие молокоперерабатывающей промышленности как основного потребителя заквасок ставит новые задачи по обеспечению направленности технологических процессов ферментации сырья, получению продукции со стабильными показателями качества и определенными органолептическими и биохимическими характеристиками, разработке экологических подходов сохранения готовой продукции и пролонгированию сроков годности.

Государственная поддержка и инвестиции играют важнейшую роль в развитии промышленной биотехнологии, в том числе научных исследований по выделению, идентификации, изучению биотехнологического потенциала промышленно ценных микроорганизмов, формированию научных подходов к созданию технологий заквасок для молочной промышленности, оценке эффективности их использования в производстве широкого ассортимента ферментированной продукции. Сохранение и пополнение отечественного коллекционного фонда промышленных культур, задействованных в процессах переработки сельскохозяйственного сырья, – один из факторов продовольственной безопасности страны и развития научного сектора. Формирование нового ассортимента культур, обладающих биотехнологическим потенциалом для производства заквасок, стартовых культур, микробных препаратов, дает импульс развитию технологий переработки сельскохозяйственного сырья животного и растительного происхождения. Вместе с тем освое-

ние современных методик и разработка собственных методических и технологических решений в сфере оценки идентификационных признаков микроорганизмов и бактериофагов позволяют осуществлять адекватную оценку и анализ характеристик импортируемой биотехнологической продукции, что способствует формированию кадрового потенциала и в перспективе обеспечит технологическую безопасность страны по данному направлению.

В реалиях последних лет при неуклонном росте производства молока-сырья в Республике Беларусь технологии и сформированный ассортимент заквасок для основной линейки молочной продукции – это еще и фактор технологического суверенитета.

Технологические и методические подходы в деле создания бактериальных консорциумов различного целевого назначения (для сыров, творога, сметаны и др.) являются, как правило, ноу-хау производителя заквасок. Исследование и установление обоснованных требований к штаммам микроорганизмов, предполагаемым в состав заквасок, их взаимной совместимости и характеристикам на различных этапах создания консорциумов является основополагающим фактором получения заквасок в сухом и замороженном виде для широкого спектра ферментированных молочных продуктов. Анализ результатов совокупности проведенных в этом направлении исследований позволил установить и систематизировать требования для штаммов, перспективных в составе консорциумов для изготовления заквасок, по основным показателям, создать новые технологические и методические решения

конструирования бактериальных консорциумов и оценки их технологически значимых характеристик. Разработан регламент получения бактериальных консорциумов нового поколения для производства сухих и замороженных заквасок различного целевого назначения, который апробирован на бактериальных консорциумах лактококков, лактококков и термофильных микроорганизмов различного целевого назначения для промышленного использования. Комплексная оценка и анализ характеристик партий концентрированных заквасок, изготовленных в промышленных условиях с использованием созданных консорциумов по показателям, регламентируемым требованиями технических условий, а также характеру изменения активной кислотности при ферментации молочного сырья с помощью системы контроля ферментации iCinac (АМС, France), показал, что обеспечивается получение заквасок концентрированных с количеством молочнокислых микроорганизмов в 1 г: от 13 до 79 млрд клеток (для замороженных) и 180–340 млрд клеток КОЕ (для сухих) с активностью, соответствующей ТНПА. Регламент используется непосредственно при создании консорциумов микроорганизмов для заквасок различного целевого назначения на опытном технологическом производстве Института мясо-молочной промышленности [3].

Одна из потребностей молочной промышленности – пролонгация сроков годности с сохранением высоких потребительских характеристик молочных продуктов без использования консервантов. Биологически безопасным и перспективным явля-

ется применение в этих целях защитных культур, направленно ингибирующих технически вредные микроорганизмы порчи при своем развитии в продукте или на этапах его получения [4].

Завершен комплекс исследований антагонистических свойств у 67 штаммов молочнокислых микроорганизмов и 4 штаммов пропионовокислых бактерий из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов в отношении 5 тест-штаммов *E. coli*, 4 культур дрожжей, 3 культур плесеней и 6 штаммов маслянокислых бактерий вида *Clostridium tyrobutyricum*. Изученные штаммы молочнокислых и пропионовокислых культур достоверно обладают широким спектром антагонистической активности к технически вредным микроорганизмам: 91% – антагонистической активностью к кишечной палочке, 51% – к дрожжам, 78% – к плесеням и 79% – к маслянокислым бактериям. В ходе исследования антагонистических свойств в молочном сырье в зависимости от температуры, pH и продолжительности этапов производственного процесса установлена штаммоспецифичная антагонистическая активность в отношении тест-культур технически вредных микроорганизмов при развитии в молочном сырье: у *Lactobacillus helveticus* 2644 TL-AV к *E. coli* Y5–3 R16 и *Candida utilis*, у *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 2717 M-A к *Fusarium oxysporum*, у *Lactobacillus plantarum* 1157 ML-AF к *Alternaria alternate*, *Clostridium tyrobutyricum* МК Богд-2, у *Propionibacterium freudenreichii* 2017 МНО-К к *Clostridium tyrobutyricum* МК. Из 80 исследованных отобрано 46 штаммов-антагонистов, которые

перспективны для использования в качестве защитных культур при производстве ферментированных молочных продуктов. Высоким уровнем антагонистической активности обладали и комбинации культур, содержащие один или два штамма-антагониста. На основании анализа результатов исследований разработаны методические рекомендации по отбору молочнокислых и пропионовокислых бактерий в качестве защитных культур для производства ферментированных молочных продуктов [5]. Методические подходы найдут применение в промышленной биотехнологии для создания эффективных комбинаций микроорганизмов и технологий заквасок.

С целью выделения эффективных молочнокислых и бифидобактерий для различных сфер промышленной биотехнологии изучали микробиоту пчел и пчелопродукты, биотехнологический потенциал выделенных микроорганизмов. Исследован профиль ферментации различных углеводов и их производных с помощью стрип-тестов API 50 CH у 11 штаммов лактобацилл, выделенных из организма пчел и пчелопродуктов. Установлено, что культуры 2932 TL-OF (*Lb. paracasei*), 2933 TL-OF (*Lb. paracasei*), 2934 TL-OF (*Lb. rhamnosus*), 2942 ML-OF (*Lb. helsingborgensis*) способны ферментировать максимальное количество (20 и более) из изученных субстратов. Штаммы 2937 ML-OF (*Lb. kimbladaii*), 2938 ML-OF (*Lb. kimbladaii*), 2939 ML-OF (*Lb. mellis*), 2940 ML-OF (*Lb. apis*), 2941 ML-OF (*Lb. helsingborgensis*) могут использовать в качестве источника углерода и энергии ограниченное количество субстратов (от 11 до 19). Наименьшее количество углеводов и их произ-

водных ферментируют штаммы *Lactobacillus kunkeei* L44 и L45 (6 субстратов). Способность бактерий утилизировать различные сахара важна для культур, используемых в составе биоконсервантов для силосования растительных кормов: С6-сахара (гексозы) могут утилизировать и гомо- и гетероферментативные лактобактерии, тогда как пентозы ферментируют только некоторые гетероферментативные бактерии. Перспективны для использования в составе биоконсервантов для силосования культуры L41, L42 (*Lactobacillus paracasei*) и L43 (*Lactobacillus rhamnosus*), ферментирующие пентозы: D-рибозу, D-ксилозу, D-ликтозу [6].

Вышеназванные виды лактоцилл в европейской системе списка QPS являются безопасными. Исследованные нами и обладающие антагонистической активностью в отношении микроорганизмов порчи могут использоваться как штаммы-пробиотики для производства биотехнологической продукции в сельском хозяйстве и пищевой промышленности после подтверждения безопасности согласно требованиям нормативно-правовой базы Республики Беларусь.

*Lactobacillus* – самый большой и разнообразный род молочнокислых бактерий (LAB). Многие виды находят применение в промышленности, биотехнологии, медицине и ветеринарной медицине [1]. Из-за своих метаболических особенностей некоторые представители этого рода играют важную роль в процессах ферментации молока, сохранении пищевых продуктов, обладают пробиотическими свойствами, а также используются в производстве биологически активных добавок. Разрешаю-



Научным комитетом Европейского управления по безопасности пищевых продуктов (EFSA) в отношении биологических агентов, преднамеренно введенных в пищевую и кормовую цепочку, для обеспечения согласованной общей предварительной оценки и оценки безопасности разработан подход, предусматривающий формирование списка биологических агентов, отвечающих требованиям презумпции безопасности (QPS). Впервые такой список был составлен в 2007 г. и обновлялся с различной периодичностью. Для внесения в него новых микроорганизмов экспертная группа по биологическим опасностям (BIOHAZ) проводит всестороннюю оценку. В настоящее время список QPS включает обширный перечень видов микроорганизмов, признанных безопасными к применению в пищевых и кормовых целях ([www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)).

щая сила того или иного метода генотипирования напрямую связана с вариабельностью используемых маркеров. Для дифференцирования близкородственных видов или крупных групп штаммов микроорганизмов широко применяется метод MLST. Проведены исследования по разработке способа дифференциации бактерий *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus acidophilus* методом мультилокусного секвенирования. Для мультилокусного

секвенс-типирования использованы 3 пары праймеров (TestGB, Sgro и SrplB), сконструированные к генам «домашнего хозяйства» *gyrB*, *groEL* и *gplB*, которые позволяют достоверно идентифицировать бактерии *Lb. acidophilus* и *Lb. helveticus* и типировать штаммы внутри вида *Lb. helveticus*. Кроме того, с помощью праймеров Sgro и SrplB можно устанавливать подвиды *Lb. delbrueckii*, а с применением праймеров TestGB и Sgro – различать близкородственные

виды *Lb. gallinarum* и *Lb. helveticus*. Полученные результаты являются базовыми для создания экспресс-подходов как к идентификации новых выделяемых культур, так и для анализа видового состава микрофлоры заквасок и ферментированных продуктов [7].

Создание новых заквасок для сыроделия остается перспективной разработкой биотехнологии, поскольку востребованность сыра как продукта для самых разных потребителей в современном мире не снижается. Для того чтобы добиться хороших органолептических показателей, важен подбор микроорганизмов в составе закваски. Актуально и расширение спектра микроорганизмов, которые можно включать в состав заквасочной микрофлоры. При этом вводимые в состав заквасок микроорганизмы должны как обеспечивать улучшение органолептических свойств традиционных сыров и интенсифицировать процесс выработки и устойчивость к биоповреждениям, так и повышать биологическую ценность производимого продукта за счет обогащения веществами, вырабатываемыми в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, преобразования компонентов молочного сырья в более ценные и биодоступные субстанции. Положительным моментом при использовании лактобацилл в составе заквасок для сыров является то, что обычно виды *Lactobacillus* более устойчивы к кислой среде по сравнению с остальными молочнокислыми бактериями, что дает им возможность развиваться на всех стадиях созревания сыра; кроме того, лактобациллы устойчивы к бактериофагам лактококков [8–10].

Перспективными в этом отношении являются бактерии вида *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, обладающие высоким уровнем протеолитической активности, ферментирующие широкий спектр углеводов, в том числе галактозу, способные к биосинтезу аминокислот. Данные бактерии ингибируют рост посторонней микрофлоры в молоке и сырах за счет быстрого сбраживания лактозы и повышения кислотности среды, обладают специфической антагонистической активностью за счет формирования метаболитических продуктов, обладающих бактерицидным и бактериостатическим действием [11], вырабатывают антибактериальные вещества и бактериоцины, которые могут вызывать ингибирование и подавление роста нежелательных грамположительных бактерий родов *Bacillus*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Clostridium* и *Staphylococcus*. Однако следует отметить, что способность к образованию каких-либо веществ может зависеть не только от условий выращивания культуры, но и от конкретного штамма [12].

Активно используются в молочной промышленности новые закваски для сыров на основе отечественных штаммов молочнокислых бактерий вида *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, разработка технологии производства которых завершена в 2023 г. Эти микроорганизмы способствуют ускорению созревания сыров и формированию яркого сырного вкуса и могут использоваться как в составе заквасок (СЫР-13, СЫР-14, СЫР-15, СЫР-16), используемых непосредственно при изготовлении, так и в качестве добавочных культур при производстве сыров, придающих продукту определенные потребительские

характеристики. Например, закваска поливидовая концентрированная замороженная лактобацилл «Бетабаланс 1», содержащая *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* и *Lactobacillus casei subsp. casei*, применяется в качестве дополнительной культуры при изготовлении сыров для усиления и ускорения образования «сырного» аромата, оказывает антагонистическое воздействие на маслянокислые бактерии и дрожжи [13, 14].

Полутвердые сыры с пониженным содержанием жира в сухом веществе (20–30%) – один из основных трендов развития сыроделия, они ориентированы на людей, формирующих свои рационы на принципах включения большого количества белка и незаменимых аминокислот. Вместе с тем потребитель не всегда готов к специфическим вкусовым особенностям низкожирных сыров с их достаточно грубой, резиновой консистенцией, связанной именно со сниженным содержанием жира и особенностями ферментационных процессов. Существуют технологические решения, позволяющие нивелировать данные органолептические особенности и придать сырам более традиционные характеристики (подбор молокозвертывающих ферментов, корректировка температурных режимов изготовления и созревания сыров, выбор заквасочных культур и др.) [15]. Завершен комплекс работ по созданию замороженных концентрированных заквасок «СЫР-10» и «СЫР-10 Премиум» со сбалансированным уровнем протеолитической активности [16]. Решен комплекс задач по подбору микроорганизмов для заквасок с учетом их биохимической активности и биотехноло-

гического потенциала, созданию технологии заквасок и отработке в лабораторных условиях параметров их применения, оценке органолептических, физико-химических, микробиологических характеристик низкожирных и полножирных сыров, выработанных с использованием замороженных концентрированных заквасок «СЫР-10» и «СЫР-10 Премиум» в лабораторных и промышленных условиях, определены предварительные сроки их созревания.

Разработана технология получения газо- и ароматобразующих микроорганизмов на основе методов молекулярно-генетического типирования. Из сырого молока получены обогащенные накопительные культуры указанных микроорганизмов. На основании анализа результатов исследований производственно ценных свойств и с использованием молекулярно-генетических методов селектированы культуры с высокой газо- и ароматобразующей способностью, перспективные для включения в состав бактериальных заквасок для творога. Совокупность производственно ценных свойств выделенных изолятов (сквашивающая и газообразующая активности, органолептические характеристики сгустка, продукция диацетилла, фагоустойчивость) позволила определить перспективность их использования в промышленной биотехнологии, 10 штаммов лейконостоков и 10 штаммов диацетильного лактококка паспортизированы и введены в Республиканскую коллекцию промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов [17]. С применением культур разработаны консорциумы, содержащие один

или два вида газо- и ароматобразующих микроорганизмов, на основе которых осуществлены опытно-промышленные выработки сухих и замороженных заквасок для творога. Изготовленные партии соответствовали по качественным характеристикам требованиям ТНПА. Технологическая инструкция по селекции газо- и ароматобразующих микроорганизмов с использованием молекулярно-генетических методов ТИ ВУ 100098867.604–2023 используется в научно-исследовательских работах по функционированию и поддержанию Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов для выделения, идентификации и селекции газо- и ароматобразующих микроорганизмов, обладающих производственно ценными свойствами.

В результате решения комплекса фундаментальных и прикладных задач разработана и освоена в промышленном производстве технология изготовления сухого биоконсерванта для силосования растительного сырья на основе гетероферментативных молочнокислых бактерий. Источниками выделения молочнокислых палочек, перспективных для использования в составе био-консерванта, послужили 97 природных образцов из различных регионов Республики Беларусь, из которых получена 71 накопительная культура и выделены 534 изолята бактерий. В результате исследований продуктивных свойств культур отобраны 5 гетероферментативных лактобацилл с высокой активностью кислотообразования, осмолотолерантных, обладающих антагонистической активностью по отношению к дрожжам и кишечной палочке. Культуры паспортизи-

рованы и переданы в Республиканскую коллекцию промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов. В ходе исследований по созданию технологии биологического консерванта «Биоплант-форте» сконструированы 12 бактериальных консорциумов из гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий, в лабораторных условиях исследованы и оценены опытные партии силосованных кормов. Полученные результаты явились основой для определения видового состава бактерий, перспективных для создания биоконсерванта [18]. Разработаны ТНПА и технологическая документация по изготовлению и применению биоконсерванта «Биоплант-форте», технологический регламент по заготовке силосованных кормов с его использованием. Освоен промышленный выпуск этой биотехнологической продукции.

В настоящее время совместно с Институтом медико-биологических проблем РАН реализуется российско-белорусский проект «Проксибиотик». В его рамках, в том числе при проведении биотехнологических экспериментов на борту российского сегмента Международной космической станции, использованы 16 штаммов микроорганизмов-пробиотиков, выделенных и изученных в Республике Беларусь, показавших эффективность при коррекции микробиоценоза ЖКТ в составе кисломолочных продуктов. Основная цель проведенных и планируемых научных работ – создание комплексного кисломолочного продукта для поддержания микробиоты человека в условиях космического полета. Вместе с тем подобранные комбинации культур перспективны для использования при создании продуктов для

поддержания микробиоты не только в условиях космического полета, но и в повседневной жизни человека.

Исследования в области промышленной биотехнологии являются приоритетными в Республике Беларусь, поддерживаются государством через реализацию государственных программ научных и прикладных исследований, что позволяет проводить полный комплекс исследований: от выделения новых культур до создания технологий производства и применения заквасок в промышленности. Отечественная пищевая биотехнология на современном этапе своего развития решает новые задачи перерабатывающей отрасли – расширяет арсенал методов и способов увеличения ассортимента групп заквасок и полезной ферментированной продукции, обеспечивает уровень ее безопасности и возможность пролонгирования сроков годности. Отечественные закваски по своим качественным характеристикам идут на равных с известнейшими мировыми брендами, обеспечивая снижение критического импорта. Республиканская коллекция промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов постоянно пополняется новыми высокопродуктивными штаммами молочнокислых, пропионовокислых и бифидобактерий, активно ведутся научные работы, направленные на обеспечение конкурентоспособности отечественной биотехнологической продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Просеков А.Ю. Инновационный менеджмент биотехнологий заквасочных культур / А.Ю. Просеков, Л.А. Остроумов // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43. №4. С. 64–69.
2. Сидоренко О.Д. Особенности взаимодействия микроорганизмов в ферментированном молоке / О.Д. Сидоренко, Е.В. Жукова, О.Н. Пастух // Всё о мясе. 2020. №5. С. 329–332.
3. Жабанос Н.К., Фурик Н.Н. Установление основных характеристик бактериальных консорциумов для производства заквасок различного целевого назначения / Н.К. Жабанос, Н.Н. Фурик // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апреля 2022 г.: в 2-х т. / Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2022. Т. 1. С. 315–316.
4. Silva CCG, Silva SPM, Ribeiro SC. Application of Bacteriocins and Protective Cultures in Dairy Food Preservation. // Front Microbiol. 2018. Vol. 9. P. 1–15.
5. Коровацкая Е.М. Исследование влияния культур-антагонистов на технически-вредные микроорганизмы в процессе сквашивания и последующего хранения сливок / Е.М. Коровацкая, Н.Н. Фурик, Н.К. Жабанос, С.Л. Василенко // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. / Институт мясо-молочной промышленности. – Минск, 2022. Вып. 16. С. 46–54.
6. Романович Н.С. Характеристика ферментации углеводов и их производных лактобациллами, выделенными из организма пчел и пчелопродуктов / Н.С. Романович [и др.] // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр., 2022 г. / Институт мясо-молочной промышленности. 2023 г. С. 115–121.
7. Шукшина М.А. Сиквенс-типирование *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus acidophilus* на основании 3 генов домашнего хозяйства // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. 2023. Вып. 18 / Институт мясо-молочной промышленности, 2023. С. 107–114.
8. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов: учебник / К.К. Горбатова. – М., 2021 г.
9. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / под ред. С.А. Гудкова. – М., 2003.
10. Сучкова Е.П. Основы биотехнологии / Е.П. Сучкова, Р.А. Уваров. – СПб., 2021.
11. Boris S. Partial characterization of a bacteriocin produced by *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* UO004, an intestinal isolate with probiotic potential / S. Boris [et al.] // J Appl Microbiol. 2001. №2 (91). P. 328–333.
12. Comparison of Activity of Commercial Protective Cultures and Thermophilic Lactic Acid Bacteria against *Listeria monocytogenes*: A New Perspective to Improve the Safety of Sardinian PDO Cheeses / M.P. Meloni [et al.] // Foods. 2023. №12.
13. Романович Н.С. Изучение биотехнологического потенциала штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* 2636 TL-A / Н.С. Романович [и др.]. Сборник материалов III междунар. конгресса «Наука, питание и здоровье». Сб. науч. тр. – Минск, 2021. С. 474–482.
14. Сидерко И.А. Оценка влияния *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* и *Lactobacillus casei subsp. casei* в составе бактериального консорциума для сыров на скорость кислотообразования / И.А. Сидерко, Н.Н. Фурик, Н.К. Жабанос, Е.Н. Бирюк // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. Институт мясо-молочной промышленности; редкол.: Г.В. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. Вып. 17. С. 102–107.
15. Вахрушева Д.С. Влияние лактобацилл на формирование органолептического профиля сыров пониженной жирности / Д.С. Вахрушева // Пищевые системы. Т. 4. №35. 2021. С. 31–36.
16. Двоежёнова Е.А. Биохимическая активность культур молочнокислых бактерий, перспективных для использования при изготовлении сыров с пониженным содержанием жира / Е.А. Двоежёнова, Н.К. Жабанос, Д.В. Муха, Н.Н. Фурик // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. Институт мясо-молочной промышленности; редкол.: Г.В. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. Вып. 17. С. 130–140.
17. Соглаева А.А. Выделение газо- и ароматобразующих заквасочных культур и изучение их производственно-ценных свойств / А.А. Соглаева [и др.] // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр./ под общ. ред. З.В. Ловкиса / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию. – Минск, 2022. С. 53–59.
18. Бирюк Е.Н. Разработка сухого биоконсерванта на основе гетероферментативных молочнокислых бактерий / Е.Н. Бирюк, Н.Н. Фурик, Е.П. Ходаренок // Актуальные проблемы и перспективы развития продуктивного и непродуктивного животноводства: сб. статей междунар. науч.-практич. конф. – 28–29 октября 2020 г., Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. 2020. С. 63–66.



**Светлана Гордынец,**  
заведующий отделом технологий мясных продуктов Института мясо-молочной промышленности, кандидат сельскохозяйственных наук



**Екатерина Беспалова,**  
заведующий отраслевой лабораторией биохимии, микробиологии и технологических процессов переработки молока Института мясо-молочной промышленности, кандидат технических наук, доцент



**Елена Степанова,**  
заместитель директора по научной работе Института мясо-молочной промышленности, кандидат ветеринарных наук, доцент



**Виктория Напреенко,**  
научный сотрудник отдела технологий мясных продуктов Института мясо-молочной промышленности, магистр технических наук

# Продукция функционального и специализированного назначения: обзор инноваций

Хорошее здоровье выгодно экономически, равно как и правильное питание, его сохраняющее и предупреждающее от заболеваний. Это важнейший фактор, определяющий физиологический статус человека, его гармоничное физическое и умственное развитие, адекватную адаптацию к непрерывно меняющейся природной и социальной среде. Важная роль при этом отводится созданию функциональных и специализированных продуктов [1, 2].