

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ҚАЙТА ӨНДЕУ

УДК 664  
МРНТИ 65.59.29

DOI: <https://doi.org/10.37788/2023-1/174-185>

Т.А. Назаренко

Инновационный Евразийский университет, Казахстан  
(e-mail: ta\_nazarenko57@mail.ru)

### Ферментированные молочно-растительные «Продукты для жизни»-«Products for live»

#### Аннотация

*Основная проблема:* на молочном рынке Казахстана снижается потребность в молочных продуктах массового производства и одновременно расширяется ассортимент инновационных кисломолочных продуктов, предназначенных для функционального питания. Основным признаком технологии новых видов молочных и других ферментированных продуктов являются многокомпонентные рецептуры, в состав которых входят основное сырьё и биокорректоры, обеспечивающие их высокую биологическую и пищевую ценность. Новые десертные продукты готовят на молочной или белковой основе с растительными ингредиентами, ферментированные штаммами сухих заквасок прямого внесения или иммобилизованной закваской Бифимм<sup>probio</sup>.

*Цель:* применить иммобилизованные живые клетки чистых культур лакто- и бифидобактерий в качестве биокатализатора ферментации молочно-растительных сред.

*Методы:* в ходе исследований применялся метод иммобилизации микробных клеток в гели биополимеров: пектин, желатин, агар, геллан, пектин, инулин. Наиболее эффективным является метод включения клеток в водный раствор биополимеров концентрацией – 25 %. Для иммобилизации в гель подобраны чистые культуры молочнокислых и бифидо-бактерий в составе концентратов "БК-Алтай-ЛС Бифи", «Полезная партия», «Genesis», «Наринэ», «Vivo Биойогурт», а также выбраны основные рецептурные ингредиенты: молоко с массовой долей жира 1 %, 2,5 %, 3,2 %, натуральные злаковые добавки, джемы, соки, орехи. Были разработаны рецептуры, технологические схемы и способы производства, опытные образцы, определены показатели качества и безопасности.

*Результаты и их значимость:* исследования, проведенные совместно со студентами и магистрантами Сулейменовой К., Желдыбаевой А, Меренгер Н. Жумадиловой А., Тоболиной А., показали эффективность действия иммобилизованных заквасок в образовании кисломолочных десертных продуктов типа пудинг, самбук, желе, жевательный и формовой мармелад. Все опытные образцы новых видов продуктов определялись по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества и безопасности. Из 20 опытных образцов с лучшими показателями выбраны 5 образцов, в которых оптимальное соотношение молока, закваски Бифимм<sup>probio</sup> и биокорректоров в среднем составило 70:20:10. Анализ качества и безопасности показал, что полезный эффект новых кисломолочных продуктов с использованием иммобилизованных заквасок составил более 70 % в сравнении с заквасками прямого внесения. Они обладают функциональными свойствами и могут быть использованы для здорового питания в Казахстане.

*Ключевые слова:* иммобилизация, микробные клетки, гель, процессы ферментации, новые технологии.

#### Введение

Современная пищевая цепь зависит от изменяющихся во всем мире технологий, разработанных в области производства и переработки, транспортировки, охлаждения, хранения и продажи продуктов питания. Процветающие сообщества, которые опираются на научные знания, зависят от постоянного процесса инноваций, который следует из взаимодействия ученых и инженеров, предпринимателей и потребителей [1].

В данное время применяется технология иммобилизации живых клеток полезных молочнокислых бактерий с установленными специфическими физиолого-нормального биохимическими эффектами, а также генно-инженерных штаммов с заданными медико-биологическими и технологическими характеристиками в качестве биокатализатора ферментативных процессов. Микробные клетки, иммобилизованные в матрице из гидрогеля, могут быть защищены от таких неблагоприятных факторов, как pH, температура, химические соединения, действующие в качестве ингибиторов, кислоты желудка и другие [2].

Технологии иммобилизованных микробных клеток и ферментов разрабатывались учеными в Японии, Италии, США, Дании, Голландии, Финляндии и других странах, в том числе России и Казахстане. Например, открытие Такасаки в Японии 1969 года показывает, что активный фермент изомеразы глюкозы *Streptomyces albus* может выращиваться на неочищенных недорогих ксиланах, таких как зерновые отруби или солома, что позволяет массовое производство иммобилизованных клеток. При этом, активность фермента может сохраняться в клетках во время повторной или длительной обработки путем предотвращения лизиса клеток при рабочей температуре с помощью простой термической обработки при температуре выше 60 °С в течение нескольких минут, также позволило повторно использовать цельный клеточный биокатализатор в качестве непрерывной обработки в колонном реакторе. Сегодня компании по всему миру перерабатывают глюкозу, используя её как иммобилизованные клетки для ферментации [3].

Одним из примеров крупнейшей истории успеха технологии иммобилизованных клеток является превращение производства сиропа с высоким содержанием фруктозы (HFS) в крупную отрасль в течение десятилетия 1970-х годов. В 1973 году компания Tanabe Seiyaku Co. Ltd. в Осаке впервые применила крупномасштабное промышленное применение, внедрив непрерывный процесс производства L-аспарагиновой кислоты из фумарата с помощью полиакриламидного геля (PAAG), захваченного целыми клетками *Escherichia coli*, и L-яблочной кислоты с помощью иммобилизованного *Brevibacterium ammoniagenes*. Компания Nāmeen Peruna Oy in Финляндия начала производство 42% - ного сиропа фруктозы HFS в 1974 году, а в 1975 году стала одной из первых в Европе, которая применила непрерывную автоматизированную технологию иммобилизованного биокатализатора в промышленном масштабе. К 1977–1978 годам в промышленном масштабе уже использовались новые методы иммобилизации клеток *E.coli* в пределах κ-каррагинана, поперечно сшитые глутаральдегидом и гемаметиленамином. Прорыв в науке во многом обязан одновременным научным разработкам в технологии иммобилизованных биокатализаторов с 1983 года по данное время, подтвержденным международными и отечественными патентами на изобретение.

Компания Dervakos and Webb в 1991 году предложила создать систему базы данных для критической оценки технологии ферментации иммобилизованных клеток, так как задача иммобилизации очень сложна, поэтому каждый случай должен рассматриваться индивидуально, особенно когда иммобилизованные клетки (ИМС) применяют в производстве пищевых продуктов. Процесс производства пищевых продуктов с использованием иммобилизованных клеток должен быть разработан с учетом требований безопасности государственных органов, таких как управление по безопасности пищевых продуктов и контролю над продуктами и лекарствами в разных странах, в том числе Казахстане.

Теоретические основы иммобилизации заложены в трудах отечественных и зарубежных ученых – Д.В. Ганиной, Н.Б. Гавриловой, Ю.А. Синявского, М. Kosseva, П. Марек, Дж. Кристен, П. Кафлэн и других. В последнее время растет интерес к использованию иммобилизованных живых микробных клеток в пищевой промышленности. Технология иммобилизации получила развитие для пищевой промышленности благодаря её преимуществам: она обеспечивает более высокую плотность клеток в реакторах; делает возможным повторное использование и непрерывную работу; исключает необходимость отделения клеток от субстратных продуктов после использования. Для получения ферментированных молочных и творожных продуктов используются иммобилизованные на носителе живые клетки моно-, поли- или мульти- компонентных бактериальных концентратов методом наслаивания или включения в гель полимеров разной природы. Современная история продуктов питания показала, что успешный маркетинг инновационных продуктов питания должен отражать национальные или региональные традиции питания, передаваться из покупаемых продуктов в съедобные, принимать центральные символы продуктов питания и компонентов продукта. Например, иммобилизованные полезные живые клетки вводятся в

мясные продукты с использованием биополимеров животного или растительного происхождения, образующих гель, который создаёт плотное желе мясного продукта и выполняет функцию носителя для иммобилизации клеток *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus* в гелевую матрицу [3].

Успешные производители находят правильную комбинацию этих различных областей знаний. Таким образом, есть четыре дополнительных перспективы, которые расширяют рамки для анализа исторических инноваций продукта: производители продуктов питания, формы знаний, влияние производителя и технологическая осуществимость [3]. Перспективой данных исследований является технологическая осуществимость производства новых продуктов широкой товарной линейки из молока с использованием иммобилизованных биокатализаторов в виде закваски для ферментации и растительных биокорректоров состава продуктов производителями продуктов питания в Казахстане.

### **Материалы и методы**

Для объектов исследования были выбраны образцы молока цельного коровьего от отечественных производителей с массовой долей жира 1, 2,5, 3,2 %. Биокорректорами компонентного состава молочно-растительных продуктов были выбраны яблочный, апельсиновый, лимонный, малиновый, клубничный, вишневый соки; облепиховый, клюквенный, абрикосовый, клубничный джемы; яблочное, персиковое, абрикосовое пюре; сиропы калины и шиповника; мука злаковых культур риса, кукурузы, овсянки; яичный порошок и иммобилизованные в гель бактериальные концентраты: "БК-Алтай-ЛС Бифи", «Наринэ», «Genesis», «Vivo Биойогурт», «Полезная партия», «Бифимм<sup>probio</sup>».

Исследования проводились на базе лабораторий Инновационного Евразийского университета, научно-практического центра экспертизы и сертификации НПЦЭС и ТОО Иртыш – Стандарт г. Павлодара:

1) изучали химический состав и функционально-технологические свойства молока, муки злаковых культур риса, кукурузы, овсянки, соков, сиропов, пюре, джемов плодово-ягодного сырья, а также характеристики и свойства биополимеров и бактериальных концентратов для иммобилизации, методы иммобилизации;

2) проводили иммобилизацию штаммов чистых культур лакто и бифидобактерий в гели биополимеров;

3) проводили отбор проб компонентного состава;

4) определяли массовую долю влаги, сухих веществ, белка, жира, лактозы, полезных и патогенных микроорганизмов общепринятыми лабораторными методами.

Оценка качества органолептических показателей опытных образцов осуществлялась по 5-ти балльной шкале. Эксперименты проводились в пятикратной повторности. Результаты обрабатывались с использованием методов математической статистики.

### **Результаты**

Расширение ассортимента продуктов функционального питания становится одной из приоритетных задач современной пищевой промышленности в Казахстане, что делает разработку новых ферментированных молочных продуктов с иммобилизованными заквасками и биокорректорами состава актуальной и перспективной. В настоящее время потребители требуют и наслаждаются продуктами питания, которые являются ароматными, питательными, безопасными, удобными и красочными. Новые ингредиенты и технологические достижения помогают сделать это возможным. Ингредиенты ликвидируют разрыв между желанием и вкусом. В процессе разработки и производства необходимо разумно сбалансировать правильное сочетание ингредиентов для создания качественных продуктов и правильного сенсорного восприятия для потребителя.

В ходе исследований мы провели подбор носителей биополимеров для иммобилизации заквасок и растительных биокорректоров в качестве питания для иммобилизованных культур, исследовали процесс ферментации молочных и молочно-растительных сред иммобилизованными культурами, определили степень влияния стабилизаторов на формирование структуры, подобрали вкусовые компоненты, разработали рецептуры и технологические схемы новых продуктов желе, пудинга, самбука, жевательного и формового мармелада.

В связи с этим были выбраны штаммы бифидобактерий в смеси с молочнокислыми бактериями в виде бак концентратов "БК-Алтай-ЛС Бифи", «Наринэ», «Genesis», «Vivo Биойогурт», «Полезная партия» активированные на молочно-растительной среде. В результате

использования этих штаммов создана иммобилизованная закваска в гранулах и бесшовных капсулах (именуемая в дальнейшем – биокатализатор Бифимм<sup>probio</sup>). Для включения полезных микроорганизмов в гели, использовались биополимеры, имеющие биологическую совместимость и обеспечивающие длительную жизнеспособность клеток [4].

Для формирования капсул или гранул с иммобилизованными клетками существует два основных подхода: диспергирование и гранулирование. В первом случае водная суспензия клеток диспергируется в органической жидкости, которая не смешивается, а присутствующие в системе специальные добавки образуют на поверхности капелек водной фазы мембранную пленку. Размеры капсул регулируются скоростью агитации, могут быть очень разнообразными: от 25 мкм до 2 мм. Во втором случае водная суспензия клеток через особое дозирующее устройство инжектируется порциями строго определенного объема также в несмешивающуюся с водой органическую жидкость, где на границе раздела фаз по поверхности водной капли происходит образование микрогранулы. Размеры микрогранул при использовании данного метода достигают от 2 до 5 мм. Оба метода способствуют увеличению выживаемости пробиотических бактерий до 80-95 % [4].

Полисахариды получают в основном из растений и микроорганизмов. Среди полисахаридов, получаемых из морских водорослей, наиболее известными является агар-агар, агароид, каррагинан. Агар – полисахарид сложного состава из морской водоросли анфельции, в сильной степени поперечносшитый. Образует прочные студни после охлаждения до температуры 32-39 °С.

Каррагинан (E407) - хорошо известный желирующий агент, используемый в пищевой промышленности. Обзор научной литературы показывает, что каррагинан является полезной добавкой в процессе производства молочных и других продуктов. Свойства каррагинана, повышающие прочность геля, обусловлены довольно прочными связями, которые он образует с макромолекулами казеина. Известны три вида каррагинана: каппа, йота и лямбда. Каждый тип имеет разную молекулярную массу и структуру. Эти различия в размере, форме и химическом составе придают каждому виду различные свойства для употребления в пищу.

Пектины являются основными представителями группы гетерогликанов высших растений. Основным представителем пектиновых веществ является полигалактуронозная кислота. Остатки галактуронозной кислоты, как правило, этерифицированы метанолом. Использование пектина в качестве носителя при иммобилизации, обладающего способностью вывода из организма тяжелых металлов, позволяет решить проблему профилактического питания для групп населения, проживающего в промышленно развитых городах [4].

Геллан (E418) – это многофункциональный гидроколлоид, предназначенный для использования в широком спектре пищевых продуктов в качестве желирующего, текстурирующего, стабилизирующего, пленкообразующего, суспендирующего и структурирующего агента. Геллан получают путем бактериальной ферментации с использованием полисахаридов в качестве пребиотиков. Его можно использовать, как и другие желирующие агенты, для приготовления структурированных жидкостей, иногда называемых «жидкими гелями», имеет высокую степень термостойкости и способность выдерживать температуру до 120 °С. Жидкое гелеобразование обычно используется при производстве желе, при этом жидкая масса образуется во время гомогенизации или HTST / УНТ-обработки. Жидкие гели особенно полезны для суспендирования дисперсных материалов, например, порошков, в том числе лиофилизированных заквасок. В отличие от других желирующих агентов геллановая камедь функциональна при очень низких уровнях использования, она способна образовывать гели со всеми представленными в ней ионами. В пищевых продуктах часто используются ионы натрия, кальция и водорода, причем текстура, температура схватывания и плавления зависят от типов присутствующих ионов и их концентрации. Благодаря своей универсальности и эффективности геллановая камедь является чрезвычайно интересным желирующим средством в сочетании с другими желирующими агентами для иммобилизации и капсулирования.

Некоторые гидроколлоиды также повышают питательную ценность пищевых продуктов. Наиболее широко известным примером является пробиотический полисахарид инулин, который добавляют также в молочные продукты и десерты.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-[ $\alpha$ -D-фруктофуранозил] (n-1) -D-фруктофуранозид, обычно называемый инулином, представляет собой натуральный полисахарид растительного происхождения с широким спектром пищевых и фармацевтических применений [4].

Исследования генетики и инкапсуляции молочнокислых бактерий доказывают, что наиболее важные свойства пробиотические культуры проявляют высокой резистентностью к бактериофагам, когда они закодированы на плазмидах или связаны с плазмидами ДНК, отвечающих за устойчивость к бактериофагу. Живые клетки полезных бактерий являются удобными источниками ферментов, так как концентрация ферментов в клетке повышается в результате воздействия на условия роста или генетические манипуляции. Преимуществами молочнокислых бактерий являются скорость роста, способность расти на бедных средах и существование различных ферментов, катализирующих одну и ту же реакцию [5].

Входящий в закваску Бифимм<sup>probio</sup> носитель, в комплексе – желатин, агар, пектин, инулин и желатиновая камедь, действует как питательная среда и в тоже время как «защитный скафандр» для живых клеток. Подобные вещества называются «пребиотическими». Носители помогают полезным бактериям закрепиться на слизистой оболочке тонкого и толстого кишечника. Чем сильнее это закрепление, тем дольше живые клетки будут жить в кишечном тракте и оказывать позитивное воздействие на здоровье. Целью нашей работы было «заслат» живые клетки-пробиотики в большем количестве в кишечник, чтобы на слизистой не осталось места для бактерий, вредных для здоровья. Все происходит по принципу: если большинство мест привязки занято позитивно, то плохим бактериям больше негде будет закрепиться, им не останется ничего иного, как покинуть организм.

В процессе иммобилизации особенно важными являются биореакторы для смешивания частиц. Реакторы, в которых смешаны жидкая и твердая фазы, включают псевдооживленные слои и резервуары с мешалкой. Двухфазные реакторы обычно ограничены анаэробной работой. Тем не менее, перенос кислорода обычно требует тщательного смешивания всех трех фаз. Довольно широко используются также трехфазные реакторы со смешанными частицами. Хорошо известным примером таких систем является использование башенных биореакторов с флокулянтами. Двух- и трехфазные биореакторы с псевдооживленным слоем представляет собой область повышенного интереса. В общем, выбор конкретной конструкции биореактора для данного процесса зависит от требований к кинетике и массообмену, росту клеток, структурных свойств агрегата, стоимости и общих эксплуатационных требований процесса ферментации пищи [6].

Лучшим в этом случае гидрогелем в смеси с другими биополимерами для образования сферических и круглых капсул является желатин, который представляет собой смесь полипептидов с различной молекулярной массой, не имеющий вкуса и запаха. Он растворяется в горячей воде, при охлаждении водные растворы образуют студень. Растворы желатина имеют низкую вязкость, которая зависит от pH. Условиями образования геля желатина являются его достаточно высокая концентрация и соответствующая температура, которая должна быть ниже точки затвердевания (30 °C) [7].

Важным аспектом, который важно учитывать при техническом применении, является форма, размер биокатализатора и проблемы, связанные с расширением процедуры иммобилизации. Как показали промышленные применения, проблема масштабирования может быть успешно решена для гранулированных частиц, сферических капель и шариков, волокон и цилиндрических таблеток, полученных из гидрогелей.

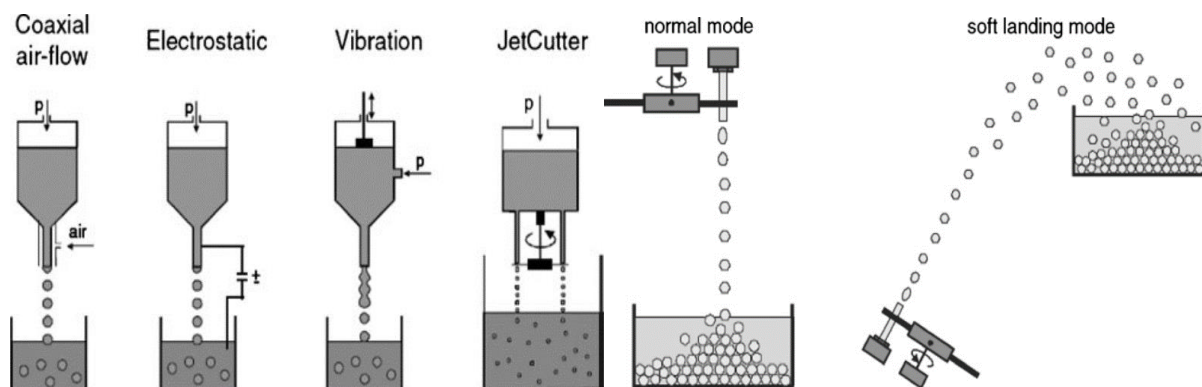


Рисунок 1 – Схема технологии производства бисера для получения круглых капсул

Исследования проводились в стерильных боксах лаборатории «Микробиология и биотехнология» Инновационного Евразийского университета в г. Павлодар и лабораториях кафедры «Молоко и молочные продукты» Государственного аграрного университета в г. Омск следующим образом:

1) клетки бактериального концентрата активировали на обезжиренном молоке ( $t = 38 \pm 1$  °C);

2) смесь желатина, пектина, инулина, агара, геллана и раствор хлористого натрия подготавливали при температуре 20 °C, затем раствор хлористого натрия охлаждали до ( $t = 4-6$  °C);

3) растворы биополимеров при температуре до 40 °C смешивали в течение ( $15 \pm 5$ ) мин с суспензией активированных клеток молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий, заливали в бюретку и с высоты 20 см капают в раствор хлористого натрия ( $t = 4-6$  °C) при постоянном перемешивании, в результате чего образовались цельные полуовальные и круглые капсулы. Температура хранения капсул ( $4 \pm 2$ ) °C. выдерживали капсулы в растворе хлористого натрия ( $20 \pm 5$ ) мин для отвердевания;

4) для получения пластин-мембран растворы биополимеров и активизированных культур тонким слоем разливали в стерильные чашки Петри, выдерживали в условиях стерильного бокса 15-20 мин. После застывания растворов проводилась оценка полученных пластин-мембран.

Желатин - белковый продукт, представляющий собой смесь полипептидов с различной молекулярной массой, не имеющий вкуса и запаха. Он растворяется в горячей воде, при охлаждении водные растворы образуют студень. Растворы желатина имеют низкую вязкость, которая зависит от pH. Условиями образования геля желатина являются его достаточно высокая концентрация и соответствующая температура, которая должна быть ниже точки затвердевания (30 °C) [7].

Характеризуя процесс иммобилизации в гели биополимеров желатина и геллана, следует отметить, что инкапсуляция микроорганизмов происходит при концентрации желатина и геллана в системе не менее 25 %, а нашлаивание – при концентрации агара – 1%, пектина – 25 % и выше [8].

Таким образом, метод иммобилизации клеток требует индивидуального подхода, как к выбору способа и носителя, так и режимов процесса. При этом важным является получение иммобилизованного биокатализатора высокого качества при рациональных экономических показателях.

### Обсуждение

При разработке рецептурной композиции молочного сырья, иммобилизованной закваски и биокорректоров в новых продуктах учитывался химический состав, содержание биологически активных и защитных веществ и функционально-технологические свойства сырья.

Для опытных образцов было установлено следующее оптимальное соотношение молока, закваски Бифимм<sup>probio</sup> и биокорректоров: в среднем 70:20:10. В ходе эксперимента были разработаны лабораторные и промышленные образцы молочно-растительных продуктов с использованием иммобилизованной закваски Бифимм<sup>probio</sup>: кисломолочных десертных продуктов типа пудинг, самбук, желе, жевательный и формовой мармелад. В работе Желдыбаевой А. из 3-х образцов лучшими показателями обладает образец жевательного мармелада № 2, в котором обезжиренное молоко составляет 80 % и биокорректоры состава яблочный и лимонный сок, фруктоза и желатин -20 %, в то числе иммобилизованный биокатализатор закваски «Наринэ» - 8 %. В работе Сулейменовой К. лучшим образцом кисломолочного формового мармелада из 6-ти опытных выбран № 1, в котором молоко коровье жирностью 1 % составляет 50 % и биокорректоры состава желейная и сок-содержащая части и орехи – 50 %, в том числе биокатализатор закваски «Genesis» -10%. В работе Меренгер Н. лучшим образцом кисломолочного пудинга оказался №3, в котором молоко коровье жирностью 3,2 % составляет 60 % и биокорректоры состава рисовая мука, облепиховый джем, подсластители 40 %, в том числе иммобилизованный биокатализатор закваски «Полезная партия» составил -25 %. В работе Жумадиловой А. лучшим образцом из 5-ти опытных образцов выбран образец десерта «Самбук» № 4, в котором молоко жирностью 2,5 % составляет 70 % и биокорректоры состава яичный порошок, яблочное, персиковое или абрикосовое пюре 30 %, в том числе капсулы Бифимм<sup>probio</sup> (всего 9%). В работе Тоболиной А.

лучшим образцом из 3-х опытных образцов выбран образец молочно-ягодного желе № 2, в котором молоко жирностью 2,5 % составляет 80 % и биокорректоры состава сироп калины и шиповника 20 %, в том числе капсулы Vivo Бийогурт (всего 7%).

Способ производства кисломолочного пудинга разработан Назаренко Т.А. под научным руководством доктора технических наук, профессора Гавриловой Н.Б.:

Молоко – сырье принимают по массе и качеству, охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  подают в резервуар для хранения (не более 6 часов), далее молоко нагревают до температуры  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают на очистку, нормализацию до жирности 3,2% и пастеризацию при температуре 80 - 90°C в течение 3 с. и охлаждают. Жидкую молочную основу смешивают с крупяной, в качестве которой используют муку круп риса, кукурузы и овса, предварительно прошедшую тепловую обработку при 100-150°C и заваренную водой. Смесь перемешивают, пастеризуют, охлаждают, вводят желатин, в качестве жидкой молочной основы используют молоко цельное, которое дополнительно пастеризуют. В качестве крупяной основы используют муку рисовую, кукурузную, овсяную, заваренную водой в соотношении 1:9, перед пастеризацией вносят подслащивающий компонент, смесь выдерживают в течение  $30 \pm 5$  минут при периодическом помешивании, пастеризуют, охлаждают до  $t - 38 - 42^\circ\text{C}$ , вносят иммобилизованную закваску в виде капсул "БК-Алтай-ЛС Бифи" и стабилизатор Гринстед™ Grindsted SB251, смесь помешивают в течение 15 мин и оставляют в покое на  $35 \pm 5$  мин, еще раз помешивают в течение 15 мин, затем фасуют в пластиковые стаканчики при  $t - 18 \pm 2^\circ\text{C}$  и ферментируют в термостате при температуре 32-43°C в течение  $6 \pm 1$  часов до образования прочного сгустка и активной кислотности pH 4,50 - 5,0, охлаждают и отправляют на хранение при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 8-16 часов. Срок хранения десертного пудинга составляет 15 суток [8].



Рисунок 2 – Кисломолочный пудинг с рисовой, овсяной и кукурузной мукой, облепиховым, персиковым и абрикосовым джемами

Способ производства кисломолочного мармелада разработан магистрантом Сулейменовой К.С. под научным руководством кандидата технических наук, доцента Назаренко Т.А.:

Молоко – сырье принимают по массе и качеству, охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  подают в резервуар для хранения (не более 6 часов), далее молоко нагревают до температуры  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают на очистку, нормализацию до 1% и пастеризацию при температуре 80 - 90°C в течение 3 с и охлаждают. Подготавливают гелеобразователи: желатин, агар, пектин, промывают, замачивают для набухания, варят сироп на основе сахара и патоки, также варят сироп на основе соков малинового, клубничного, вишневого и сахара, соединяют сиропы с подготовленными гелеобразователями и подогревают до получения гелей. Подготавливают орехи: миндаль, фундук ошпаривают, снимают кожицу, подсушивают в шкафу при температуре 180 °C в течение 5-7 мин, грецкий орех обжаривают, затем орехи измельчают до крупки. Молоко пастеризуют, охлаждают до  $t - 38 - 42^\circ\text{C}$ , вносят иммобилизованную закваску «Genesis», в виде капсул, перемешивают 15 мин, выдерживают  $35 \pm 5$  мин, затем ферментируют в течение 6 часов до образования плотного сгустка, перемешивают, вливают желейный сироп при температуре 38°C и орехи, перемешивают до однородной консистенции, производят отливку в формы  $\frac{1}{2}$  часть, охлаждают в холодильнике при температуре в охлаждающем шкафу

при температуре 10-15°C в течение 12 часов для кристаллизации, затем производят отливку в формы мармеладный соковый сироп, охлаждают при температуре 8-15°C в течение 24 часов для кристаллизации. Готовый мармелад осыпают сахаром, упаковывают и хранят при температуре 6-8 °С. Продолжительность хранения кисломолочного мармелада составляет 15 суток.

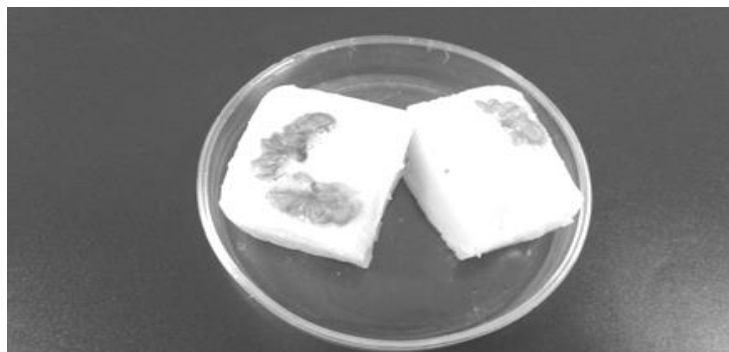


Рисунок 3 – Кисломолочный формовой мармелад с ореховыми добавками

Способ производства жевательного мармелада разработан студентом Желдыбаевой А. под научным руководством кандидата технических наук, профессора Красноперовой Е.Ф.:

Молоко – сырье принимают по массе и качеству, охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают в резервуар для хранения (не более 6 часов), далее молоко нагревают до температуры  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают на очистку, нормализацию до жирности 1% и пастеризацию при температуре 80 - 90°C в течение 3 с. и охлаждают до  $(38 \pm 1^\circ\text{C})$ ; вносят капсулы закваски VIVO (*B.longum*, *B. Infantis*, *B.bifidum*, *B. Breve*, *L. bulgaricus*, *L.thermophilus* lactic, *L. Acidophilus*), смесь помешивают в течение 15 мин. и оставляют в покое на  $35 \pm 5$  мин, ферментируют 6 часов при  $t - 38 - 42^\circ\text{C}$ . Подготавливается смесь желатина на основе свежесжатого сока яблок и оставляется для набухания на 40 мин., затем нагревается, не доводя до кипения, помешивается до полного растворения. Пробиотические культуры в активированной форме соединяются при температуре  $33^\circ\text{C}$  с гелем биополимера, перемешивается в течение  $(15 \pm 5)$  мин, затем в эту смесь добавляется фруктоза и сок лимона для улучшения вкуса, дозируется смесь в формы для образования мембран, выдерживается 15–20 мин в стерильных условиях, хранят мембраны при  $t - 4^\circ\text{C}$ . При добавлении пектина на выходе получается жевательный мармелад, который показан для употребления в пищу абсолютно всем людям любого возраста.

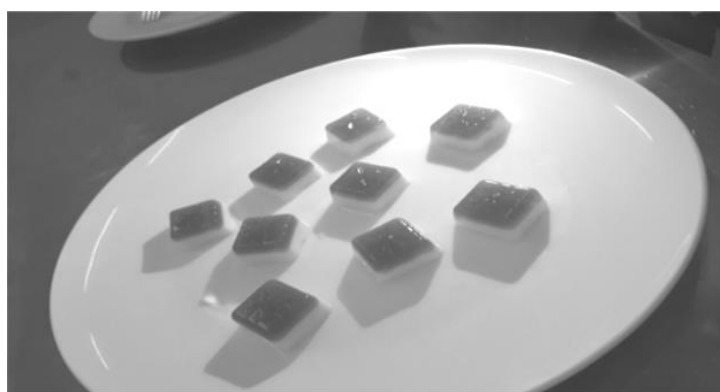


Рисунок 4 – Кисломолочный жевательный мармелад с добавлением фруктовых соков

Технология кисломолочного десерта «Самбук» разработана студентом Жумадиловой А. под научным руководством кандидата технических наук, доцента Назаренко Т.А.:

Молоко – сырье принимают по массе и качеству, охлаждают до температуры  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают в резервуар для хранения (не более 6 часов), далее молоко нагревают до температуры  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , подают на очистку, нормализацию и пастеризацию при температуре 80-90°C в течение 3 с и охлаждают. Яичный порошок разводят водой, размешивают для получения однородной



консистенции, пастеризуют, охлаждают, соединяют с молоком, вносят подготовленное яблочное, персиковое или абрикосовое пюре, смесь гомогенизируют, выдерживают в течение  $30 \pm 5$  минут при периодическом помешивании, пастеризуют, охлаждают до  $t - 38-42^{\circ}\text{C}$ , вносят капсулы Бифимм<sup>probio</sup> и стабилизатор, смесь помешивают в течение 15 мин и оставляют в покое на  $35 \pm 5$  мин, еще раз помешивают в течение 15 мин, затем фасуют в пластиковые стаканчики при  $t - 18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  и ферментируют в течение 6 ч в термостате до образования плотного сгустка и активной кислотности pH 4,50-5,0. Готовый десерт отправляют на хранение при температуре  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  в течение 8-16 часов, а затем в реализацию. Продолжительность хранения кисломолочного десерта «Самбук» составляет 15 суток.

В результате проведенных исследований были разработаны рецептуры для данных видов продуктов из расчёта на одну тонну продукта, рассчитана пищевая ценность из расчёта на 100 г готового продукта, разработана нормативно-техническая документация.

С целью получения достоверных, исчерпывающих характеристик сырья и готовых продуктов в работе применяли органолептические, биохимические, физико-химические, микробиологические и реологические методы исследования показателей качества и безопасности новых продуктов.

Результат дегустации и органолептической оценки образцов проведен по 5-балльной системе и представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептическая оценка образцов молочно-растительных продукты с использованием иммобилизованной закваски: пудинг, мармелад формовой, мармелад жевательный, самбук

| Образцы                             | Внешний вид                               | Цвет                                    | Вкус   | Запах  | Консистенция   | Общая оценка в балл |
|-------------------------------------|---|---|--|--|--|---------------------|
| Образец № 1<br>Пудинг               | Поверхность ровная, с блеском             | От белого до светло желтого и кремового | Кисло-сладкий, с привкусом круп и джема по рецептуре | Кисломолочный, нежный, с оттенками круп и джемов | Однородная, желеобразная, имеет включения, без деформации  | 15                  |
| Образец № 2<br>Мармелад формовой    | Поверхность глянцевая с ореховой обсыпкой | Белый молочный                          | Кисломолочный со сладким привкусом                   | Кисломолочный, нежный, с ореховым оттенком       | Студневидная, плотная, имеет четкий контур, без деформации | 15                  |
| Образец № 3<br>Мармелад жевательный | Поверхность глянцевая, без обсыпки        | Светло-коричневый                       | Кисломолочный с привкусом фруктового сока            | Кисломолочный, нежный с фруктовым оттенком       | Студневидная, плотная с четким контуром, тянется           | 15                  |
| Образец № 4<br>Самбук               | Поверхность ровная, с блеском             | Светло-желтый                           | Кисломолочный с привкусом фруктового пюре            | Кисломолочный, нежный, с фруктовым оттенком      | Однородная, желеобразная, без деформации                   | 15                  |

Совокупность полученных характеристик позволяет отнести молочно-растительные продукты с использованием иммобилизованной закваски Бифимм<sup>probio</sup>: пудинг, самбук, желе, жевательный и формовой мармелад с использованием биокорректоров к классу функциональных и рекомендовать его в питании массового потребления.

#### Заключение

Иммобилизация микробных клеток была признана привлекательным подходом к улучшению пищевых процессов при минимизации затрат. Было доказано множество преимуществ, предназначенных для процессов ферментации пищевых продуктов, главным

образом потому, что промышленные процессы с использованием иммобилизованных биосистем обычно характеризуются более низкими капитальными, энергетическими затратами и лучшей логистикой. Микробные клетки, иммобилизованные в матрице из гидрогеля, защищены от неблагоприятных условий окружающей среды. Среди носителей и методов иммобилизации клеток в пищевых продуктах наиболее широко используются природные полимеров, таких как желатин, альгинат, агар, каррагинан, пектин, геллановая камедь. Такие природные гелеобразующие полисахариды представляют собой новую группу благодаря их преимуществу того, что они нетоксичны, биосовместимы и дешевы, предлагая универсальный способ получения биокатализатора. В качестве функциональных материалов желатин – пектин, желатин – геллан, агар – каррагинан обладают уникальным набором характеристик: биосовместимость, нетоксичность, биоразлагаемость для безвредных продуктов, физиологическая инертность, антибактериальные свойства, гелеобразующие свойства и гидрофильность.

Для систем ИМС (Адаптируемая система измерения и управления для анализа смешанных сигналов) были продемонстрированы преимущества, которые могут быть применены к LAB и иммобилизованным пробиотическим бактериям в молочной и заквасочной промышленности, которые используются для производства высококачественных продуктов, оказывающих положительное влияние на здоровье потребителей.

Иммобилизация микробных клеток нашла широкое применение в пищевой технологии благодаря их способности эффективно катализировать производство новых продуктов сока, вина, пива, кисломолочных продуктов, в том числе десертных продуктов, биоигуртов, биомороженого, мармелада, мясных желейных продуктов, сыров, хлеба и других.

Полезные свойства новых молочно-растительных продуктов с биокорректорами обусловлены процессом ферментации пробиотическими культурами в иммобилизованной форме, что также позволяет микроорганизмам преодолеть кислотный барьер желудка человека и производит наибольший полезный эффект от 70 до 95% при использовании продукта в питании. Данные продукты рекомендуются как для функционального питания, так и для массового потребления.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Чернопольская Н.Л. Научно-практические аспекты биотехнологии специализированной пищевой продукции на молочной основе с использованием иммобилизации заквасочных (пробиотических) культур: монография / Н.Л. Чернопольская, Н.Б. Гаврилова. – Омск, 2019. – 347 с.
- 2 Сулейменова К.С., Назаренко Т.А. Никитин Е.Б. Исследование симбиотических свойств пробиотических культур для иммобилизации и ферментации пищевых продуктов // Сулейменова К.С., Назаренко Т.А. Никитин Е.Б. – Москва. Научный журнал. Промышленные технологии. 2019. – № 8 (42) – С. 1-7.
- 3 Maria Raytchinova Kosseva. Immobilization of Microbial Cells in Food Fermentation Processes. August 2011. Food and Bioprocess Technology 4(6):1089-1118.
- 4 Назаренко Т.А. Особенности и механизм действия иммобилизованных биологических объектов // Вестник Инновационного Евразийского университета. – Павлодар, 2012. – № 2 – С.96-99.
- 5 Сулейменова К.С., Назаренко Т.А. Технология кисломолочного мармелада с растительными добавками // Переработка молока. – М., 2020. – № 2. – С.76-78.
- 6 Назаренко Т.А. Десертные молочные продукты с применением новых заквасок в иммобилизованной форме / Т.А. Назаренко, Е.Ф. Красноперова, Т.Н. Дубровина // Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., г. Омск, 07–08 апреля 2016 г. – Омск: изд. «ЛИТЕРА», 2016. – С. 321–323.
- 7 Назаренко Т.А. Биотехнология продуктов для функционального питания: пробиотики, синбиотики, методы иммобилизации: Аналит. обзор / Т.А. Назаренко, О.В. Пасько. – Павлодар: Павлодарский ЦНТИ, 2006. – 39 с.
- 8 Назаренко Т.А., Гаврилова Н.Б. Инновационный патент РК на изобретение № 20462 от 23.07.2007, выдан Комитетом по правам интеллектуальной собственности Министерства Юстиции РК. Способ производства десертного продукта. – Астана. 2007.

**REFERENCES**

- 1 Chernopolskaia, N.L., & Gavrilova, N.B. (2019). Nauchno-prakticheskie aspekty biotekhnologii spetsializirovannoi pishchevoi produktsii na molochnoi osnove s ispolzovaniem immobilizatsii zakvasochnik (probioticheskikh) kultur: monografiya [Scientific and practical aspects of biotechnology of specialized dairy-based food products using the immobilization of starter cultures (probiotic)]. Omsk [in Russian].
- 2 Suleimenova, K.S., Nazarenko, T.A., & Nikitin, E.B. (2019). Issledovanie simbioticheskikh svoystv probioticheskikh kultyr dlia immobilizatsii i fermentatsii pishchevoi produktsii [Study of symbiotic properties of probiotic cultures for immobilization and fermentation of food products Moscow]. Moscow: Scientific journal. Industrial technologies [in Russian].
- 3 Kosseva, M.R. (2011). Immobilizatsia mikrobykhkletok v prozessakh fermentatsii pishchevikh prodyktov. [Immobilization of Microbial Cells in Food Fermentation Processes]. Food and Bioprocess Technology [in Japan].
- 4 Nazarenko, T.A. (2012). Ossobennosti i mekhanizm deystviia immobilizovannikh biologicheskikh objektov. [Features and mechanism of action of immobilized biological objects]. Pavlodar: Bulletin of the Innovative Eurasian University [in Russian].
- 5 Suleimenova, K.S., & Nazarenko, T.A. (2020). Tekhnologia kislomolochnogo marmelada s rastitelnyimi dobavkami. [Technology of fermented milk marmalade with vegetable additives]. Moscow: Milk processing [in Russian].
- 6 Nazarenko, T.A. Krasnoperova, E.F. & Dubrovina T.N. (2016). Desertnie molochnie produkty s primeneniem novykh zakvasok v immobilizovannoi forme [Dessert dairy products with the use of new starter cultures in immobilized form]. The current state, prospects for the development of dairy farming and processing of agricultural products: Collection of articles based on the materials of the International scientific and practical conference. Omsk: publishing house "LITERA" [in Russian].
- 7 Nazarenko, T.A., & Pasko O.V. (2006). Biotekhnologiya produktov dlia funktsionalnogo pitaniia: probiotiki, sinbiotiki, metodi immobilizatsii [Biotechnology of products for functional nutrition: probiotics, synbiotics, methods of immobilization]. Pavlodar Central Research Institute: Analyte review [in Russian].
- 8 Nazarenko, T.A., & Gavrilova, N.B. (2007). Patent Respubliki Kazakhstan na izobretenie № 20462 vidan 23.07.2007 Komitetom po pravam intellektualnoi sobstvennosti Ministerstva Iustitsii Respubliki Kazakhstan «Sposob proizvodstva desertnogo produkta» [Patent of the Republic of Kazakhstan for invention № 20462 23.07.2007, issued by the Committee on Intellectual Property Rights of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan «Method of production of dessert product»]. Astana [in Russian].

**Т.А. Назаренко**

Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан

**«Products for live» - «Тіршілік нәрі өнімдері» атты ашытылған сүт және өсімдіктен жасалған өнімдер**

Қазақстанның сүт нарығында жаппай өндірілетін сүт өнімдеріне қажеттілік азаяды және бір мезгілде функционалдық тамақтануға арналған инновациялық ашытылған сүт өнімдерінің ассортименті кеңеюде. Азық-түлік инновациялары елдің қазіргі экономикасында өсуді, әлауқат пен бәсекеге қабілеттілікті қалыптастыруда шешуші фактор болып табылады. Сүт және басқа да ашытылған өнімдердің жаңа түрлері технологиясының негізгі белгісі олардың жоғары биологиялық және тағамдық құндылығын қамтамасыз ететін негізгі шикізат пен биокорректорларды қамтитын көп компонентті формулалар болып табылады. Жаңа десерт өнімдері тікелей қолданылатын құрғақ ашытқы штамдарымен немесе иммобилизацияланған bifimm probio стартерімен ашытылған өсімдік ингредиенттері бар сүт немесе ақуыз негізінде дайындалады.

Мақаланың мақсаты – лакто- және бифидобактериялардың таза дақылдарының иммобилизацияланған тірі жасушаларын сүт-өсімдік ортасын ашыту үшін биокатализатор ретінде қолдану. Зерттеу барысында микробтық жасушаларды биополимер гельдеріне иммобилизациялау әдісі қолданылды: пектин, желатин, агар, желлан, пектин, инулин. Ең тиімдісі – жасушаларды 25 % концентрациясы бар биополимерлердің Сулы ерітіндісіне қосу

әдісі. Гельге иммобилизациялау үшін "БК-Алтай-ЛС Бифи", "пайдалы партия", "Genesis", "Наринэ", "Vivo Биойогурт" концентраттарының құрамында сүт қышқылы және бифидо-бактериялардың таза дақылдары таңдалды, сондай-ақ негізгі рецепт бойынша ингредиенттер таңдалды: майдың массалық үлесі 1 %, 2,5 %, 3,2 %, табиғи Жарма қоспалары, джемдер, шырындар, жаңғақтар. Формулалар, Технологиялық схемалар мен өндіріс әдістері, прототиптер жасалды, сапа мен қауіпсіздік көрсеткіштері анықталды.

Студенттер мен магистранттар К. Сүлейменова, А.Желдібаева, Н. Меренгер, А. Жұмаділова, А. Тоболинамен бірлесіп жүргізілген зерттеулер пудинг, самбук, желе, шайнайтын және пішінді мармелад сияқты ашытылған сүт десертті өнімдерінің түзілуінде иммобилизацияланған ашытқылардың әсер ету тиімділігін көрсетті. Өнімнің жаңа түрлерінің барлық прототиптері сапа мен қауіпсіздіктің органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштерімен анықталды. Ең жақсы көрсеткіштері бар 20 прототиптің ішінен 5 үлгі таңдалды, онда сүттің, пробио Бифимминің және биокорректорлардың оңтайлы қатынасы орташа есеппен 70:20:10 құрады. Сапа мен қауіпсіздікті талдау көрсеткендей, иммобилизацияланған ашытқыларды қолданатын жаңа ашытылған сүт өнімдері тікелей енгізілетін ашытқылармен салыстырғанда -70 % - дан астам пайдалы әсерге ие, функционалдық қасиеттерге ие және Қазақстанда дұрыс тамақтану үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: иммобилизация, микробтық жасушалар, гель, ашыту үрдістері, жаңа технологиялар.

**T.A. Nazarenko**

Innovative University of Eurasia, Kazakhstan

### **Fermented milk and vegetable "Products for live"**

In the dairy market of Kazakhstan, the demand for mass-produced dairy products is decreasing and expanding to innovative fermented milk products for functional nutrition. The main feature of the new technology is multicomponent formulations, which include the main raw materials and biocorrectors, ensuring their high biological and nutritional value. New dessert products are prepared on a dairy or protein basis using vegetable ingredients, fermented with strains of dry starter cultures of direct application or immobilized starter culture Bifimm probio.

The purpose is to apply immobilized living cells of pure cultures of lacto- and bifidobacteria as a biocatalyst for the fermentation of dairy-vegetable media. During the study, the method of immobilization of microbial cells in biopolymer gels was used. The most effective method is the inclusion of cells in an aqueous solution of biopolymers with a concentration of 25 %. For immobilization, pure cultures of lactic acid and bifidobacteria were selected in the gel as part of the concentrates "BK-Altai-LS Bifi", "Poleznaya Partiya", "Genesis", "Narine", "Bio-yogurt Vivo", and the main prescription ingredients were selected: milk with a mass fraction of fat of 1 %, 2.5 %, 3.2 %, natural grain additives, jams, juices, nuts. Formulations, technological schemes and production methods, prototypes were developed, quality and safety indicators were determined.

Studies have shown the effectiveness of immobilized starter cultures in the formation of fermented dessert products. Out of 20 prototypes with the best indicators, 5 samples were selected, in which the optimal ratio of milk, probio Bifimm starter cultures and biocorrectors averaged 70:20:10. The quality and safety analysis showed that new fermented milk products using immobilized starter cultures have a positive effect of more than -70 % compared to direct-use starter cultures, have functional properties and can be used for healthy nutrition in Kazakhstan.

Keywords: Immobilization, microbial cells, gel, fermentation processes, new technologies.

**Дата поступления рукописи в редакцию:** 16.03.2023 г.