

4. Калинин Ю. Я., Дубинин А. Б. Нетрадиционные способы получения энергии. Саратов: СПИ, 1983. 70 с.
5. Минерально-сырьевая база топливно-энергетического комплекса России. Состояние и прогноз / гл. ред.: В. З. Гарипов, Е. А. Козловский. М., 2004. 548 с.
6. Стоянов Н. И., Воронин А. И., Гейбатов Р. А. Комплексное использование петротермальной энергии с помощью абсорбционных тепловых насосов // Вестник СКФУ. 2013. № 4 (37). С. 47–51.
7. Стоянов Н. И., Гейвандов И. А., Воронин А. И. и др. Технология извлечения и использования геотермальной энергии для систем тепло-холодоснабжения // Отчет о научно-исследовательской работе по государственному контракту от 22 июня 2007 г. № 02.516.11.6059 Депонир. во ВНИЦ № ГР 01910021861. Инв. № 02910028347, 2008.
8. Европейский центр синхротронного излучения (ESRF): [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esrf.eu>. (Дата обращения: 01.05.2014).

УДК 637.03 : 637.07

**Храмцов Андрей Георгиевич, Евдокимов Иван Алексеевич,
Рябцева Светлана Андреевна, Шипулин Валентин Иванович,
Лодыгин Алексей Дмитриевич**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА МОДЕРНИЗАЦИИ ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ АПК РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО БИОЦЕНОЗА, РЫНКА И WTO

В статье рассмотрен вклад научной школы «Живые системы» в модернизацию пищевой промышленности Российской Федерации. Представлены инновационные разработки в области переработки пищевого сырья животного происхождения. Сформулирована парадигма формирования технологической платформы переработки сельскохозяйственного сырья животного происхождения.

Ключевые слова: пищевая индустрия, модернизация, кондиционирование сырья, нанобиомембранные технологии, технологи-ческая платформа.

**Khramtsov Andrei Georgievich, Yevdokimov Ivan Alekseevich,
Ryabtseva Svetlana Andreevna, Shipulin Valentin Ivanovich,
Lodygin Aleksei Dmitrievich**

TECHNOLOGICAL PLATFORM FOR MODERNIZING FOOD INDUSTRY UN RUSSIAN AGROINDUSTRIAL COMPLEX UNDER REAL BIOCENOSE, MARKET, AND WTO

The article offers a view on the contribution that the scientific school Life Sciences has made in the modernization of the food industry in the Russian Federation. It also presents innovative developments in the field of processing raw food stuff of animal origin. There is a formulation of a paradigm for developing a technology platform for processing agricultural raw material of animal origin.

Key words: food industry, modernization, raw stuff conditioning, nanobiomembrane technology, technology platform.

Портфель инноваций творческого коллектива официально признанной ведущей научной школы РФ 7510.2010.4 «Живые Системы» ИЖС СКФУ (ранее СтПИ и СевКавГТУ) по научному, кадровому и информационному обеспечению развития пищевой индустрии Ставрополья, СКФО (ранее ЮФО) и Российской Федерации в достаточной мере освещен в многочисленных открытых публикациях, в том числе специальном выпуске журнала «Пищевая промышленность» [1] и научных трудах [2]. Результаты исследований творческого коллектива (12 докторов и 50 кандидатов наук, 600 студентов – бакалавры и магистры, 50 аспирантов и докторантов) содержатся в более чем 100 диссер-

тационных работах (докторских и кандидатских) по трем специальностям, успешно защищенных в диссертационном Совете Д 212.245.05 и утвержденных ВАК РФ. Электронные версии авторефератов размещены на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ www.vak.ed.gov.ru/ru/dissertation/ и официальном сайте ФГАОУ ВПО СКФУ www.ncfu.ru.

Часть работ реализована в отрасли, другие ждут своего инвестора, некоторые востребованы за рубежом. Признанием творческих заслуг нашего коллектива (в достойном тандеме с ВНИМИ, НИИ-ДП, НИИПБП, МГУПБ, «Фелицата-Холдинг») является премия Правительства РФ в области науки и техники за разработку научных основ технологии получения и использование пребиотика № 1 в мире лактулозы (2002 г.). А наш бренд на мировом уровне – Симпозиум «Лактоза и ее производные» Международной молочной федерации (Россия, Москва, 2007 г.), к открытию которого была издана одноименная монография [3]. Следует обратить внимание на то, что кроме ИЖС в научной школе действуют творческие коллективы других институтов СКФУ и коммерческих организаций (модераторы, профессора А. А. Борисенко, Л. А. Борисенко и А. А. Брацихин, Е. А. Чеботарев, П. Г. Нестеренко, А. В. Серов), которые вносят достойный вклад в научно-технический прогресс и кадровое обеспечение пищевой индустрии РФ.

В настоящей статье представлены некоторые аспекты нашего видения инновационных приоритетов формирования технологической платформы модернизации пищевой индустрии АПК России применительно к сырью животного происхождения – мясо и молоко с учетом реалий биоценоза, кризисных явлений и вступления нашей страны в ВТО. При этом в соответствии с принятой в научной школе концепцией все сельскохозяйственное сырье рассматривается как синтезированные природой кластеры. А принципы модернизации отрасли – формирование технологических платформ на базе нанобиомембранных способов его целе-направленной обработки [4].

Далее в логической последовательности излагаются этапные инновации, отражающие достижения нашего творческого коллектива.

1. Инновационные приоритеты модернизации пищевой индустрии России.

Актуальность модернизации пищевой индустрии как составной части агропромышленного комплекса АПК РФ непосредственно связана с проблемой обеспечения продовольственной безопасности страны в целом и ее отдельных регионов. По официальной статистике и особенно фактически по отдельным группам продовольствия и населения производство и потребление за последнее 20-летие заметно уменьшилось, что отражается на здоровье нации, вызывает социальную напряженность в обществе и требует решения на государственном уровне. В обобщенном виде речь идет о стратегическом выживании страны в условиях ограниченных ресурсов сельскохозяйственного сырья. В целом проблема продовольственной безопасности страны и ее регионов опосредованно зависит от результатов деятельности агропромышленного комплекса, составной частью которого является пищевая промышленность – индустрия (пищевые отрасли АПК).

Официально считается, что все отрасли АПК, в том числе мясная и молочная промышленность (сырье животного происхождения) России находятся в стадии выхода из кризисного состояния. Однако, сравнивая статистику «нашего движения» последних 20 лет, следует признать наличие проблемы обеспечения населения России основными продуктами питания (может быть, кроме хлеба). Отечественные производители продуктов питания по-прежнему находятся на грани выживания из-за не востребоваемости продукции, засилья зарубежных товаров, диспаритета цен и разрушения ранее существовавшей и кормившей страну пищевой индустрии. Об экспорте речи нет. Фермерство и мини-производства пока желаемого эффекта не дали. А последние – по опыту мировой цивилизации – организационно, технически и экономически находятся в тупиковой ситуации.

Основные и исторически глубокие причины сложившегося по-ложения обусловлены низкой производительностью труда во всех отраслях АПК. По имеющейся информации, один наш «селянин» кормит 10–15 жителей, а зарубежный – до 60. Например, по данным Международной молочной федерации (ММФ) «экономически выгодная корова» должна давать за лактацию 6–8 т высококаче-

ственного, экологически чистого т. н. биомолока, а в перспективе – 10–15 и даже 20 т. У нас по стране, в т. ч. и на благодатном Северном Кавказе, этот показатель колеблется на уровне четырех тонн. Хотя следует отметить, что имеются хозяйства и целые регионы, где надой при равных климатических условиях составляет 5–6 т и более. Достаточно высокой производительности достигла специализированная отрасль птицеводства и ряд других отраслей АПК.

В настоящее время практически все пищевые отрасли АПК (кроме хлебопечения) реально столкнулись с проблемой резкого снижения объемов традиционных ресурсов сельскохозяйственного сырья для промышленной обработки. Статистика всем известна. Например, в молочном деле на специализированные предприятия поступает даже в сезон массовой переработки (летний период) до 50 % молока от имеющихся мощностей. В межсезонный период (зима) этот показатель снижается до 10 %, что свидетельствует о стагнации предприятий. В этих условиях коллективы многих предприятий пищевой промышленности, в том числе коллективы узко специализированных производств (мясокомбинаты, сырзаводы), вынуждены искать способы выживания. В принципе представляется целесообразным концептуальный пересмотр нашего отношения к АПК в свете теории возобновляемых материальных ресурсов (биоценоза) с соответствующим вложением средств в материальную базу села и переработки, особенно научное, в том числе аппаратное оформление технологий, а также в подготовку и переподготовку кадров.

Системный анализ функционирования пищевых отраслей АПК, в том числе мясной и молочной промышленности, в условиях ограничения традиционных источников сырья (менее 50 % нормативной нагрузки) позволили нашему творческому коллективу предложить концепцию сохранения и развития пищевой индустрии России, которая в обобщенном виде может быть сформулирована тремя основными и тремя дополнительными (всего шесть) положениями. Кратко перечислим их.

Первое положение. Привлечение к промышленной обработке сырья мелких товаропроизводителей – фермерских и личных (подсобных) хозяйств на взаимовыгодной основе.

Второе положение. Внедрение инновационных (ресурсосберегающих и безотходных) технологий промышленной переработки сырья животного происхождения по законченному или замкнутому циклам – безотходное и/или бессточное производство. Доктрина нанобиомембранных технологий и парадигма формирования технологических платформ кратко освещаются далее.

Третье положение. Организация альтернативных производств, совместимых с выпуском основной продукции.

Четвертое положение. Защита отечественных переработчиков сельскохозяйственной продукции в связи со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую Организацию (ВТО).

Пятое положение. Реализация Национальных проектов (Программ) в области АПК.

Шестое положение. Реализация федеральных законов, например, ФЗ № 88 от 12 июня 2008 года «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» (ТР № 88 ФЗ) и его изменения.

Эти и другие положения, возникающие в соответствии с появлением новых вызовов, должны быть положены в основу нашей деятельности. А начать целесообразно с кондиционирования сельскохозяйственного сырья, поступающего на промышленную обработку на предприятия пищевой индустрии. Данная операция должна стать типовой нормой, особенно в условиях вступления в ВТО и реалий биоценоза.

2. Кондиционирование сырья животного происхождения до технологической обработки.

Мясное сырье. Особую актуальность проблема кондиционирования мясного сырья с целью рационального использования и повышения эффективности промышленной переработки приобретает в условиях резко обозначившихся различий в его технологических свойствах. Это положение относится к различным группам мясного сырья с био- и физико-химической спецификой, классифицируемых как DFD, NOR и PSE.

В условиях реального биоценоза были изучены возможности адаптации такого сырья для решения проблем обеспечения различных социально-возрастных и национальных групп населения вы-

сокачественными мясными изделиями [5]. С этой целью смоделирована система «мясное сырье – пребиотик лактулоза». Анализ модели показал (рис. 1), что происходит перераспределение электронной плотности на участках миоглобина.

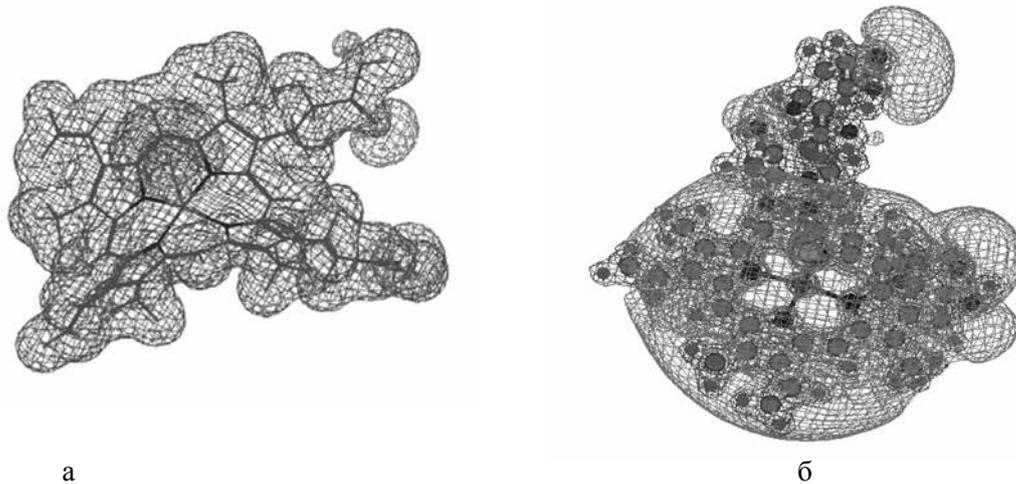


Рис. 1. Распределение электронной плотности в комплексе «миоглобин – лактулоза»: а – до геометрической оптимизации; б – после геометрической оптимизации)

Лабораторные исследования и промышленная проверка подтвердили, что такой способ кондиционирования способствует более полной трансформации нитрита, повышает содержание нитрозопигментов в продуктах, в том числе из сырья со свойствами PSE и DFD. В результате количество остаточного нитрита в готовом продукте снижается в 3–5 раз, одновременно улучшается и стабилизируется цвет.

Молочное сырье. Кондиционирование молочного сырья в условиях реального биоценоза на данном этапе предлагается путем направленной санации мягкой тепловой обработкой – термизацией [6]. На рисунке 2 показана эффективность тепловой санации молочного сырья.

Эта операция должна предшествовать глубокому охлаждению молока-сырья и стать типовой на всех предприятиях молочной отрасли. В зарубежной практике мероприятие реализовано повсеместно, особенно на сыродельных заводах.

3. Доктрина нанобиомембранных технологий и ее адаптация в пищевой индустрии.

Одной из главных составляющих модернизации пищевой индустрии, путем реализации современных инноваций, является создание технологических платформ (по отраслям), в т. ч. на региональном уровне.

В ближайшей перспективе нам предстоит осмыслить и попытаться реализовать широкомасштабные возможности нанотехнологии продуктов питания (NANO-FOOD) нового поколения с включением баро- и биомембранных процессов на уровне кластеров составных элементов (компонентов) сельскохозяйственного сырья.

Рассмотрим некоторые положения инновационных приоритетов технологической модернизации применительно к молочному делу. Гносеологически все молочное сырье: молоко цельное и обезжиренное, сливки, пахта и особенно молочная сыворотка (постоянно возобновляемые ресурсы) и получаемые из них продукты питания – видимо можно рассматривать в качестве объектов быстро развивающейся нанотехнологии, а их составляющие на молекулярном уровне считать синтезированными природой кластерами в виде простых (молекулы, атомы) или сложных (мицеллы, агрегаты, частицы) соединений.

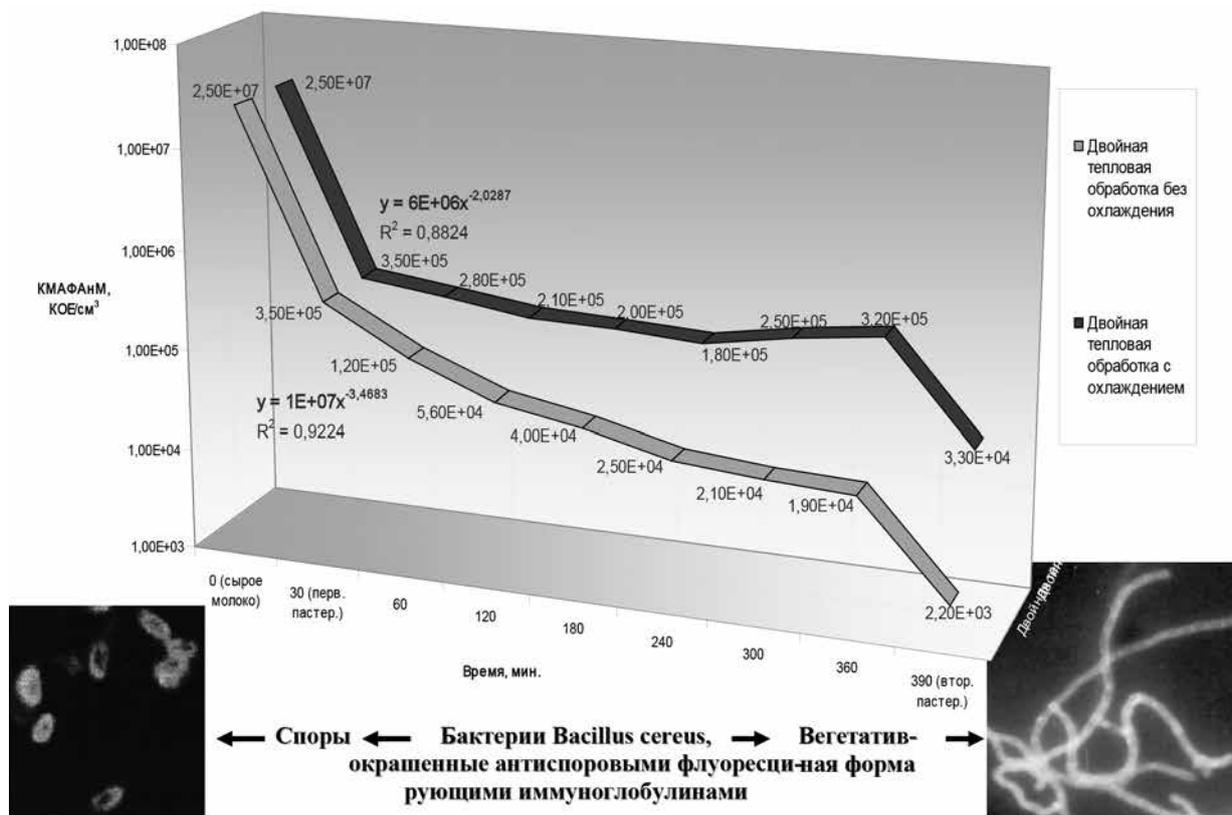


Рис. 2. Эффективность бактериальной санации нагреванием

Принципиальную парадигму реализации нанотехнологий, например молочного дела, можно подтвердить процессами синтеза производных лактозы. Процесс синтеза лактулозы происходит на наноуровне (1 нм), а гидролиза лактозы позволяет получить из дисахарида лактозы (1 нм) две монозы – глюкозу и галактозу с размером на уровне 0,5 нм. При этом решается проблема т. н. «непереносимости» молока. Молочный комбинат «Ставропольский» (ген. директор, канд. техн. наук, засл. работник пищевой индустрии РФ, выпускник СтПИ 1981 г. С. В. Анисимов) реализовал в рамках Программы «Здоровый город» эту уникальную операцию в виде товарного низколактозного молока.

Биотехнология молочных продуктов исторически связана с использованием чистых культур микроорганизмов в виде закваски и ферментативного катализа при получении кисломолочных продуктов – сметаны, сыров, творога и напитков. Она отработана в отрасли на высочайшем уровне и может быть адаптирована для получения заквасок при силосовании кормов, квашении капусты, получении мясопродуктов, мед- и ветпрепаратов.

Баромембранные процессы (мембранная технология) и биомембранные технологии по разделению жидких высокомолекулярных, полидисперсных систем успешно адаптированы применительно к молочному сырью и особенно молочной сыворотке [7] (ультрафильтрация и электродиализ).

Выдающееся достижение последних лет – микропартикуляция сывороточных белков со сборкой нанотрубок – заменителей жира реализовано в отрасли, в т. ч. в нашей стране молкомбинатом в г. Воронеже.

Вышеизложенное позволяет достаточно полно представить сложность поставленных в доктрине концептуальных проблем и возможность их решения на основе современных воззрений постгеномных технологий в виде нано-, био-, мембранных и биомембранных технологий. На данной научно-методической базе сформирована (профессора И. А. Евдокимов, С. А. Рябцева, А. Д. Лодыгин с сотр.) линейка пребиотиков [8, 9]. Имеется масса других инноваций в области мясной индустрии и молочного дела, например, линейка мясопродуктов бренда «Халяль» (профессор В. И. Шипулин с сотр.), процессы МИГ (мутаротация, изомеризация и гидролиз лактозы) с получением продуктов «Лактобел», «ЛипКА» «Полилакт», трансгликозилирование и гидролиз лактозы для продуктов бренда «МиЛа» – минимум лактозы, использование хитозана и синтез меланоидинов. Портфель инноваций постоянно пополняется.

4. Парадигма формирования технологической платформы высоких технологий переработки сельскохозяйственного сырья животного происхождения.

На основании изложенных выше постулатов представляется возможным на данном уровне развития информационных технологий, сформулировать технологическую платформу пищевой индустрии по отраслям и продуктам. При этом в историческом плане развития науки и техники в основу должны быть положены принципы шестого технологического уклада – нано- и пико- супертехнологии, с сохранением достижений пятого техуклада в области биотехнологий.

Теоретической основой формирования технологических платформ является Web-сайт: Виртуальная энциклопедия. <http://ru.wikipedia.org/>, а применительно к сельскохозяйственному сырью животного происхождения Web-сайт: Сельскохозяйственный отраслевой сервер <http://www.agromade.com/>.

Содержательная часть технологической платформы как системы машин и технологий, по академику пока существующей РАСХН В. А. Панфилову, рассматривается через блок-схемы алгоритма и операторные модели, позволяющие реализовать принципы «безлюдных» интенсивных технологий по законченному и замкнутому циклам производства. Научная база технологического оформления процессов – моделирование и экспертные системы с использованием методологии «нейронных сетей» (элементы искусственного интеллекта).

В качестве примера реализации приведенных выше положений можно сослаться на технологическую платформу отечественного пребиотика лактулозы, синтез которой осуществлен из лактозы универсального сельскохозяйственного сырья – молочной сыворотки – и опубликован в отраслевом журнале [10]. Логистическая схема формирования технологической платформы продуктов питания нового поколения на основе реализации современных инноваций в области нанобиомембранных технологий, предлагаемая нами, включает весь спектр взаимосвязанных вопросов. На рис. 3 приведена логистическая схема формирования технологических платформ продуктов питания нового поколения на основе реализации современных инноваций в области нанобиомембранных технологий.

Необходимо отметить, что на государственном уровне Российская технологическая платформа «Биоиндустрия и Биоресурсы» (ТП БиоТех 2030) разработана и функционирует. СКФУ официально вступил в члены ТП БиоТех в 2013 году. Минсельхоз РФ инициировал разработку двух технологических платформ: в области производства продуктов питания и их конкурентоспособности, что делает честь отрасли и вселяет надежду на реализацию инноваций по модернизации пищевой индустрии России в условиях глобализации мирового рынка.

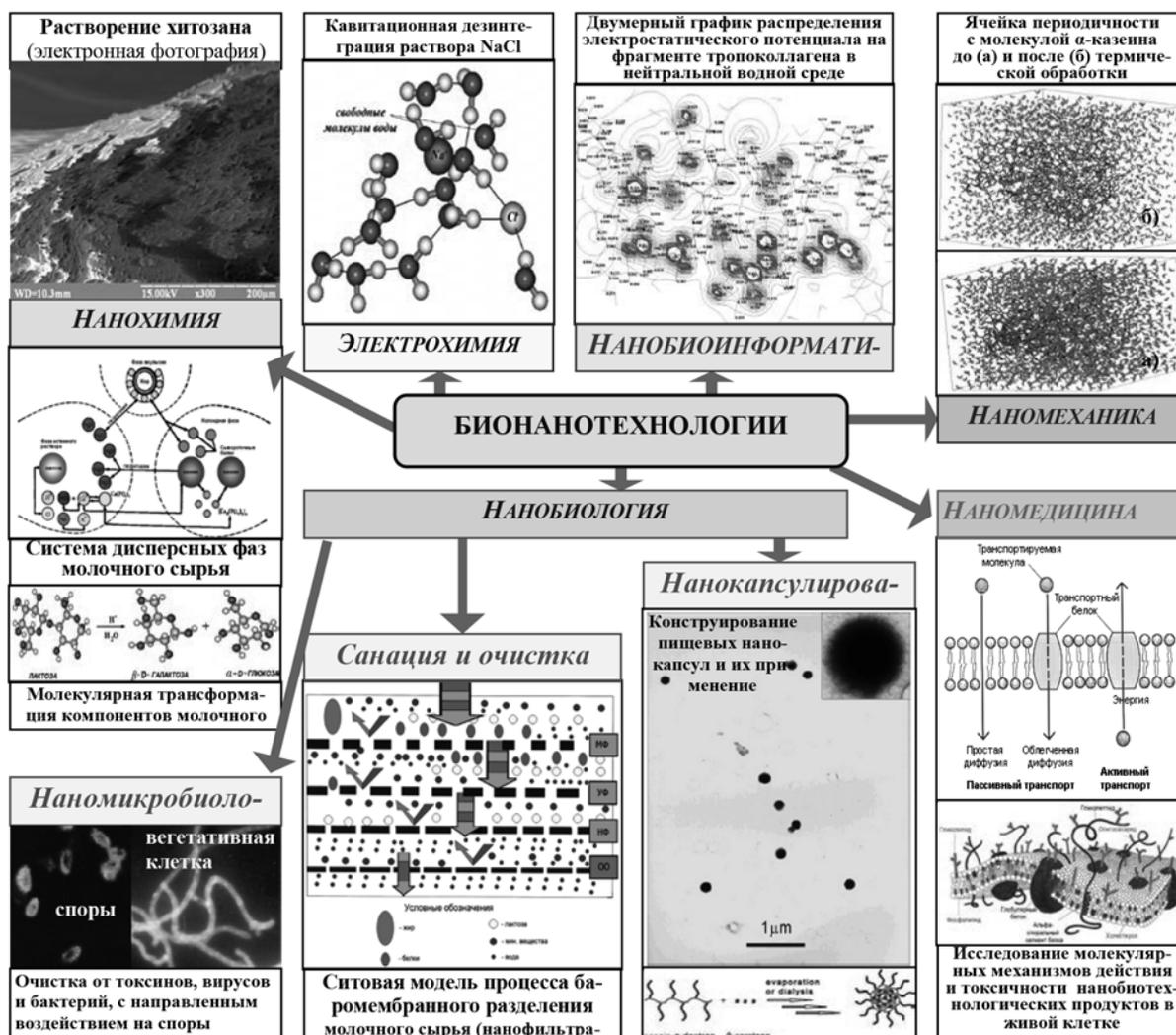


Рис. 3. Схема формирования технологической платформы высоких технологий пищевой индустрии

Литература

1. Синельников Б. М. Кадровое, научное и информационное обеспечение приоритетов национальных проектов в области АПК и образования Северо-Кавказским государственным техническим университетом / Б. М. Синельников, А. Г. Храпцов, В. И. Шипулин и др. // Пищевая промышленность. 2008. № 10. С. 34–35.
2. Храпцов А. Г. Научное, кадровое и информационное обеспечение приоритетов Национальных проектов в области АПК, образования и медицины творческим коллективом научного направления «Технология Живых Систем» // Сборник научных трудов «Продовольствие» СевКавГТУ. 2007. № 3. С. 5–7.
3. Лактоза и ее производные / Б. М. Синельников, А. Г. Храпцов, И. А. Евдокимов [и др.]. СПб.: Профессия, 2007. 768 с.
4. Евдокимов И. А., Дыкало Н. Я., А. В. Пермяков Электродиализ молочной сыворотки. Георгиевск: ГТИ (филиал) СевКавГТУ, 2009. 248 с.
5. Шипулин В. И. Инновационные технологии альтернативных вариантов мясopодуKтов нового поколения. Ставрополь: СевКавГТУ, 2009. 216 с.
6. Емельянов С. А. Теория и практика термизации молочного сы́рья. Ставрополь: ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет», 2007. 236 с.

7. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. 804 с.
8. Рябцева С. А. Технология лактулозы. М.: ДеЛи принт, 2003. 232 с.
9. Лодыгин А. Д. Разработка инновационных технологий пребиотических концентратов на основе вторичного молочного сырья: дис... д-ра техн. наук: 05.18.04/ Лодыгин Алексей Дмитриевич. Ставрополь: ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет», 2012. 333 с.
10. Храмов А. Г. Технологическая платформа линейки пребиотических концентратов бренда «Лакто-бел» // Переработка молока. 2014. № 5. С. 36–40.

УДК 637.23

Чеботарев Евгений Алексеевич, Малсугенов Александр Владимирович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ОХЛАДИТЕЛЯ ПЛАСТИНЧАТОГО МАСЛОБРАЗОВАТЕЛЯ

Предложен новый подход к математическому описанию процесса охлаждения в пластинчатом теплообменнике скребкового типа маслообразователя, что позволяет совершенствовать тепловой расчет.

Ключевые слова: *охладитель скребкового типа, процесс охлаждения, математическое описание, расчетные формулы.*

Chebotarev Evgeny Alekseevich, Malsugenov Aleksandr Vladimirovich
IMPROVED THERMAL DESIGN FOR REFRIGERANT IN
PLATE BUTTER-MAKING MACHINE

The item focuses on a new approach to the mathematical description of cooling in a plate-type scraper heat exchanger in butter-making machines, which allows improving the thermal design.

Key words: *scraper-type refrigerant, cooling, mathematical description, design formula.*

Охладители скребкового типа нашли широкое применение в составе пластинчатых маслообразователей для охлаждения высокожирных сливок при производстве сливочного масла методом преобразования.

Применения традиционной методики теплового расчета [1], когда в формулах используют только конечные и начальные температуры теплоносителей, для полноценного математического описания процесса охлаждения в роторно-пластинчатом охладителе, по нашему мнению, недостаточно. И связано это с тем, что каждый продуктовый зазор снабжен перемешивающим устройством и для определения параметров термомеханического воздействия, необходимо учитывать среднюю температуру продукта в каждом из этих зазоров.

В конечном результате необходимо установить связь между температурой продукта в процессе охлаждения и поверхностью теплопередачи

$$t_{np} = f(F), \quad (1)$$

где t_{np} – температура продукта, °С; F – площадь теплообменной поверхности, м².

Рассмотрим процесс охлаждения в роторно-пластинчатом охладителе при противоточном движении продукта и хладоносителя (см. рис.).