



УДК 637.1

**В.И. Ганина, Н.А. Тихомирова, Г.С. Комолова****ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
КОЛЛЕКТИВА КАФЕДРЫ «ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА  
И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ» МГУПП**

Представлены основные направления и результаты научной деятельности профессорско-преподавательского коллектива кафедры «Технология молока и молочных продуктов» Московского государственного университета пищевых производств (до июня 2011 г. – Московский государственный университет прикладной биотехнологии).

Технология, молочные продукты, пребиотик, пробиотические бактерии, бифидобактерии, биологически активные комплексы.

**Введение**

Кафедра «Технология молока и молочных продуктов» организована в 1945 году лауреатом Государственной премии СССР, доктором технических наук, профессором Д.А. Граниковым. На кафедре в течение многих лет научно-педагогическую работу проводили: заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор В.Д. Сурков; заслуженный деятель науки и техники СССР, профессор Г.С. Инихов; доктор технических наук, профессор П.Ф. Дьяченко; доцент Н.Н. Липатов (позднее академик РАСХН, профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР); профессор Н.И. Дунченко; кандидаты технических наук, доценты С.М. Баркан, А.И. Желтаков, Ю.П. Золотин, А.С. Николаев, В.Г. Тиняков, Г.А. Лимантов, Е.А. Жданова, Г.Н. Крूस, И.И. Лобанова, Л.Г. Репина, З.С. Соколова, Л.И. Лаконова.

На протяжении всех лет коллектив с учетом развития научного потенциала осуществлял и осуществляет подготовку кадров для молочной отрасли (инженер, а с 2005 года дополнительно – бакалавр, магистр). Кафедра является ведущим отраслевым научным центром, в котором проводится подготовка докторантов, аспирантов; повышение квалификации руководителей, инженерно-технических специалистов предприятий отрасли, преподавателей вузов и колледжей. Аспирантуру на кафедре технологии молока с защитой кандидатских и докторских диссертаций закончили более 110 человек, в том числе 17 – из зарубежных стран.

Сотрудники кафедры ведут значительную научно-исследовательскую работу в области фундаментальной и прикладной науки. Основными направлениями исследований за годы работы кафедры являлись исследования по унификации производства сыров (проф. Д.А. Граников и доц. Г.А. Лимантов); разработка физико-химических основ технологии казеина, казеинатов и других белковых концентратов (проф. П.Ф. Дьяченко, доц. Е.А. Жданова, доц. Н.К. Росторова); разработка машин на бесприводной

основе, теория маслообразования (руководитель – проф. В.Д. Сурков); исследования процессов нагревания молока с помощью различных конструкций и типов нагревателей, применяемых в установках для стерилизации молока и молочных продуктов в потоке при УВТ-режиме (под руководством доц. Ю.П. Золотина); исследования по совершенствованию технологии твердых и мягких сычужных сыров и разработке новых видов сыров; по использованию современных полимерных материалов для упаковки молочных продуктов, в том числе сыров (доценты З.С. Соколова, Г.Н. Крूस, Л.Г. Репина, И.И. Лобанова, В.Г. Тиняков, Л.И. Лаконова), инъекционной посолке в производстве сыров (проф. В.Д. Сурков, проф. Н.И. Дунченко) и т.д. Под руководством и при непосредственном участии проф. А.М. Шалыгиной разработаны и внедрены в производство технологии твердого сычужного сыра «Буковинский», усовершенствованная технология украинского сыра, мягкого сыра «Днепровский», плавленого сыра «Дарницкий» и др.

С 1993 года по настоящее время под руководством акад. РАСХН И.А. Рогова и проф. Н.А. Тихомировой создано и активно развивается новое научное направление – получение биологически активных веществ молока и разработка нанотехнологии пищевой, фармацевтической и косметической продукции. Более 15 лет под руководством проф. В.И. Ганиной проводятся активные исследования в области технической и отраслевой микробиологии, разработки технологии функциональных продуктов, заквасочных культур и биологически активных добавок, изучение явления бактериофагии и мониторинг бактериофагов в промышленности.

В научно-исследовательской работе активное участие принимают студенты разных уровней подготовки (бакалавриат, специалитет, магистратура) и аспиранты. Результаты научной и учебно-методической деятельности кафедры постоянно представляются на международных и региональных научных конференциях, в научных международных и отече-

ственных журналах, а также на студенческих научных конференциях [1].

По результатам научных исследований профессорско-преподавательским составом получено более 100 авторских свидетельств и патентов на изобретения, изданы монографии, в том числе «Природный и рекомбинантный ангиогенин. Свойства и количественный анализ» и «Технология продуктов функционального питания» (автор Н.А. Тихомирова), «Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии» (автор В.И. Ганина) и др.

В настоящее время выделяются три научных направления, возглавляемые докторами технических наук, профессором В.И. Ганиной, профессором Н.А. Тихомировой и доктором биологических наук, профессором Г.С. Комоловой. В рамках сформированных научных школ выполняются докторские, аспирантские и магистерские диссертации. Профессорско-преподавательский состав кафедры проводит НИР по приоритетным направлениям развития науки и научного обеспечения пищевой промышленности, включая молочную отрасль.

1. Теоретические и экспериментальные исследования в области разработки и совершенствования технологии и биотехнологии: цельномолочной продукции, функциональных молочных продуктов и продуктов детского питания.

2. Выделение, селекция, идентификация, изучение свойств штаммов молочнокислых бактерий, бифидобактерий, а также создание на их основе симбиотических заквасок для кисломолочных продуктов; совершенствование технологических процессов производства заквасок; изучение микрофлоры кефирных грибов и факторов, влияющих на ее изменчивость.

3. Исследования явления фаголизиса заквасочных культур в биотехнологии ферментированных молочных продуктов.

4. Биотехнология получения биологически активных веществ молока, исследование биологически активных белковых комплексов, минорных белков, пептидов из молочного сырья и разработка направлений их использования в производстве продуктов питания, кормов, лечебных и косметических препаратов.

### Результаты и их обсуждение

В области разработки и совершенствования технологии и биотехнологии молочной продукции на кафедре одними из первых в нашей стране проведены исследования по научному обоснованию применения препарата лактулозы «Лактусан» в технологии кисломолочного продукта с бифидобактериями для питания детей школьного возраста. Результаты экспериментальных исследований показали, что препарат лактулозы «Лактусан» в определенных концентрациях оказывал выраженное бифидогенное действие, увеличивая количество клеток бифидобактерий в готовом продукте в 7,5–10 раз по сравнению с контролем (без внесения препарата «Лактусан»). Было показано, что воздействие препарата «Лактусан» на развитие бифидобактерий имело нелинейный характер. Наибольший стимулирующий эффект в отношении бифидобактерий установлен при внесе-

нии в молочную основу от 0,3 до 0,5 % пребиотика. Введение исследуемого пребиотика в состав кисломолочного продукта способствовало повышению выживаемости бифидобактерий в процессе хранения. Полученные результаты свидетельствовали о целесообразности введения в состав кисломолочного продукта препарата лактулозы «Лактусан» в количестве 0,3–0,5 % от объема нормализованной смеси с целью повышения выхода и сохранности жизнеспособных клеток бифидобактерий в готовом продукте, что ведет к большей адгезивной способности бифидобактерий в кишечнике человека. В рамках этой же работы создан консорциум заквасочных микроорганизмов, включающий *Bifidobacterium bifidum* № 4, *Lactobacillus bulgaricus* Б-ЛГ и *S. thermophilus* СТ-14, обладающий комплексом производственно-ценных и пробиотических свойств: высокой антагонистической активностью к условно-патогенным и патогенным микроорганизмам, преимущественным продуцированием физиологически активной *L(+)*-молочной кислоты, повышенной бета-галактозидазной активностью. Аминокислотный скор разработанного кисломолочного продукта достаточно высок по всем незаменимым аминокислотам, особенно для фенилаланина (145,5 %); лимитирующими аминокислотами являлись изолейцин (88,5 %) и валин (92,8 %). Степень перевариваемости белков кисломолочного продукта составляет 69,4 %, что на 12,8 % выше по сравнению с аналогичным продуктом «Биоюгурт», выпускаемым молочной промышленностью. Новизна технического решения разработанного способа производства кисломолочного продукта подтверждена патентом [2].

Одним из прогрессивных направлений в развитии производства функциональных продуктов питания является создание молочных продуктов с применением растительного сырья и/или продуктов его переработки. Частичная замена молочного сырья растительным приводит, с одной стороны, к снижению стоимости продуктов, поэтому они становятся более доступными широким слоям населения, а с другой стороны, они способствуют компенсации недостатка биологически активных веществ в рационе, повышению сопротивляемости организма к неблагоприятным факторам внешней среды и, следовательно, увеличению продолжительности жизни населения. В молочной промышленности с точки зрения более сбалансированного содержания макро- и микронутриентов к одному из перспективных направлений относят совместное использование молочного сырья с зерновыми компонентами. В этой связи актуальным представлялось расширение линейки синбиотических молокосодержащих продуктов путем разработки технологий на основе молочного сырья и продуктов переработки зерна. В рамках решения данной задачи проведены исследования по разработке технологии жидкого синбиотического молокосодержащего продукта на основе обоснованного сочетания молочного сырья, продуктов переработки растительного сырья и пробиотических бактерий. Научная новизна осуществленных исследований заключалась в аналитическом и экспериментальном обосновании целесообразности использования рисовой и овсяной

муки в составе жидкого синбиотического молоко-содержащего продукта. В результате комплекса проведенных исследований впервые обоснованы и сформулированы требования к микробиологическим показателям рисовой и овсяной муки, применяемых в сочетании с молочным сырьем; выявлена корреляционная зависимость влияния количества рисовой и овсяной муки на динамическую вязкость и степень расслоения получаемой молочно-растительной основы; показано, что введение в состав молочной основы установленных рациональных количеств рисовой и овсяной муки стимулирует развитие бифидобактерий в процессе ферментации молочно-растительной основы; научно обоснованы и экспериментально установлены рациональные параметры технологии синбиотического молоко-содержащего продукта; определено, что использование рисовой и овсяной муки в составе молочной основы позволяет получать низкокалорийный синбиотический продукт с более широким нутриентным составом. Проведенные исследования имеют не только научную, но и следующую практическую значимость: разработана рецептура и технология низкокалорийного и с пониженной массовой долей лактозы синбиотического продукта с применением рисовой и овсяной муки; на основании изучения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей обоснован срок годности разработанного синбиотического молоко-содержащего продукта; разработан проект технической документации на новый вид продукта; проведена проверка разработанной технологии в промышленных условиях, показавшая возможность ее реализации при получении низкокалорийного с пониженной массовой долей лактозы синбиотического молоко-содержащего продукта с требуемыми показателями качества и безопасности [3, 4].

Для реализации программы государственной политики в области здорового питания населения осуществлена разработка технологии мороженого с пробиотическими культурами на основании применения консорциумов стартовых культур, пребиотических ингредиентов, инкапсулированных форм пробиотических микроорганизмов. Научная новизна исследований состояла в теоретическом и экспериментальном обосновании параметров технологического процесса, обеспечивающих производство мороженого с пробиотическими культурами стабильного качества, в том числе при использовании нового консорциума пробиотических культур *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* и *Str. Thermophilus*; научном обосновании принципа создания консорциума пробиотических бактерий, состоящего из *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* и *Str. Thermophilus*, для производства мороженого; установлении влияния массовой доли сахарозы, различных видов жиров и пребиотических компонентов на развитие пробиотических культур в смесях для мороженого; выявлении закономерностей развития и выживаемости пробиотических бактерий, а также изменения показателей качества и безопасности в процессе производства и хранения мороженого с пробиотическими культурами [5]. В результате проведенных исследований охарактеризованы физиоло-

лого-биохимические, пробиотические и технологические свойства вновь выделенного штамма *Lactobacillus rhamnosus* LC-52GV, что явилось основанием для его депонирования во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИгенетика с присвоением коллекционного номера ВКПМ-9475; с применением штамма *Lactobacillus rhamnosus* LC-52GV создан консорциум для применения в технологии мороженого; разработаны рецептуры для получения мороженого с пробиотическими культурами; определены рациональные параметры процесса ферментации смесей для мороженого с пробиотическими культурами прямого внесения и инкапсулированной формы; определены коэффициенты уравнений, позволяющие в зависимости от свойств используемой пробиотической культуры устанавливать массовую долю сахарозы в исходной смеси для мороженого; разработана и проверена в производственных условиях технология мороженого с пробиотическими культурами. На основании результатов проведенных исследований совместно с ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии разработаны и утверждены ТУ 9228-147-00419762-07 «Мороженое без сахарозы» и ТИ ТУ 9228-147-00419762 «Кисломолочное мороженое без сахарозы».

В течение многих лет на кафедре с участием аспирантов и студентов проводятся исследования по выделению, селекции, идентификации, изучению свойств штаммов молочнокислых бактерий, бифидобактерий, а также созданию на их основе симбиотических заквасок для ферментируемых молочных продуктов. В рамках данного научного направления впервые в нашей стране были проведены исследования по разработке биотехнологии новых отечественных стартовых молочнокислых культур, обладающих свойством синтезировать экзополисахариды, путем селекции молочнокислых бактерий с дальнейшим скринингом культур по биотехнологическим параметрам и способности к максимальному синтезу экзополисахаридов. Развитие нового направления в селекции молочнокислых заквасочных культур обусловлено интенсивным расширением ассортимента молочных продуктов, вырабатываемых с применением пищевых добавок, для улучшения реологических характеристик и увеличения срока годности готовой продукции. В пищевой промышленности разных стран мира и в РФ в качестве пищевых добавок применяют полисахариды различного происхождения: натуральные полимеры, полученные из морских водорослей (агар, альгинаты и каррагинаны) и из растений (крахмал, галактоманнаны и пектины); модифицированные (кукурузный и картофельный крахмал и др.). Однако, как показала практика, применение пищевых добавок для улучшения консистенции имеет ряд недостатков. Во-первых, каждый из полисахаридов обладает комплексом функциональных свойств, которые варьируют в зависимости от состава, pH используемой коллоидной системы и других параметров. Во-вторых, иногда только применение композиции полисахаридов позволяет получить требуемый результат. До последнего времени не решены все аспекты биобезопасности, возникающие при использовании в продуктах питания пище-

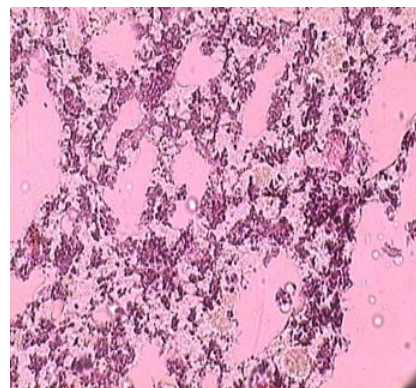
вых добавок. В этой связи поиск альтернативных путей по улучшению показателей качества и безопасности молочной продукции представляет научный и практический интерес.

За рубежом в последние годы акцентируется внимание на новых стартовых молочнокислых культурах, синтезирующих экзополисахариды (ЭПС), которые могут быть не только натуральным альтернативным источником пищевых добавок, улучшающим реологические показатели кисломолочных продуктов, но и выступать в роли факторов, способствующих адгезии полезных микроорганизмов на стенках кишечника. Особый интерес к ЭПС-синтезирующим культурам обусловлен тем, что на международном уровне молочнокислым бактериям, которые используются *in situ*, присвоен статус безопасности GRAS, что подтверждает возможности применения этих микроорганизмов в производстве безопасных продуктов питания. Для реализации данного направления на кафедре проведены работы по диагностике и селекции отечественных штаммов молочнокислых бактерий, позволившие выявить среди них синтезирующие экзополисахариды. Способность к синтезу ЭПС была выявлена у 32 % штаммов из 34 проверенных культур молочнокислых бактерий разных таксонов.

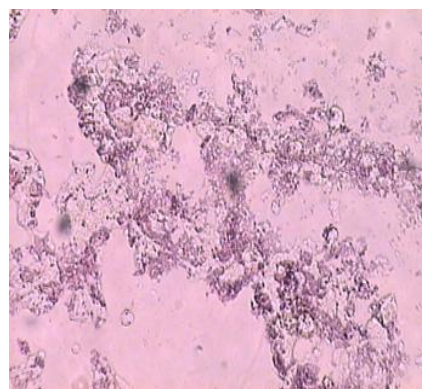
В результате исследований проведена селекция штаммов по способности к синтезу ЭПС и обладающих комплексом производственно-ценных свойств. Проведено сравнительное изучение плазмидного профиля у штаммов молочнокислых бактерий с различной способностью к продуцированию экзополисахаридов. Селекционирован природный импортзамещающий штамм-продуцент ЭПС – *Lactococcus lactis subsp. lactis* LLN-E2 со стабильными свойствами, который принят на патентное депонирование за № ВКПМ В-8558 во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ) ФГУП ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов. Определены фракционный и мономерный состав, молекулярная масса и соотношение моносахаридов в экзополисахариде, синтезируемом штаммом *Lactococcus lactis subsp. lactis* LLN-E2 [6]. Получены новые данные о влиянии внешних условий на метаболическую активность ЭПС-культур в условиях стационарного и полунепрерывного глубинного культивирования. Показано, что штаммы молочнокислых бактерий разных таксонов, способные к синтезу экзополисахаридов, отличаются составом и размером обнаруженных плазмид.

Проведенные исследования имеют следующую практическую значимость: разработана и проверена в лабораторных и промышленных условиях биотехнология ЭПС-стартовой культуры, характеризующейся высоким выходом экзополисахаридов, количеством клеток и технологичностью. Проведенная выработка сметаны на ОАО «Волоколамский молочный завод» с применением биомассы полученной ЭПС-культуры молочнокислых бактерий показала, что опытный готовый продукт обладал лучшими органолептическими и реологическими показателями по сравнению с контрольным, полученным с традиционно используемыми заквасками. Результаты ис-

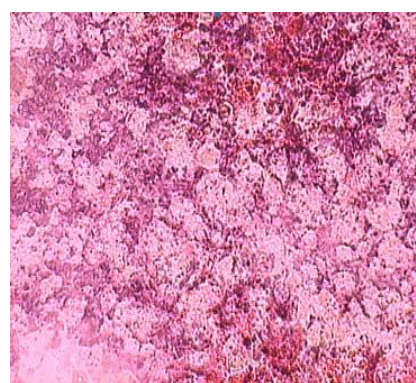
следований послужили основанием для разработки проекта технической документации на биомассу стартовой культуры молочнокислых бактерий, синтезирующих экзополисахариды. Для уточнения полученных данных проведено изучение микроструктуры выработанной сметаны [7]. На рис. 1 в качестве примера приведены микроструктуры сметаны с массовой долей жира 10 % (образцы № 1, 2 и 3).



а



б



в

Рис. 1. Микроструктура сметаны: а – стартовая культура КД (контрольный образец № 1); б – КД и ЭПС-стартовая культура (образец № 2); в – ЭПС-стартовая культура (образец № 3)

Микроструктурное исследование нежирной сметаны на гистологических препаратах показало формирование молочными белками агрегационных комплексов, наиболее крупных в контрольном образце № 1. При использовании разработанной ЭПС-культуры (образец № 3) наблюдали более мелкие аг-

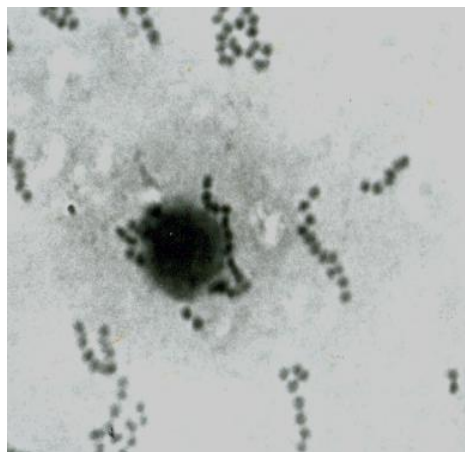
регационные комплексы при одновременном более равномерном их распределении в массе продукта. Микрофлора контрольной стартовой культуры в большей степени была ассоциирована с поверхностью белковых агрегатов, в то время как микрофлора ЭПС-культуры характеризовалась преимущественно диффузным распространением бактерий в массе молочного белка. Таким образом, в опытных образцах наблюдали большую симбиотическую взаимосвязь белковых комплексов, клеток бактерий и жировых частиц, что обуславливало образование более равномерной системы и предотвращение расслоения. Вследствие этого ЭПС-стартовые культуры могут улучшать структурные показатели сметаны и других кисломолочных продуктов. В этой связи при осуществлении технологического процесса в целях получения продукта с заданными реологическими показателями можно рекомендовать использовать природное свойство штаммов молочнокислых бактерий – синтезировать экзополисахариды.

Другим интересным направлением, осуществляемым учеными кафедры, являются исследования в области разработки новых эффективных пробиотических продуктов и препаратов-пробиотиков, совершенствование выпускаемых форм и интенсификация производства для гарантированного получения качественной продукции.

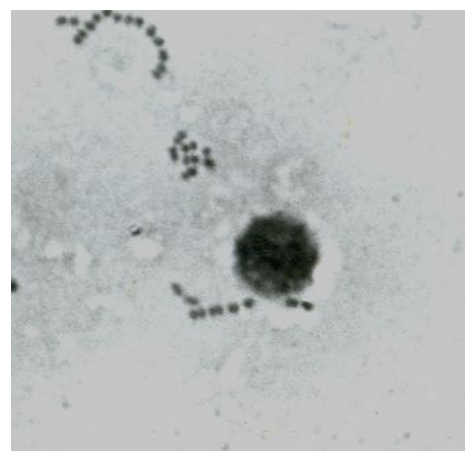
Фундаментальные и клинические исследования со всей очевидностью свидетельствуют о том, что микрофлора кишечника человека является легкоуязвимой частью микробного сообщества организма, а оптимальный микроэкологический статус желудочно-кишечного тракта – важным механизмом поддержания здоровья человека. Биотехнологический процесс пробиотических продуктов основан на использовании стартовых культур, в состав которых входят микроорганизмы различных таксономических групп. Биохимическая направленность процессов, протекающих в сырье, главным образом зависит от состава микрофлоры, которая играет важную роль в формировании показателей качества и безопасности получаемых продуктов. В этой связи осуществляли подбор штаммов по комплексу требуемых признаков, разработан способ прогнозирования стабильности их свойств, проведены работы по совершенствованию биотехнологии биомассы пробиотических культур, применяемых в производстве пищевых продуктов. На кафедре проведены исследования по совершенствованию технологии пробиотических культур прямого внесения путем повышения их стрессоустойчивости в ходе биотехнологического цикла получения заквасочных культур и продуктов, при прохождении через желудочно-кишечный тракт человека, а также для повышения профилактической эффективности действия продуктов здорового питания.

Результаты определения среднего показателя адгезии (СПА) изученных штаммов пробиотических культур позволили выявить как высокоадгезивные, так и неадгезивные штаммы бактерий (рис. 2). Установлено, что штаммы, продуцирующие ЭПС, относились к высокоадгезивным или среднеадгезивным микроорганизмам; штаммы, не продуцирующие ЭПС, – к неадгезивным. При наличии в популяции

штамма более 90 % ЭПС-диссоциантов штамм относился к высокоадгезивным; менее 50 % – к неадгезивным. В результате проведенных исследований предложен способ увеличения адгезивной способности пробиотических культур путем их сочетания со специально отобранным штаммом, синтезирующим экзополисахариды (ЭПС); научно и экспериментально обосновано, что введение пищевых волокон в состав защитных сред для высушивания микроорганизмов обеспечивает повышение стрессоустойчивости клеток в ходе биотехнологического цикла и увеличение сроков годности пробиотических культур прямого внесения.



а



б

Рис. 2. Адгезия штаммов пробиотических культур на поверхности эритроцитов крупного рогатого скота: а – высокоадгезивный диссоциант *Str. thermophilus* ТСЭ-38,  $\times 1000$ ; б – низкоадгезивный диссоциант *Str. thermophilus* ТСЭ-38,  $\times 1000$

Для увеличения стрессоустойчивости пробиотических бактерий были подобраны типы и установлены рациональные концентрации веществ, обеспечивающие возможность инкапсулирования пробиотических культур; получена математическая модель процесса инкапсулирования пробиотических культур, позволяющая регулировать диаметр капсул в зависимости от внутреннего диаметра дозирующего устройства и расстояния от дозирующего устройства до раствора;

доказана безопасность и целесообразность применения инкапсулированных форм пробиотических культур и их консорциумов в функциональных продуктах на линейных белых крысах [8]. Практическая ценность проведенных исследований заключалась в получении консорциумов пробиотических бактерий, обладающих высокой адгезивной способностью; разработана технологическая инструкция по производству пробиотических культур прямого внесения; во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов проведено депонирование ЭПС-штамма *Streptococcus thermophilus* ТСЭ-38 и штаммов пробиотических культур *Lbm. acidophilus* ANT-7, *Lbm. helveticus* LH-4, *Lbm. rhamnosus* LC-52GV с присвоением коллекционных номеров ВКПМ 9473, ВКПМ В-9471, ВКПМ В-9472, ВКПМ В-9475 соответственно.

На кафедре в течение многих лет проводятся исследования явления фаголизиса заквасочных культур в биотехнологии ферментированных молочных продуктов. Состав микрофлоры, участвующей в биотехнологическом цикле, играет важную роль в получении ферментированных молочных продуктов с требуемыми показателями качества и безопасности. В результате развития полезной микрофлоры в молочном сырье происходит ряд биохимических реакций, при которых формируются органолептические, физико-химические и микробиологические показатели готовых продуктов. Направленность биотехнологических процессов в производстве молочных продуктов во многом определяется активностью развития заквасочных культур в применяемом сырье. Одной из важнейших причин снижения активности молочнокислого процесса является поражение микрофлоры заквасок бактериофагами. Попадание бактериофагов в сырье возможно на любой стадии производства, что приводит к торможению или полному прекращению процесса ферментации молочного сырья, нарушению консистенции, потере аромата, возникновению позднего всплывания сыров или ухудшению других показателей качества. Нарушение молочнокислого процесса при получении ферментируемых продуктов приводит к материальным потерям, а также увеличению возможности возникновения пищевых инфекций за счет развития остаточной микрофлоры и микрофлоры вторичного обсеменения, в том числе условно-патогенных микроорганизмов и их токсинов.

Важнейшим этапом предотвращения фаголизиса на предприятиях является оценка фаговой ситуации путем проведения мониторинга бактериофагов. Однако на отечественных молочных предприятиях практически не проводится фаговый мониторинг, который позволял бы систематически устанавливать наиболее опасные критические контрольные точки и вовремя разрабатывать и осуществлять корректирующие мероприятия. Такое положение в нашей стране связано с несовершенством методов по выявлению бактериофагов. В этой связи на кафедре проведены исследования по разработке метода индикации и выделения бактериофагов, способствующего установлению критических контрольных точек на всех этапах биотехнологического процесса, снижению риска обострения ин-

фекции бактериофагами в условиях предприятий молочной промышленности и осуществлению фундаментальных исследований [9]. Научная новизна осуществленных исследований заключалась в обосновании рациональных режимов подготовки проб, позволяющих выявлять наличие бактериофагов в молочном сырье, продуктах, смывах с оборудования; экспериментально установлены сочетания жидких и плотных стандартизованных питательных сред для выявления бактериофагов, лизирующих разные таксоны молочнокислых бактерий; выявлены чувствительные тест-культуры для обнаружения бактериофагов, лизирующих термофильные молочнокислые стрептококки и палочки; проведено изучение свойств и идентификация вновь выделенных бактериофагов с применением полимеразной цепной реакции, что позволило осуществить их депонирование в ФГУП ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов под номерами Ph-1622, Ph-1623, Ph-1624, Ph-1625. На основании результатов исследований разработан метод индикации бактериофагов, лизирующих молочнокислые бактерии разных таксонов, определены критические контрольные точки мониторинга бактериофагов и заквасочных культур на предприятиях молочной промышленности; выделенные бактериофаги используются при исследовании фагочувствительности производственных штаммов, заквасок; разработана и утверждена Инструкция по проведению мобильного мониторинга бактериофагов и контролю стартовых культур; запатентован способ получения антифаговой питательной среды.

В рамках биотехнологии получения биологически активных веществ молока коллективом ученых кафедры «Технология молока и молочных продуктов» на протяжении ряда лет проводятся исследования по выделению и изучению физиологически активных белковых комплексов, монопрепаратов, минорных веществ и пептидов из молочного сырья [10].



Рис. 3. Препарат «Милканг»

В рамках этой работы Московским государственным университетом прикладной биотехнологии (в настоящее время – МГУ пищевых производств) совместно с институтом биохимии им. А.Н. Баха РАН впервые в отечественной и зарубежной практике проведены исследования по получению чистого препарата ангиогенина и концентрата низкомолекулярных катионных белков молока, обогащенных ангио-

генином, из вторичного молочного сырья, разработаны эффективные способы его количественного определения и выделения, на которые имеются патенты. Патент РФ № 2183995 от 06.04.2002 г. «Способ получения биологически активной добавки «Милканг» и полученная этим способом БАД «Милканг». Патент РФ № 2175195 от 27.10.2001 г. «Способ выделения белковой фракции, обогащенной ангиогенином». Патент РФ № 2109748 от 27.04.1998 г. «Способ выделения ангиогенина». Патент РФ № 210066 от 27.04.1998 г. «Способ количественного определения ангиогенина в биологическом сырье». Патент РФ № 2133464 от 20.07.1999 г. «Способ количественного определения ангиогенина в молочном сырье». Приоритет по этому научному направлению за научным коллективом сохраняется и на современном этапе. Концентрат биологически активных белков молока под товарным знаком «Милканг» (рис. 3) представляет собой белковый препарат, в состав которого входят такие уникальные белки, как ангиогенин, панкреатическая рибонуклеаза, лизоцим и пептиды, обладающие синергическим эффектом. Лизоцим и панкреатическая рибонуклеаза известны в научных кругах и получили определенное практическое применение в фармакологии, косметологии и функциональном питании. Ангиогенин – открытие конца XX века. Впервые белок ангиогенин был выделен в 1985 г. из культуральной среды клеток человека в Гарвардском университете США. Выделенный белок получил название ангиогенин от греческого слова *angion* – кровеносный сосуд, так как обладал способностью активно индуцировать ангиогенез – рост кровеносных сосудов. За последние десять лет в результате активных исследований отечественных и зарубежных ученых определены его биохимические свойства, биологическая активность и фармакологическое действие. Ангиогенин оказывает биологическое и ферментативное действие уже в нанограммовых количествах. Ангиогенин – активный фактор роста, введенный в ткань с недостаточным кровоснабжением, вызывает индуцирование роста кровеносных сосудов вплоть до возвращения ткани к нормальному состоянию. Для получения ангиогенина могут быть использованы рекомбинантные и природные источники. Рекомбинантные источники получены на основе естественного или синтезированного гена ангиогенина человека. Природные источники – плазма крови человека и быка, молоко млекопитающих.

На наш взгляд, наиболее перспективным природным источником ангиогенина является вторичное молочное сырье (обезжиренное молоко, сыворотка и т.п.), которое по содержанию ангиогенина превосходит другие источники в десятки и сотни раз и при этом имеет самую низкую стоимость и большие ресурсы. Для внедрения в производство препарата «Милканг» утверждена нормативно-техническая документация: технические условия ТУ 9229-039-02068640-02 «Концентрат низкомолекулярных сывороточных белков молока «Милканг», технологическая инструкция, экспертное заключение ГИЦ ПП при ГУ НИИ питания РАМН № 72/э-234-00 от 03.04.2002 г. Разработчик и обладатель НТД – МГУПБ. Проведены государственные испытания и

получено разрешение на применение сухой и жидкой формы «Милканг» в качестве сырья для производства биологически активных добавок к пище и специализированных продуктов, регистрационное удостоверение Министерства здравоохранения РФ № 77.99.04.922.Б.000654.08.03, дата регистрации 29.08.2003 г. [11].

В соответствии с современными представлениями ангиогенин обладает полифункциональными свойствами, в том числе иммуномодулирующими и бактериостатическими. Ангиогенин играет важную роль в поддержании жизнедеятельности организма в норме и при патологии. Научным коллективом биотехнологов (МГУПБ) совместно с биохимиками (Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН), клиницистами (МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского) и инфекционистами (Институт эпидемиологии им. Н.Ф. Гамалеи РАМН) проведены комплексные исследования, которые подтвердили иммуномодуляторные, противовоспалительные, противоязвенные, антиоксидантные и бактериостатические свойства препарата «Милканг». Препарат чистого ангиогенина, а также в комплексе с биологически активными белками молока может быть использован для создания новых лекарственных препаратов широкого спектра действия для лечения ран различного генеза: инфаркт миокарда сердца и головного мозга, глаукома, диабетическая ретинопатия, артриты, переломы, ожоги, хронические воспаления, незаживающие язвы и др. Дерево целей перспективных направлений использования чистого препарата ангиогенина, а также «Милканга», в состав которого входит ангиогенин, представлено на рис. 4

Таблица 1

## Характеристика препарата «Мобелиз»

Показатель	Полученные	Нормируемые по СанПиН 2.3.2.1078-01
Органолептические показатели		
Внешний вид, консистенция	Таблетки или сыпучий однородный порошок. Допускается присутствие небольших комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии	
Цвет, вкус, запах	Цвет молочно-белый, равномерный по всей массе порошка. Вкус сладковатый, без запаха	
Физико-химические показатели		
Массовая доля влаги, %	3,50±0,05	Не более 5
Растворимость, с	48±5	Не более 60
Кислотность восстановленного продукта рН	6,6–6,8	–
Микробиологические показатели		
КМАФАнМ, КОЕ/г	1,5×10 <sup>2</sup>	Не более 5×10 <sup>4</sup>
Содержание дрожжей и плесневых грибов в 1,0 БАП, КОЕ	Не обнаружены	Не более 20
Бактерии группы кишечных палочек в 1,0 г БАП	Не обнаружены	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмо-	Не обнаружены	Не допускаются

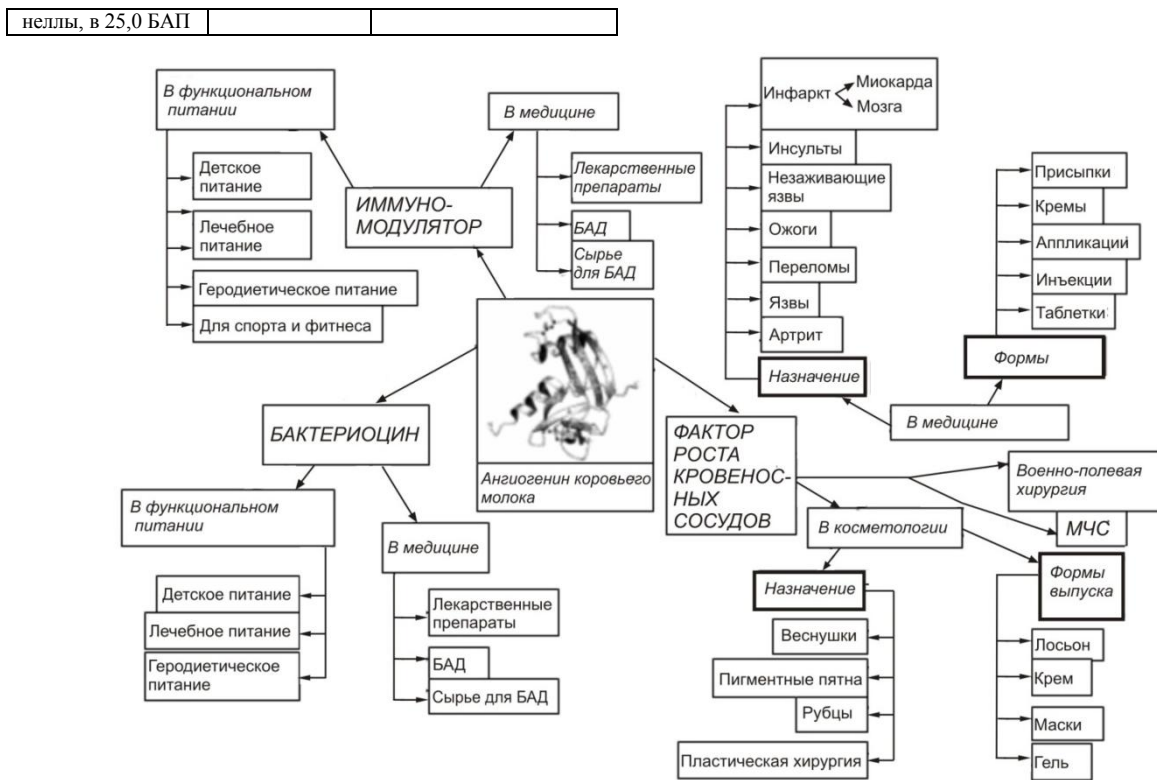


Рис. 4. Дерево целей перспективных направлений использования уникального белка – ангиогенина

Другим направлением исследования научного коллектива кафедры «Технология молока и молочных продуктов» является получение препарата «Мобелиз» (рис. 5), характеристика которого представлена в табл. 1 [12].



Рис. 5. Препарат «Мобелиз»

В настоящее время научным коллективом активно проводятся исследования по изучению лактоферрина коровьего молока (рис. 6) и его пептидов (рис. 7 и 8). Ниже представлены результаты этих исследований [13]. Объектами исследования были приняты образцы бычьего лактоферрина: коммерческий препарат немецкой фирмы Sigma (контроль) и экспериментальные образцы, полученные из сырья животного происхождения. Лактоферрин выделяли катионной хроматографией и проверяли его на однородность и нативность. Очищенный однородный лактоферрин переводили в апо-лактоферрин обработкой лимонной кислотой (рН 2,0 ед.). Исследовали бычий апо-лактоферрин с перспективой использования его в качестве источника биологически активной основы препаратов-парафармацевтиков. Для этого провели исследование влияния бычьего апо-лактоферрина на полезную микрофлору кишечника человека, противомикробные свойства и антиоксидантные свойства. В результате проведенных исследований установлен дозозависимый эффект бычьего апо-лактоферрина по всем исследуемым показателям роста нормофлоры кишечника человека, а именно рН-среды, оптической плотности культуры клеточной суспензии, а также количества клеток микроорганизмов. Установлена неоднозначная реакция различных видов тестируемых пробиотических культур на бычий апо-лактоферрин. Вероятно, эффект обусловлен наличием или отсутствием у клеток пробиотических культур рецепторов железа. В связи с этим в настоящее время продолжают исследования по выявлению механизма действия бычьего апо-



лактоферрина на клетки пробиотических культур кишечника человека. В рамках исследования бактериостатического действия на санитарно-показательную микрофлору была установлена зависимость антибактериального действия от степени насыщенности железом лактоферрина. Исследование механизма антиоксидантной активности препаратов бычьего лактоферрина показало, что значимую роль в этом процессе играет степень насыщенности лактоферрина железом, которая определяется связыванием железа с белком. Наиболее высокой антиоксидантной активностью обладают монопрепараты лактоферрина в апо-форме. Холо-форма лактоферрина обладает наименьшей антиоксидантной активностью. При этом установлена прямопропорциональная дозозависимая антиоксидантная активность.

Полученные результаты исследования функций бычьего лактоферрина из сырья животного происхождения позволяют рассматривать его в качестве активной основы продуктов лечебно-профилактической направленности для детерминированных групп потребителей, препаратов-парафармацевтиков, а также фармакологических препаратов широкого спектра действия.

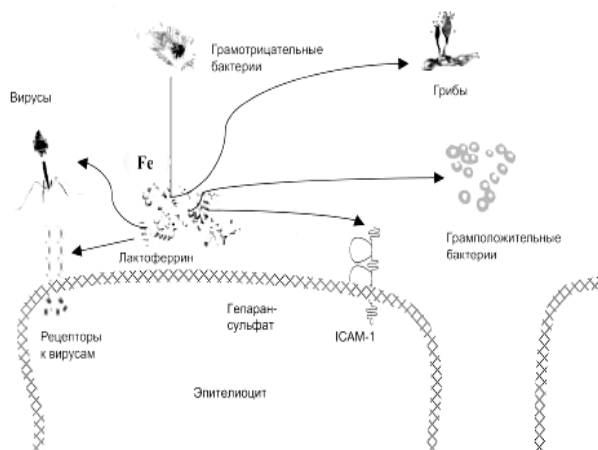


Рис. 6. Спектр действия лактоферрина коровьего молока

Биологически активные белки сырья животного происхождения, каждый из которых обладает целым рядом уникальных свойств, существуют в комплексе. Однако в настоящее время практическое применение находят в основном монопрепараты на основе очищенных форм отдельных катионных сывороточных белков. Применение таких препаратов, характеризующихся высокой биологической ценностью, сегодня рассматривается как наиболее легкий, физиологичный и доступный метод обеспечения иммунной защиты против вирусных и бактериальных инфекций, стрессовых ситуаций и других патологических состояний. В связи с этим актуальным является использование биологически активных веществ, в частности из сырья животного происхождения:

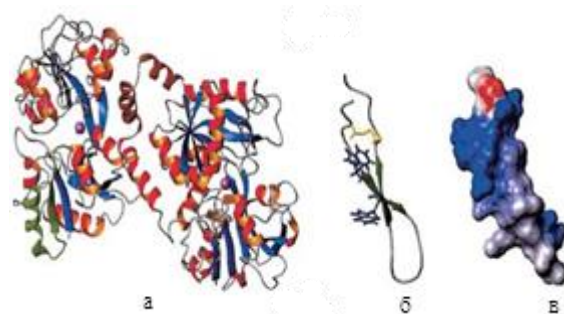


Рис. 7. Трехмерная структура лактоферрина (кЛФц): а – кристаллическая структура лактоферрина; б – кристаллическая структура пептида молекулы ЛФц; в – структура молекулы лактоферрина в водном растворе

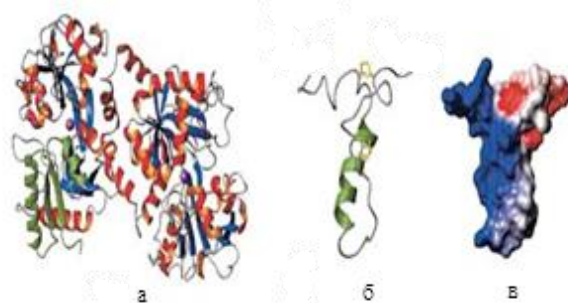


Рис. 8. Структуры пептида: а – трехмерная структура пептида чЛФц; б – кристаллическая структура чЛФ; в – структура чЛФц в гидрофобных условиях

- для производства БАД к пище парафармацевтического действия;
- обогащения продуктов детского, лечебного и лечебно-профилактического питания;
- получения биохимически чистого коммерческого препарата ангиогенина;
- создания новых лекарственных форм;
- создания новых косметических средств.

Все вышеперечисленные направления использования концентрата биологически активных белков молока под товарным знаком «Милканг» представляют инновационные проекты, позволяющие создать конкурентоспособные на отечественном и международном рынке препараты и продукты.

В заключение следует отметить, что исследование в области всех перечисленных направлений научной деятельности продолжает профессорско-преподавательский коллектив кафедры «Технология молока и молочных продуктов». Результаты исследований используются в учебной работе при изучении специальных дисциплин и выполнении квалификационных выпускных работ и диссертаций.

## Список литературы

1. Кафедра технологии молока и молочных продуктов МГУПБ 60 лет: сборник материалов научных чтений. – М.: ООО «Франтэра», 2005. – 183 с.
2. Патент на изобретение № 2157639 «Способ производства кисломолочного продукта» / В.И. Ганина, Л.В. Калинина, А.М. Шалыгина, Э.С. Токаев, Н.Ю. Эрвольдер; зарег. 20 октября 2000 г.
3. Терешина, Е.Н. Использование злаковых культур в продуктах-синбиотиках / Е.Н. Терешина, В.И. Ганина, В.Г. Блядзе // Пищевая промышленность. – 2008. – № 7. – С. 30.
4. Титов, Е.И. Кисломолочный синбиотический напиток / Е.И. Титов, В.И. Ганина, Е.Н. Терешина, В.Г. Блядзе // Молочная промышленность. – 2008. – № 7. – С. 66–67.
5. Федотова, М.А. Производство мороженого с функциональными свойствами / М.А. Федотова, В.И. Ганина, В.А. Обелец // Молочная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 61–62.
6. Ганина, В.И. Сравнительное изучение плазмидного профиля у штаммов молочнокислых бактерий с различной способностью к продуцированию экзополисахаридов / В.И. Ганина, Т.В. Рожкова, М.А. Тренина, Ю.А. Рыбаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 4. – С. 37–39.
7. Ганина, В.И. Микроструктура сметаны, выработанной на основе ЭПС-стартерной культуры / В.И. Ганина, С.И. Хвьяля, Т.В. Рожкова // Молочная промышленность. – 2005. – № 7. – С. 36–37.
8. Ганина, В.И. Иммунизация пробиотических микроорганизмов на бионесителях / В.И. Ганина, Н.В. Ананьева, А.В. Захарченко // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 57–58.
9. Ганина, В.И. Состояние фагового фона на отечественных молочных предприятиях / В.И. Ганина, И.Р. Волкова, Л.В. Калинина, Л.А. Борисова // Молочная промышленность. – 2005. – № 10. – С. 20–21.
10. Рогов, И.А. Перспективные направления переработки вторичных молочных ресурсов / И.А. Рогов, Е.И. Титов, Н.А. Тихомирова // Переработка молока. – 2010. – № 2. – С. 16–17.
11. Физиологические свойства ангиогенина коровьего молока / Г.С. Комолова, Н.А. Тихомирова, И.И. Ионова, О.Е. Овчинникова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 3. – С. 49–51.
12. Nanostructure and new properties of hydrolyzed food globular proteins / I.A. Rogov, T.N. Danilchuk, J.A. Shushkevich, G.V. Semenov, O.E. Ovchinnikova // Journal of physics: conference series, 2011, V. 291,01 2007, doi: 10.1088/1742-6596/291/1/012007 Accepted papers received: 6 April 2011 Published online: 21 April 2011.
13. Лактоферрин коровьего молока / Г.С. Комолова, Н.А. Тихомирова, И.И. Ионова, С.А. Комолов // Молочная промышленность. – 2011. – № 7. – С. 70–71.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
университет пищевых производств»,  
109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 33.  
Тел.: 8(495) 677-07-23; 677-03-90  
e-mail: techmol@inbox.ru

## SUMMARY

**V.I. Ganina, N.A. Tikhomirova, G.S. Komolova**

**THE MAIN DIRECTIONS OF SCIENTIFIC ACTIVITY OF THE «TECHNOLOGY  
OF MILK AND DAIRY PRODUCTS» DEPARTMENT OF MSUFP**

The main directions and the results of the scientific activity of the academic staff of the «Technology of Milk and Dairy Products» Department of Moscow State University of Food Industry (former Moscow State University of Applied Biotechnology) are highlighted.

Technology, dairy products, prebiotic, probiotic bacteria and bifidus bacteria, biologically active complexes.

Moscow State University of Food Industry  
33, Talalikhina street, Moscow, 109316, Russia  
Phone: 8(495) 677-07-23; 677-03-90  
e-mail: techmol@inbox.ru

