УДК 637.1:33
https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-5-20

Закваски вчера, сегодня, завтра…

Нинель Петровна Сорокина, руководитель Экспериментальной биофабрики ВНИИМС — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН
Елена Вячеславовна Кураева, старший научный сотрудник ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

В статье рассмотрены вопросы обеспеченности молочной промышленности бактериальными закваскаами российского производства, пути решения задачи импортозамещения, обеспечения биофабрик коллекционными культурами молочнокислых бактерий, ассортимент и классификация бактериальных заквасок, особенности применения дополнительных и защитных заквасок, соответствие видового состава заквасок требованиям законодательства Таможенного союза.

Ключевые слова: *бактериальные закваски, импортозамещение, молочнокислые бактерии, фагоустойчивость, дополнительные культуры, защитные культуры.*

Sorokina N. P., Kuraeva E. V. Starter cultures yesterday, today, tomorrow…
VNIHI – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems

The article considers the issues of providing the dairy industry with Russian-made bacterial sourdough, ways to solve the problem of import substitution, providing biofactories with collection cultures of lactic acid bacteria, the assortment and classification of bacterial starter cultures, features of the use of additional and protective cultures, compliance of the species composition of starter cultures with the requirements of the legislation of the Customs Union.
Key words: *bacterial starter cultures, import substitution, lactic acid bacteria, phage resistance, additional cultures, protective cultures.*

Проблема с бактериальными закваскаами для производства молочных продуктов, возникшая после начала специальной военной операции, продолжает волновать специалистов и менеджеров молочной промышленности. В последнее время этот вопрос освещается не только в научных журналах, но и средствах массовой информации. Можно сказать, что вопрос с закваскаами у всех на слуху.

В отличие от ситуации после Великой октябрьской революции 1917 г. и гражданской войны, в настоящее время поставки заквасок не прекращаются, большинство поставщиков зарубежных заквасочных культур продолжают свою деятельность в России. При этом сохраняется угроза введения новых санкций против нашей страны, а колебания курса валют, ограничения деятельности российских банков могут негативно влиять на возможность приобретать импортные закваски для молочной отрасли. Сложившаяся ситуация четко показала уязвимость российской молочной промышленности в связи с тем, что не более 10 % потребности в бактериальных закваскаах удовлетворяется отечественной продукцией. Проблема обеспечения не только молочного производства, но и других отраслей пищевой промышленности функционально необходимыми ингредиентами отечественного производства сейчас стоит очень остро.

Решить эту проблему можно за счет увеличения объемов выпуска заквасок на существующих российских предприятиях и строительства новых биофабрик, которое анонсировано уже несколькими частными компаниями. Заявила о расширении производства в 2 раза научно-производственная компания ООО «Компонент-Лактис» (Оренбургская область), которая выпускает бактериальные концентраты для кисломолочных напитков, сметаны, творога и закваски для домашнего применения. Компания поставляет свою продукцию 30 молочным предприятиям.

В 2025 г. планируется ввести в действие две новые биофабрики: в г. Углич Ярославской области по производству бактериальных концентратов для ферментированных молочных продуктов, в том числе сыров, а также в г. Лыткарино Московской области для обеспечения выпуска молочной продукции сельхозпроизводителями Московской области. Тем не менее реализация этих проектов не позволит полностью решить задачу импортозамещения в части обеспеченности молочной отрасли бактериальными закваскаами.

Практически единственный производитель бактериальных концентратов для сыроделия в России — ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика» (г. Углич) в настоящее время решением Министерства науки и высшего образования присоединена к Всероссийскому научно-исследовательскому институту маслоделия и сыроделия (ВНИИМС) — филиалу «Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН. Выпуск широкого ассортимента бактериальных концентратов для сыров и кисломолочных продуктов Экспериментальная биофабрика продолжит в качестве структурного подразделения ВНИИМС, и заявки партнеров (а их более 350) будут безусловно выполнены. К слову сказать, создавалась биофабрика в 1940 г. именно при ВНИИМС. И технология, и ассортимент концентратов разрабатывались совместно с учеными института.

Нельзя забывать, что организация заквасочного производства, кроме больших финансовых вложений и решения довольно серьезных технических вопросов, для обеспечения надлежащих условий производства подразумевает наличие у производителя биотехнологии и банка коллекционных культур заквасочных микроорганизмов. Создание и хранение коллекций культур — длительный и сложный процесс, требующий квалифицированных кадров и соответствующим образом оборудованных исследовательских лабораторий для осуществления корректной идентификации и изучения технологически значимых свойств культур. Решение вопроса с обеспечением новых биофабрик заквасочными культурами — весьма непростая задача.

В России при различных научных организациях и производственных компаниях имеется ряд коллекций, в которых содержатся молочнокислые и другие заквасочные микроорганизмы:

- **Всероссийская коллекция непатогенных микроорганизмов** (ВКМ) института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрябина РАН. Задача коллекции — сохранение биоразнообразия всех выделенных (и даже еще не идентифицированных) культур. Фонд составляет более 10 тысяч штаммов, однако количество заквасочных культур ограничено: лактобацилл —

28 штаммов, лактококков — 3, лейконостоков — 9, пропионовокислых — 3 штамма;

- **Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов** (ВКПМ) НИЦ «Курчатовский институт» РАН. Фонд — 15000 штаммов, заквасочных микроорганизмов — 415, в том числе лактококков — 241 штамм, лейконостоков — 20, пропионовокислых — 4, лактобацилл — 150. Не все технологически значимые свойства у этих штаммов изучены;
- **Российская коллекция молочнокислых бактерий для производства сыров и бактериофагов ВНИИМС** (до присоединения к ВНИИМС содержалась и хранилась на Экспериментальной биофабрике). Фонд — 4756 штаммов производственно-ценных культур молочнокислых, пропионовокислых, уксуснокислых бактерий и бифидобактерий, а также бревибактерий и дрожжей. В составе коллекции имеется 345 бактериофагов молочнокислых бактерий;
- **коллекция молочнокислых бактерий и заквасок ВНИМИ**. Фонд — 1400 штаммов микроорганизмов и заквасок для кисломолочных продуктов;
- **Сибирская коллекция микроорганизмов** при Сибирском научно-исследовательском институте сыроделия (СибНИИС) ФГБНУ ФАНЦА включает сотни штаммов молочнокислых и пропионовокислых бактерий, а также бифидобактерий.

Коллекции промышленно ценных штаммов существуют у всех мировых производителей бактериальных заквасок, но сведения по составу фондов этих компаний в доступных источниках отсутствуют. Кроме того, культуры из коллекций зарубежных фирм не доступны для использования отечественными производителями в составе своих бактериальных заквасок.

На наш взгляд, становится очевидной целесообразность кооперации новых отечественных биофабрик с научными организациями, владеющими банками штаммов и научными подходами к отбору микроорганизмов для включения в состав микрофлоры заквасок и созданию сложных поливидовых консорциумов, обеспечивающих выпуск качественных и безопасных ферментированных молочных продуктов. По этому пути пошел агрохолдинг «АгриВолга», который еще в 2018 г. заключил с ВНИИМС и Экспериментальной биофабрикой соглашение о сотрудничестве именно с этой целью. Это служит хорошим примером взаимовыгодных отношений бизнеса и науки, поскольку позволяет внедрять научные достижения и разработки в наукоемкое производство.

Необходимо отметить и столь важный вопрос, касающийся выпуска безопасной ферментированной молочной продукции, как обеспечение нормального уровня молочнокислого брожения при ее изготовлении. Одной из распространенных во всем мире причин снижения активности молочнокислых бактерий является их поражение бактериофагами. Многолетние и многочисленные исследования фаговой ситуации на молочных предприятиях как у нас в стране, так и за рубежом свидетельствуют о широком распространении бактериофагов. Они вызывают гибель заквасочных микроорганизмов, что приводит к нарушению технологических, микробиологических и биохимических процессов производства, качества и безопасности ферментированных молочных продуктов, в том числе сыров, а также к экономическим потерям [1–3]. Имеются научные данные об эволюционировании бактериофагов, циркулирующих на молочных заводах: появляются новые редкие виды, повышаются их терморезистентность и устойчивость к дезинфицирующим веществам.

Защита молочнокислых бактерий от фаговых атак достигается за счет использования многоштаммовых заквасок, их систематической ротации и включения в состав заквасочной микрофлоры фагоустойчивых культур. Для этого необходимы:

- выделение и изучение новых бактериофагов молочнокислых бактерий;
- изучение фагоустойчивости заквасочных микроорганизмов, в том числе к новым бактериофагам;
- пополнение и сохранение коллекции бактериофагов.

Такую работу нельзя игнорировать новым изготовителям заквасок, поскольку это неизбежно приведет к потере активности выпускаемых ими заквасок и претензиям от молочных предприятий. Актуально сотрудничество с научными учреждениями, имеющими коллекции бактериофагов и владеющими методами исследований в этой области.

На сегодняшний день ассортимент отечественных и зарубежных заквасок на нашем рынке продолжает оставаться разнообразным. Соответственно сохранился ряд вопросов, которые хотелось бы затронуть. В частности, все привычнее стали появившиеся сравнительно недавно новые понятия и классификация заквасок на основные, дополнительные (их еще называют созревательными или вспомогательными) и защитные (см. таблицу). Дополнительные и созревательные культуры используются в сыроделии, а защитные рекомендуется применять при изготовлении и кисломолочных продуктов, и сыров [1, 4].

К основным относят заквасочные культуры, обеспечивающие активное сбраживание лактозы: в сыроделии особенно на начальных стадиях выработки, при выработке кисломолочных продуктов в течение всего процесса. В их состав входят мезофильные и термофильные молочнокислые бактерии, которые кроме молочной кислоты продуцируют ароматические вещества и углекислый газ из цитратов (мезофильные гомоферментативные лактококки) и из лактозы (гетероферментативные мезофильные лейконостоки), расщепляют белки молока с образованием ряда вкусо-ароматических соединений.

Типы заквасок

Основные	Дополнительные (созревательные)	Защитные
Главная функция – сбраживание лактозы и обеспечение регламентированного уровня молочнокислого процесса	Интенсифицируют созревание сыров, придают особые органолептические свойства	Предотвращают развитие технически вредной микрофлоры
Доза внесения значительная — 10^6–10^7 КОЕ/мл	Дозы внесения ниже, чем у основных заквасок, так как они не оказывают существенного влияния на уровень молочнокислого брожения	
Способны обеспечить выработку продукции без дополнительных культур	Использование культур необходимо не всегда	

Дополнительные (созревательные) закваски представлены микроорганизмами более широкого круга микробных таксонов (семейств, родов и видов). К ним относят пропионовокислые и бифидобактерии, плесневые грибы, а также микроорганизмы поверхностной микрофлоры — дрожжи, бревибактерии (бактерии сырной слизи) и даже стафилококки [1]. Бифидобактерии используются в качестве пробиотиков при изготовлении сыров лечебно-профилактического назначения. Без пропионовокислых бактерий, формирующих рисунок и придающих специфический вкус и аромат, выработать отдельные виды сыров невозможно. Поэтому их следует относить все-таки к основной микрофлоре. Плесневые грибы в зависимости от вида сыра развиваются как на поверхности, так и внутри сырных головок. Остальная дополнительная микрофлора, как правило, является поверхностной.

Отнесение тех или иных культур или заквасок к дополнительным, созревательным или вспомогательным является условным и применяется для того, чтобы отличить их от основных кислотообразующих заквасок, без которых изготовление продукта невозможно. Однако и дополнительные культуры имеют важное значение, особенно для отдельных групп сыров. Главной функцией дополнительных заквасок являются ускорение созревания сыров без существенного влияния на микробиологические процессы на начальных этапах выработки и формирование характерных органолептических показателей. С помощью созревательных культур можно разнообразить вкус и запах, создавать новые виды сыров и расширять существующий ассортимент.

Защитные закваски по сути являются дополнительными, так как вносятся вместе с основной закваской. В соответствии с ГОСТ 34372–2017 «Закваски бактериальные для молочной продукции. Технические условия» защитными являются закваски, которые содержат заквасочные культуры, обладающие существенной антагонистической активностью относительно микроорганизмов порчи, соответствующие составу микрофлоры производимой молочной продукции и не искажающие ее органолептические показатели, регламентируемые соответствующим документом.

Видовой состав защитных культур разнообразен и включает различные виды молочнокислых палочек и пропионовокислые бактерии, проявляющие ингибирующее действие на технически вредную микрофлору, но имеющие низкую кислотообразующую активность [4]. Однако видовой состав микрофлоры многих традиционных кисломолочных продуктов (сметана, творог, йогурт и др.) регламентируется ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», и эти микроорганизмы не могут использоваться при их изготовлении. Аналогичная ситуация и с полутвердыми сырами отечественного ассортимента, состав бактериальных заквасок которых приведен в технологических инструкциях (ТИ ГОСТ 32260–2013).

В связи с этим специалистам молочной промышленности необходимо внимательно относиться к выбору как основных, так и дополнительных или защитных заквасок для производства ферментированных молочных продуктов и во главу угла ставить именно требования нормативных и технических документов, по которым вырабатывается продукция, а не только рекомендации поставщиков заквасок. В частности, в описании одной из импортных защитных культур, включающей *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*, указано, что она предотвращает развитие дрожжей, плесени, БГКП, маслянокислых бактерий, увеличивая тем самым срок хранения и сохраняя свежесть и качество продукта даже при нарушении холодового коридора. Применяется для ***творога***, творожных продуктов, сыров без созревания или с коротким сроком созревания, ***сметаны*** и продукта по технологии сметаны. Однако ***творог*** и ***сметану*** из рекомендаций следует исключить, поскольку это противоречит требованиям ТР ТС, при их выработке нельзя использовать такие микроорганизмы.

Среди информации о зарубежных закваскаx для сыров нередко встречаются фразы о предназначении мезофильно-термофильных заквасок для производства сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания (сыры Российской, Голландской группы, «Гауда» и др.). Строго говоря, официального понятия сыров Российской или Голландской группы в технических документах нет. Это может ввести технологов в заблуждение: конкретно при изготовлении сыров «Российский», «Голландский», а также других сыров с низкой температурой второго нагревания, выпускаемых по ГОСТ 32260–2013, должны применяться только мезофильные закваски. Мезофильно-термофильные закваски следует использовать для выработки только тех видов сыров, в технологических инструкциях которых они предусмотрены.

Всем известно, что закваски являются функционально необходимыми компонентами при производстве ферментированных молочных продуктов и играют важнейшую роль в обеспечении их качества и безопасности. Поэтому вопросам, связанным с применением заквасок, будет посвящено еще много работ и публикаций. Экспериментальная биофабрика в составе ВНИИМС продолжит работу по развитию и сохранению коллекции заквасочных культур и бактериофагов, а также изучению проблем бактериофагии и разработке новых бактериальных концентратов для ферментированных молочных продуктов и, конечно же, сыров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Сыр. Научные основы и технологии***/*под ред. П. Л. МакСуини, П. Ф. Фокса, П. Д. Коттера, Д. У. Эвертта. — СПб.: Профессия, 2019. Т. 1. — 554 с.*
2. ***Кураева, Е. В.*** *Скрининг бактериофагов лактококков сыродельных предприятий/Е. В. Кураева, К. А. Смагина, А. В. Шпак// Сыроделие и маслоделие. 2022. № 6. С. 10–13.*
3. ***Marcó, M. B.*** *Bacteriophages and dairy fermentations/M. B. Marcó, S. Moineau, A. Quiberoni// Bacteriophage. 2012. Vol. 2. Is. 3. P. 149–158.*
4. ***Свириденко, Г. М.*** *Использование защитных культур. Теоретические аспекты/Г. М. Свириденко, Н. П. Сорокина// Молочная промышленность. 2018. № 8. С. 25-28*