

На правах рукописи

САМОФАЛОВА Лариса Александровна

Научное обоснование применения прорастающих семян двудольных растений в производстве растительной основы и заменителей молочных продуктов функционального значения

Специальность 05.18.07. - Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ



АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

24 МАР 2011

г. Санкт - Петербург – 2010 г.

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении
высшего профессионального образования «Орловский государственный
технический университет»

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Красильников Валерий Николаевич

доктор технических наук, профессор
Перкель Роман Львович

доктор технических наук
Забровский Григорий Павлович

Ведущее предприятие: ФГОУ ВПО «Орловский государственный
аграрный университет»

Защита диссертации состоится восьмая 2011 г. в 14 час на
заседании диссертационного совета Д 212.234.02. при Санкт-Петербургском го-
сударственном университете низкотемпературных и пищевых технологий,
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д.9, тел/факс 315-30-15

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 2 марта 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
Доктор технических наук, профессор



Колодязная В.С.

Общая характеристика работы

Совершенствование современных технологий производства продуктов питания тесно связано с расширением ассортимента за счёт переработки нетрадиционного сырья, переходом от использования искусственных пищевых добавок к натуральным, обладающим биологической активностью, разработкой специализированных функциональных продуктов. В настоящее время прорыв в технологии производства новых видов продуктов питания связан с использованием методов генетики, микробиологии, биотехнологии и новых технологий переработки сырья. Не последнюю роль среди этих методов занимают процессы ферментативной и химической модификации растительного и животного сырья, расширяющие сырьевые возможности, формирующие технофункциональные свойства сырьевых компонентов, способствующие повышению качества и питательных свойств конечных продуктов.

Особенностью современных продуктов питания является многокомпонентность их рецептур, ключевую роль, в большинстве которых играют белки. Потенциальными источниками белка и сырьём для производства растительных заменителей молока предложены семена масличных, бобовых, зерновых, орехоплодных. Теоретические и практические основы в области создания продуктов сложного сырьевого состава изложены в трудах А.А. Покровского, И.А. Рогова, Н.Н. Липатова (мл.), В.М. Позняковского, Н.И. Дунченко, Л.В. Антиповой, Н.Б. Гавриловой, Н.П. Захаровой, А.А. Кочетковой, З.С. Зобковой и других ученых.

Как показывает практика, применение заменителей молока в производстве комбинированных и аналогов молочных продуктов позволяет не только увеличить ресурсы предприятий и расширить ассортимент экологически чистой продукции, но и повысить пищевую ценность готовых продуктов, обогатить их функциональными ингредиентами, учитывается также интолерантность к лактозе и сверхчувствительность к белкам молока определенной части населения, включая взрослых и детей.

Применение растительных заменителей молока на основе прорастающих семян в получении таких продуктов исключительно перспективно, так как ферменты, образующиеся при прорастании, расщепляют сложные запасные вещества на более простые (аминокислоты, жирные кислоты, простые сахара), при этом кратно возрастает содержание витаминов, синтезируемых зародышем. Благодаря этому они содержат биологически активный белковый комплекс, пептиды, свободные аминокислоты, лецитин, растворимые сахара, пищевую диетическую клетчатку, биогенные макро- и микроэлементы, витамины, фитогормоны и другие ценные компоненты. Вместе с тем, ассортимент таких напитков еще недостаточен, а местные природные ресурсы остаются мало востребованными. Наиболее хорошо изучены технология производства и пищевая ценность растительного молока из бобов сои.

В качестве объектов исследования выбраны районированные сорта двудольных сельскохозяйственных растений, основную долю в белковом комплексе которых, составляют глобулины. Структурное родство глобулинов двудольных выражается в единообразном типе пространственной конфигурации, объеди-

нённой формулой 11S-13S. На основании сходства четвертичных структур можно провести параллель не только между бобовой соей и маслячной коноплей, но и между такими филогенетически отдалёнными культурами как соя и гречиха. Это также позволяет предположить однотипную диссоциацию глобулинов при воздействии модифицирующих факторов (в частности при естественной ферментации в прорастании) и возможность решения проблемы выделения их в растворы.

Однако, ряд вопросов, в частности конкретизация условий прорастания в силу физиологических особенностей семян разных культур и матриальной неоднородности партий, регистрация физиологического состояния, при котором следует ожидать функционализацию белкового комплекса, функционально-технологические свойства модифицированного сырья, технологические параметры получения заменителей молока из прорастающих семян, характер структурообразования и поведения в комбинированных продуктах молочного типа, в том числе с пенновзбивной структурой остаются невыясненными, и существует необходимость подобных исследований.

Постановка проблемы связана с разработкой принципиально новой технологии переработки семян двудольных сельскохозяйственных культур с помощью биотехнологических приемов модификации белково-жирового и белково-углеводного комплексов, путем естественной ферментации при прорастании, с целью получения новых видов растительной основы, рассматриваемой как заменитель молока, и продуктов молочного типа функциональной направленности.

Цель работы – научное обоснование и разработка технологий растительной основы и заменителей молочных продуктов из прорастающих семян двудольных растений.

Задачи работы:

- на основании комплексных исследований товарных свойств, пищевой ценности, показателей безопасности обосновать выбор хозяйственно-ботанических сортов районированных культур сои, конопли, гречихи для переработки в качественно новое сырьё;

- исследовать интенсивность метаболических процессов набухания и прорастания семян, определить параметры и разработать методику проращивания семян в условиях *in vitro*;

- обосновать возможность применения гель-электрофореза при определении модификации белкового комплекса покоящихся и прорастающих семян трёх культур и исследовать электрофоретические профили, выявить период активизации глобулинов;

- исследовать динамику солевого обмена и электрохимических свойств, прорастающих семян, тестировать успех прорастания;

- исследовать изменения функционально-технологических свойств (ФТС) клеточных полимеров, динамику общего химического состава прорастающих семян, обосновать выбор физиологических фаз для переработки в растительную основу;

- провести статистические исследования влияния физиологического состояния и технологических параметров на эффективность извлечения белков и агрегационную устойчивость полидисперсной системы, оптимизировать процесс экстрагирования белкового комплекса семян;

- исследовать динамику накопления водорастворимых витаминов в прорастающих семенах и определить технологические параметры эффективного извлечения в экстракты;

- разработать технологию растительной основы, дать характеристику технологических свойств, пищевой и биологической ценности, обосновать возможность использования в заменителях молочных продуктов;

- обосновать методологические подходы и принципы сочетания сырьевых компонентов для получения сбалансированных пищевых систем на растительной основе, определить технологические режимы получения напитков и комбинированных продуктов пенновзбивной структуры;

- дать комплексную характеристику процессов структурообразования, пищевой и биологической ценности разработанных продуктов;

- разработать техническую документацию на новые виды продуктов, апробировать технологии в производственных условиях, определить экономическую эффективность производства.

Научная концепция работы заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании гипотезы о возможности совершенствования технологии переработки семян двудольных сельскохозяйственных культур в растительную основу, рассматриваемую как заменитель молока в продуктах функциональной направленности, при создании условий, приводящих к модификации функционально-технологических свойств клеточных полимеров путём запуска процесса прорастания.

Научная новизна. Сформулирована концепция нового перспективного направления в области переработки семян двудольных растений, позволяющего путём биоактивации повысить эффективность извлечения клеточных полимеров, доказана возможность получения технологичного сырья, с качественно новым составом пищевых компонентов и эффективностью его применения в заменителях молочных продуктов с функциональными ингредиентами.

Научно обоснован и экспериментально подтверждён выбор хозяйственно-ботанических сортов трёх филогенетически отдалённых культур сои, конопли, гречихи, пригодных для переработки в растительные заменители молока.

Сформулировано положение о влиянии стадий прорастания двудольных семян на глубину и характер гидролиза запасных белков и функционально-технологические свойства компонентов клеток; доказана целесообразность использования биопотенциала на ранних стадиях до проклёвывания.

Построены математические модели влияния технологических параметров и физиологического состояния на агрегационную устойчивость и экстрактивность белков прорастающих семян, оптимизирован процесс экстракции, учитывающий фазовое состояние белкового комплекса.

Получены три вида растительной основы, исследованы пищевая и биологическая ценность, технологические характеристики новых заменителей молока.

Сформулированы и реализованы методологические принципы создания разнообразного ассортимента безлактозных и низколактозных заменителей молочных продуктов, оптимизированы их рецептурные составы, обоснованы технологические режимы производства, дана оценка безопасности, пищевой ценности, биологической эффективности белкового комплекса.

Основные положения, выносимые на защиту. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработанных технологий получения растительной основы и заменителей молочных продуктов с функциональными ингредиентами.

На основании однотипной диссоциации глобулинов двудольных семян при естественной ферментации в ранних сроках прорастания, возможность повышения эффективности их выделения в растворы с сохранением белковых форм азота;

Выбор технологических параметров переработки прорастающих семян с учётом их физиологического состояния в растительную основу;

Результаты дисперсионного анализа и технологических свойств, пищевой ценности растительной основы, позволяющие рассматривать её как основное сырьё в заменителях молочных продуктов;

Научное обоснование характера структурообразования растительной основы и продуктов пенновзбивной структуры с её использованием;

Научные основы выбора рецептурного состава, параметров технологических процессов получения заменителей молочных продуктов.

Практическая значимость. Выполненные исследования позволяют расширить возможности переработки районированных сельскохозяйственных культур в заменители молока, с полноценным химическим составом и функциональными ингредиентами; увеличить ресурсы предприятий, осуществлять производство в зависимости от спроса на продукцию, а не от поставок сырья, стабилизировать качество продукции, расширить ассортимент, повысить рентабельность. Выявленные технофункциональные свойства трёх видов основы дают возможность использовать их в производстве безлактозных и низколактозных заменителей молочных продуктов для широкого потребления и профилактического питания, в том числе для лиц с непереносимостью коровьего молока.

Разработана и утверждена техническая документация на производство растительной основы из прорастающих семян сои и конопли «Молоко Флора» (ТУ 9146-156-02069036-2002; ТИ 02069036-094); на новое растительно-молочное мороженое (ТУ 9228-161-02069036-2002; ТИ 02069036-095; РЦ 02069036-144; РЦ 02069036-145)

На заменители молока, и новые виды мороженого получены санитарно-гигиенические заключения № 57.01.01.000.Т.000139.08.05 от 01.08.2005 г, № 57.01.01.000.Т.000140.08.05 от 01.08.2005 г. Каталожный лист продукции зарегистрирован в ФГУ «Орловский ЦСМ».

Разработана и утверждена техническая документация на производство растительного экстракта «Росток» ТУ 9185-171-02069036-2003; ТИ 02069036-067; напитков растительно-молочных ТУ 9226-172-02069036-2003; ТИ 02069036-068; РЦ 02069036-130; РЦ 02069036-131; ТУ 9226-179-02069036-2004; ТИ

02069036-106; РЦ 02069036-171; РЦ 02069036-172; РЦ02069036-173; пудингов растительно-молочных ТУ 9226-191-02069036-2005; ТИ 02069036-118; РЦ 02069036-213; РЦ 02069036-214; РЦ 02069036-215. Получены санитарно-гигиенические заключения № 57.01.01.000.Т.000138.08.05 от 01.08.2005 г, № 57.01.01.000.Т.000142.08.05 от 01.08.2005 г, № 57.01.01.000.Т.000141.08.05 от 01.08.2005 г.

Разработаны и согласованы с Управлением с/х и продовольствия Орловской области «Рекомендации по внедрению в производство на предприятиях пищевой промышленности Орловской области продуктов профилактической направленности на основе прорастающих семян зерновых и бобовых культур».

Производственная апробация работы осуществлялась в условиях производственных молокоперерабатывающих и малых предприятий г. Орла согласно нормативной документации. Расчет экономической эффективности доказывает целесообразность практического использования разработок.

Материалы диссертации используются в учебном процессе при чтении лекций, дипломном проектировании по специальностям 240902 «Пищевая биотехнология», 080401 «Товароведение продовольственных товаров»; выполнении научно-исследовательских работ аспирантов и студентов на кафедре «Технология и товароведение продуктов питания» Орловского государственного технического университета.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на всероссийских, международных научных, научно-практических конференциях и симпозиумах в том числе: Пятом международном симпозиуме «Экология человека: пищевые технологии и продукты на пороге XXI века» (г. Пятигорск, 1997); 11 международных Плехановских чтениях (Москва, 1998); международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилёв, 1998); Юбилейной конференции «Навстречу 100-летию образования Центросоюза РФ, 80-летию МУПК. Потребительская кооперация: от тактики выживания к стратегии роста» (Москва, 1998); Всероссийской научно-практической конференции «Пищевая промышленность, продовольственная безопасность – XXI век» (г Екатеринбург, 1999); 2-й Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилёв, 2000); Международной научно-технической конференции «Пищевой белок и экология» МГУП биотехнологии (Москва, 2000); Всероссийской научной молодёжной конференции с международным участием (г. Улан-Уде, 2001); Первом международном конгрессе «Биотехнология – состояние и перспективы развития» (Москва, 2002); III международной научно-практической конференции «Динамика научных достижений, 2004» (г. Днепропетровск, 2004); Втором съезде Общества биотехнологов России (Москва, 2004); Международной научно-практической конференции «Динамика научных исследований-2005» (г. Днепропетровск, 2005); международном молодежном симпозиуме «Региональные аспекты развития рынка потребительских товаров» (г. Хабаровск, 2005); XVI Международной специализированной выставке «АгроКомплекс – 2006» (г. Уфа, 2006); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии обеспечения безо-

пасности питания и окружающей среды» (г. Оренбург, 2007 г.); Всероссийской молодежной НПК, «Пищевые технологии, качество и безопасность продуктов питания» (г. Иркутск, 2007); Международной научно-практической конференции «Биотехнология. Вода и пищевые продукты» (Москва, 2008); Юбилейном V Московском международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2009); Всероссийской молодежной научно-практической конференции: «Биотехнология растительного сырья» (г. Иркутск, 2009 г.); 2-м Международном конгрессе-Партнеринг «Евразия-Био» (Москва, 2010 г.).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 101 работах, в том числе 10 патентах, 2 монографиях. Основные материалы диссертации представлены 11 статьями в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Объём и структура работы. Диссертация состоит из введения, девяти глав, выводов, списка использованной литературы. Работа изложена на 258 страницах машинописного текста и дополнительно включает 84 таблицы, 76 рисунков, 17 приложений. Библиографический список состоит из 500 наименований, в том числе 141 иностранных источника.

Основное содержание работы

Теоретические исследования направлены на изучение следующих вопросов: современные представления теории позитивного питания и создания функциональных продуктов; основные проблемы питания и болезни века, в том числе аллергии, связанные с непереносимостью коровьего молока; позиционирование семян бобовых, масличных и зерновых культур как наиболее перспективных источников пищевого белка и возможности их применения в производстве заменителей молочных продуктов; пространственная конфигурация, ФТС глобулинов семян, возможности их модификации с помощью биотехнологических методов; преимущества проращивания семян как способа функционализации биополимеров; физико-химические и технологические аспекты получения дисперсий растительных заменителей молока; проблемы стабилизации и структурообразования пищевых дисперсий.

Организация эксперимента и методы исследований. Исследования выполнялись в творческом сотрудничестве со специалистами лабораторий биохимии и физиологии ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур», г. Орел, Всероссийского научно-исследовательского института жиров, г. Санкт-Петербург, научно-исследовательской испытательной лаборатории Центра совместного пользования ОрёлГТУ, в ФГУ «Орловский референтный центр Россельхознадзора». А также, в производственных лабораториях: ООО «Орловский завод по производству солода», ОАО «Молочный комбинат «Орловский», ОАО «Орловский сыродельный комбинат», ОАО «Орёлкондитер», ООО «Элита-Маркетинг».

Консультационная помощь по выбору безнаркотических сортов конопли, районированных для Орловской области, осуществлялась специалистами Всероссийского научно-исследовательского института растений имени Н.И. Вави-

лова, г. Санкт-Петербург, Государственного унитарного предприятия «Орёлпенькопром».

Поставки семян осуществлялись в соответствии с договорами о творческом сотрудничестве ГНУ ВНИИ ЗБК – соя сорт Ланцетная и Свапа, гречиха – Молва, Диккуль, Баллада и ГУП «Орёлпенькопром», Глазуновской коноплесемстанции – культурная конопля сорта Диана, ЮСО-31. Партии семян культурной конопли сопровождалась сертификатами, подтверждающими отсутствие в растении в вегетационный период наркотических веществ.

При выполнении работы применялись стандартные общепринятые в исследовательской практике физико-химические, биохимические, микробиологические, реологические методы, а также модифицированные методики. Дисперсионный анализ жировой фазы, модификацию крахмальных зёрен изучали с помощью микроскопа Zeiss, Zena с фотонасадкой, форму и размер частиц определяли с помощью сканирующего микроскопа Axioscop 2 MAT, программы AxioVision Graphite. Изменения морфологии, микроструктуры прорастающих семян сои изучали с помощью электронного сканирующего микроскопа YSM-6390 Япония. Математическая обработка в Excel.

Общая схема исследований представлена на рис. 1.

Исследование состава и характера строения исходных компонентов семян районированных сортов сои, конопли, гречихи. Семена двудольных семян районированных для ЦЧР сортов исследовались по пищевой и биологической ценности и показателям, характеризующим их жизненную силу. Установлено, что семена сои сорта Ланцетная, Свапа, относящиеся к раннеспелым, не уступают рекомендуемым сортам по товарным характеристикам, имеют сниженную трипсинингибирующую активность, высокое содержание белка - до 40,5% с.в., значительная часть которого - до 75% представлена подвижной водорастворимой фракцией, содержат липиды и запасные углеводы, богаты минералами, пригодны для переработки на пищевые цели.

Изученные партии семян конопли отвечали требованиям ГОСТ 9158 «Семена конопли. Промышленное сырьё», обладали хорошими посевными качествами. Содержание протеина и липидов в них не подвержено значительным колебаниям и составляет у сорта Диана соответственно: 24,8-27,4% и 31,7-34,3%, ЮСО-31 - 22,5-25,6% и 32,0-34,0% с.в.

Более устойчивый этот показатель у сорта Диана - наибольшее отклонение между отдельными партиями по каждому году ($\pm 0,5-0,9\%$). Среднее содержание жира у сорта Диана составляет 34,7%, ЮСО-31 - 33,8%. Содержание белка у разных сортов гречихи различается незначительно (в среднем 16,35-17,22%), однако подвержено колебаниям по годам урожаям от 15,24 до 17,55%. Более высокое содержание белка выявлено у сорта Молва, для него же характерна большая масса 1000 семян и лучшая выполненность, о которой можно судить по относительному содержанию оболочки (в среднем 21%), сниженному по сравнению с двумя другими сортами.

Рис. 1 – Схема проведения исследования



Установлена высокая подвижность значительной части белкового комплекса семян: в сумме водо- и солерастворимая фракция составила у сои Ланцетная - 63,9-71,2% к общему протеину, конопля Диана - 65,9%, гречихи Молва - 52,5 %. Наибольшее количество малоподвижных щёлочерастворимых фракций выявлено у гречихи (до 18%). У гречихи и конопля установлено также высокое содержание нерастворимого остатка - 23,5%, 29,3%. Исследования показали, что белки трёх культур являются полноценными, сумма незаменимых аминокислот составляет соответственно: 40,2, 39,8, 37,7%. В белковом комплексе сои лимитирующими являются серусодержащие - скор 58%, тогда как в белках районированных сортов гречихи и конопля их содержание соответственно по АК - скору 127%. и 104%. Соя и гречиха богаты лизином (скор 132% и 108%) и могут использоваться в рационах в качестве его источника.

В жировой комплекс семян сои и конопля входят: масло, богатое ненасыщенными жирными кислотами, стеролы, фосфатиды, жирорастворимые витамины, природные антиоксиданты. Ненасыщенные жирные кислоты составляют 85,0% от суммы у соевого масла и 89,3% у конопляного. Содержание ПНЖК у конопляного на 20% выше, чем у соевого. Вместе с тем по соотношению ω -6/ ω -3 более сбалансировано соевое масло - 7,6:1 у конопляного оно составляет 3,1:1. В конопляном масле выявлено присутствие редко встречающейся γ -линоленовой ($C_{18:3}$) и стеаридониковой - октадекатетраеновой жирной кислоты, имеющей 4 двойные связи ($C_{18:4}$), более характерной для жиров рыб и морских животных. Повышено соотношение витамин Е : ПНЖК (мг/г), рекомендованное для лиц пожилого возраста, у конопляного масла равно 2,1, у соевого 2,9. Присутствие в химическом составе семян грубых волокон расширяет возможности их применения в рецептурах функциональных продуктов. Исследованные партии семян не превышают допуски по содержанию токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов.

Разработка методики проращивания. Проведённые статистические исследования при температурах 10°C и 22°C дали возможность математически описать процесс набухания и выявить функциональные зависимости между температурным режимом и степенью набухания семян трёх культур разных сортов. С учётом матрицальной неоднородности партий в качестве основного критерия, определяющего правильность выбора параметров и регистрирующего успех прорастания, выбран коэффициент скорости прорастания. На основании полученных результатов было определено время замачивания сои и гречихи 6 ч при температуре 10°C, конопля - 8 ч при 22°C, инкубирование при температуре 20±2°C влажности 85-90%, с дробным орошением. Наиболее короткие сроки наклёва выявлены у семян гречихи - 24 - 36 ч в зависимости от температуры, средние у конопля - 42 - 48 ч, и наиболее продолжительные у сои - 48 - 72 ч. Диапазон влажности, при которой происходит наклёвывание семян: у сои - 57,6-63,5, у гречихи - 35,2-44,0, у конопля-42,5-44,5 %. Установлено, что семена сои необходимо заливать водой в соотношении 1:4-1:6; семена гречихи -1:2-1:4; конопля-1:3 - 1:4.

Исследование модификации белкового комплекса прорастающих семян. При проращивании семян для пищевых целей необходимо найти компромисс

между функционализацией клеточных полимеров, прежде всего белков, и сохранением запасных питательных веществ, поэтому выявление изменений фазового состояния семян, скорости протекания и глубины метаболических процессов важно для решения технологических задач. Особенно важно, выявление фаз активности запасных белков. Известно, что партии прорастающих семян характеризуются матрикальной неоднородностью, особенно заметной у семян сои, имеющих большое количество белков, рис.2.

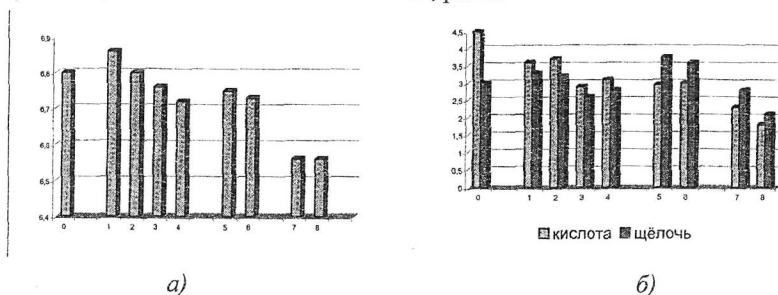


Рис. 2 – а) активность ионов водорода pH, б) буферная ёмкость семян сои в разных физиологических состояниях: 0 – покоящиеся; 1 - 4 - набухшие (12, 24, 36, 48 ч); 5-6 проклюнувшиеся (36, 48 ч); 7 – ростки (48 ч); 8 – ростки >1 см (60 ч)

Методологическое решение в данном разделе заключалось в дифференциации прорастающих семян по фазовому состоянию и тестирование их по комплексу показателей, определяющих направленность и глубину функционализации клеточных полимеров.

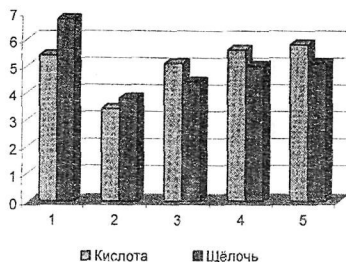


Рис. 3 – Буферная ёмкость прорастающих семян конопли в общей популяции: 0, 12, 24, 36 ч

У конопли изменение электрохимических свойств совпадает с достижением семенами критической влажности (рис. 3). На примере обеих культур заметно снижение содержания кислотных гидрофильных групп на фоне повышения содержания щелочных гидрофобных.

Выявлена взаимосвязь между сменой физиологических фаз и изменением электрохимических показателей pH и буферной ёмкости прорастающих семян. У семян сои падение значения БЁ в 1,5-2 раза совпадает с появлением больших ростков через 48-60 ч, когда становятся очевидными признаки глубокого гидролиза запасных белков.

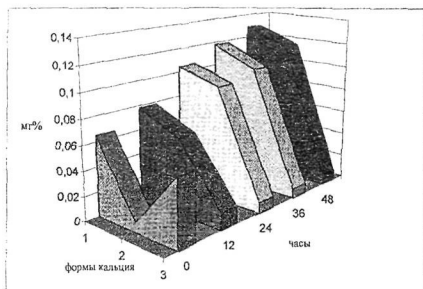


Рис. 4 - Динамика содержания кальция в вытяжке из прорастающих семян конопли, мг%. 1 - общего в вытяжке; 2 - условно растворимого в сыворотке; 3 - связанного в осадке.

период набухания 12- 24 ч, то есть фазы покоя и сопровождается ростом БЭ. Связанные формы кальция слабо переходят в вытяжку, и их содержание в осадке практически не меняется. Кальциевый обмен в семенах сопровождается изменением фосфорно-солевого состава. Так, в течение 48 ч при незначительном (4,7%) снижении общего фосфора, наблюдается увеличение растворимого не-

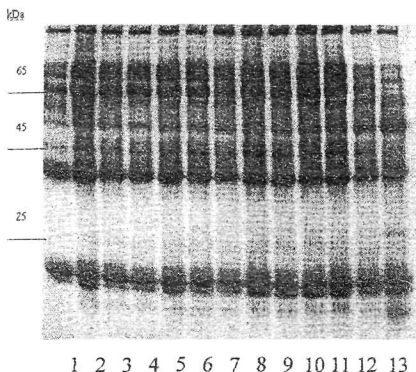


Рис. 5 - Полипептидный состав белкового комплекса семян сои в разных физиологических фазах: 1 - сухие; 2 - набухшие (12 ч); 3 - набухшие (24 ч); 4 - носики (24 ч); 5 - набухшие (36 ч); 6 - носики (36 ч); 7 - ростки (36 ч); 8 - набухшие (48 ч); 9 - носики (48 ч); 10 - ростки (48 ч); 11 - набухшие (60 ч); 12 - носики (60 ч); 13 - ростки (60 ч)

органического (67,5%) и снижение органического (51,9%). Причём в первые сутки набухания увеличение неорганического на 55,3%. Эти данные можно считать также косвенным подтверждением процесса разрушения фитина, блокирующего усвоение кальция.

С помощью метода гелеэлектрофореза, исследовался полипептидный состав белкового комплекса покоящихся и прорастающих семян сои (рис. 5). Установлено, что от ранних стадий набухания и до проклёвывания, белковый комплекс подвергается модификации без явных признаков глубокого гидролиза. Заметные изменения в глобулиновых зонах регистрируются только на стадии активного роста (60 ч). По-видимому, регистрируемое изменение биохимических показателей на начальных этапах связано с известной особенностью вицилина легко диссоциировать на полумолекулы при

Полученные данные об изменении солевого состава семян конопли при набухании и наклёвывании, позволили связать изменение электрохимических показателей с активизацией белкового комплекса. Увеличение содержания кальция в вытяжке, до 98,5% по сравнению с первоначальным к 48 ч при наклёвывании, сопровождается повышением устойчивости дисперсии (рис 4). При этом наиболее существенное увеличение условно растворимого кальция - в 11,7 раз к начальному, наблюдается в пе-

риод набухания 12- 24 ч, то есть фазы покоя и сопровождается ростом БЭ. Связанные формы кальция слабо переходят в вытяжку, и их содержание в осадке практически не меняется. Кальциевый обмен в семенах сопровождается изменением фосфорно-солевого состава. Так, в течение 48 ч при незначительном (4,7%) снижении общего фосфора, наблюдается увеличение растворимого не-

органического (67,5%) и снижение органического (51,9%). Причём в первые сутки набухания увеличение неорганического на 55,3%. Эти данные можно считать также косвенным подтверждением процесса разрушения фитина, блокирующего усвоение кальция.

С помощью метода гелеэлектрофореза, исследовался полипептидный состав белкового комплекса покоящихся и прорастающих семян сои (рис. 5). Установлено, что от ранних стадий набухания и до проклёвывания, белковый комплекс подвергается модификации без явных признаков глубокого гидролиза. Заметные изменения в глобулиновых зонах регистрируются только на стадии активного роста (60 ч). По-видимому, регистрируемое изменение биохимических показателей на начальных этапах связано с известной особенностью вицилина легко диссоциировать на полумолекулы при

одном только изменении ионной силы. А высвобождение новых N-концевых активных групп, приводит к изменению ФТС.

В отличие от сои, начало гидролитических процессов в полипептидных комплексах прорастающих семян конопли и гречихи установлено ещё при набухании. При этом, в семенах гречихи в фазе покоя выявлена уже полная активизация всего спектра. При этом на стадии набухания потери белков незначительные, у наклонувшихся семян они возрастают - у сои и гречихи на 11-16 %, у конопли на 6%. Начальные признаки распада запасных белков отмечены на этой стадии снижением содержания белкового азота на 16-22%, рост небелкового и аминокислотного азота, наиболее



Рис. 6 - Изменение фракционного состава белков конопли (I), гречихи (II), сои (III) при прорастании, % от общего азота: 1 - водорастворимые, 2 - соле-растворимые, 3 - щелочерастворимые, 4 - нерастворимый остаток

существенные у гречихи. Более заметные изменения выявлены во фракционном составе белковых комплексов - увеличение содержания растворимых фракций на 20-27%, снижение содержания нерастворимого белкового остатка, от 48% у конопли, до 80% у сои. Можно предполагать, что это следствие разрушения надмолекулярных клеточных структур и функционализации структурных белков.

На примере семян конопли установлено повышение биологической ценности по изменению аминокислотного состава: возрастает содержание 10 из 17 анализируемых аминокислот, на 3,9% возрастает сумма незаменимых. Таким образом, запуск прорастания сопровождается значительной перестройкой белковых структур и активизацией клеточного содержимого. При этом общий химический состав не претерпевает существенных изменений, табл. 1.

Таблица 1 - Изменение химического состава семян ($\bar{X} \pm t$, $t \leq 0,5$)

Показатели	Физиологическая фаза					
	сухие		набухшие		проклянувшиеся	
	конопля	гречиха	конопля	гречиха	конопля	гречиха
Сырой протеин	24,21 (x5,5)	16,83 (x6,09)	23,32	15,42	22,85	14,35
Липиды	34,62	4,85	32,21	4,20	31,23	2,56
Углеводы	38,70	64,20	35,34	59,65	34,31	52,75
Сахара	-	-	6,31	-	3,20	-
Зольные элементы	2,72	3,42	2,75	3,24	2,90	3,50
Прочие безазотистые в-ва	1,25	11,21	1,49	12,45	6,12	16,34

Исследование технофункциональных свойств клеточных полимеров на ранних стадиях прорастания. На примере водных экстрактов из набухших (ДК-1) проклюнувшихся (ДК-2) семян конопли показано, что уже по достижении критической влажности семян они представляют собой устойчивую полидисперсную систему, в которой присутствуют коллоидная (белки), молекулярная, ионная (соли) и эмульсионная (жир) фазы. Как в любой полидисперсной системе, в физическом и химическом отношении эти фазы связаны между собой таким образом, что изменение условий существования одного компонента вызывает значительные изменения других. В такой системе присутствуют все классы эмульгаторов: макромолекулярные коллоиды - модифицированные белки; тонкодиспергированные нерастворимые твёрдые тела - полипептидные комплексы; и, не подвергшиеся ферментации, глобулины; частицы оболочек; и, наконец, наиболее активные вещества с гетерополярной молекулярной структурой. Так липидная фракция маслячных семян помимо триглицеридов и сопутствующих веществ - стеролов, токоферолов, каротиноидов, всегда содержит продукты гидролиза глицеридов - ди- и моноглицериды, свободные жирные

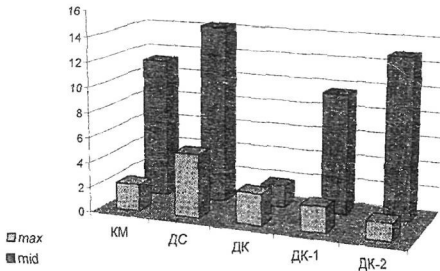


Рис. 7 - Дисперсность жировой фазы в растительных дисперсиях и коровьем молоке по количеству жировых шариков двух классов, %

кислоты, их соли, в том числе щелочные, являющиеся сильными эмульгаторами. При этом, очевидно, что первый и третий классы ПАВ при прорастании пополняются естественным образом, а второй зависит от степени измельчения семян.

С помощью микрофотографирования и дисперсионного анализа водных дисперсий установлено, что липидная фаза в прорастающих семенах конопли подвергается эмульгированию и степень дисперсности возрастает при переходе в фазу проклёвывания, рис. 7. У жировых шариков выявлены чёткие белковые каркасы с толщиной оболочки $0,40 \pm 0,03$, сопоставимой с таковыми в молоке ($0,33 \pm 0,02$). В отличие от контроля (ДК) на основе покоящихся семян, где эмульсия отсутствует и по прошествии времени система расслаивается.

Для получения устойчивой дисперсии гречишной основы, важно знать состояние углеводного комплекса прорастающих семян, поскольку модифицированный крахмал, наряду с белками, участвует в процессах набухания, гелеобразования и структурообразования в конечных продуктах. Методом ВЭЖХ установлено, что гидролиз запасных полисахаридов сопровождается накоплением важных в физиологическом отношении моно- и олигосахаров, наиболее выраженным в фазе проклёвывания. общая сумма сахаров увеличивается на 24,7 %.

Модификация крахмальных зёрен коррелирует со сменой физиологического состояния семян. Наиболее отчётливо это заметно в точках перегиба 12-24 ч,

когда достижение семенами критической влажности и набухание гранул сопровождаются растворением части из них, а период интенсивного прорастания и начало синтеза новых белков (36-48 ч) приводят к массовому распаду зёрен

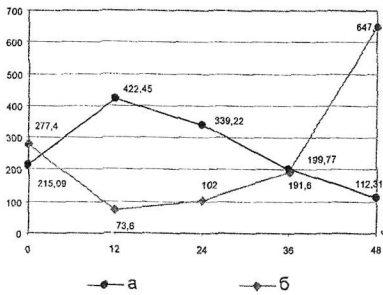


Рис. 8 - Изменение площади (а) и количества (б) крахмальных зерен при прорастании семян гречихи, $\times 10^3$ шт/мл

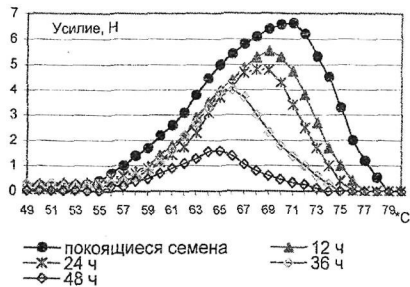
Рис. 9 - Амлюграмма изменения температуры клейстеризации крахмала при прорастании семян гречихи

Выбор и обоснование режимов технологического процесса, получение основы из прорастающих семян. Проращивание семян даёт возможность унифицировать традиционные приёмы извлечения питательных веществ.

Опытным путём было установлено, что по степени выраженности вкусовых ощущений и полноте химического состава удовлетворяют дисперсии, содержащие от 8,1% сухих веществ у гречишной основы до 9,5% - у конопляной, полученные при гидромодуле 1:4 - 1:9, при этом учитывается степень оводнения набухших семян. В силу установленных нами изменений в химическом составе семян, приходим к выводу, что на извлечение белков влияют два фактора: физиологическая фаза прорастания и степень дисперсности, а точнее общая величина активной поверхности частиц эндосперма и зародыща. Нами установлено, что при общем более низком уровне растворимости белков сухих семян - 46-56% (соя и конопля) 33% (гречиха), наибольший эффект даёт тонкое измельчение (соответственно: 65,7%; 70,9%; 51,3%). Тогда как, в материале из прорастающих семян достаточно размалывание до размеров 0,5 мм (соответственно: 82,9; 88,3; 60,5%), а переход от грубого измельчения к тонкому лишь незначительно увеличивает экстрагируемость.

Проводилось математическое моделирование влияния технологических параметров и физиологического состояния на агрегационную устойчивость и экстрактивность белков прорастающих семян, рис. 10.

а период интенсивного прорастания и начало синтеза новых белков (36-48 ч) приводят к массовому распаду зёрен (рис. 8: а - площадь крахмальных образований, мкм²; б - количество крахмальных образований, $\times 10^3$ шт/мл). При прорастании изменяются температура клейстеризации и скорость гелеобразования крахмала, к 48 ч наблюдается четырёхкратное снижение реологической характеристики крахмального клейстера, рис. 9.



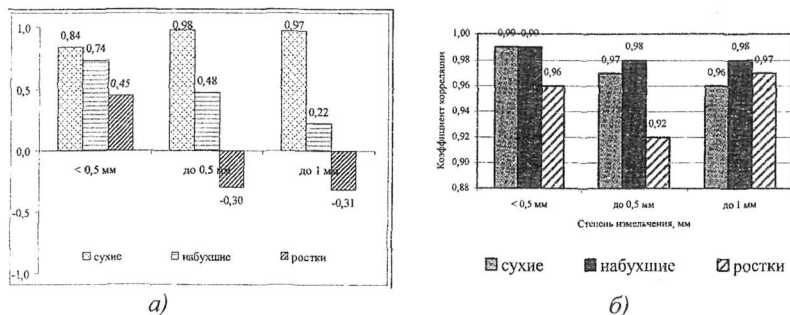


Рис. 10 - Значения коэффициентов корреляции между средними значениями: а) индекса стабильности и температурой экстракции; б) выхода белка и температурой экстракции при различных степенях измельчения

Несмотря на высокие значения коэффициентов корреляции между средними значениями индекса стабильности и температурой экстракции при различных степенях измельчения сухих семян, говорить об агрегационной устойчивости системы как таковой неправомерно, так как размеры отслоившейся фазы составляют от 40 до 60%. Для набухших семян и ростков наблюдается варьирование коэффициента корреляции соответственно степени измельчения семян в сторону его уменьшения с увеличением размера частиц. Учитывая значительную разницу в агрегационной устойчивости дисперсий из сухих семян и биоактивированных, у которых размеры отслоившей фазы значительно меньше и составляют 8-30% - набухших; и 3-8% - проросших, данные результаты можно считать подтверждающими предположение о том, что смена физиологического состояния сопровождается активизацией ФТС белкового комплекса. Результаты обработки экспериментальных данных выявили наличие трендов и нелинейный степенной характер связи между технологическими факторами и полученной функцией устойчивости системы для биоактивированных семян.

Также получены высокие значения коэффициентов корреляции между средними значениями выхода белка и температурой экстракции при различных степенях измельчения во всех физиологических фазах и выявлено наличие эффекта суммирования действия указанных факторов. Выход белка в процессе экстракции увеличивается с ростом степени измельчения и температуры в диапазоне до 65°C. Вместе с тем, значительная разница в количестве экстрагируемого белка у биоактивированных семян (0,46-0,49 мг/мл) по сравнению с сухими (0,18-0,35 мг/мл) также свидетельствует, что с запуском процесса прорастания изменяется природа запасных глобулинов.

Методом математического планирования в рамках полного факторного эксперимента по схеме (3³) оптимизирован процесс экстракции, учитывающий фазовое состояние белкового комплекса и получены уравнения регрессии: по массовой доле протеина в дисперсии:

$$Y_1 = 50,59 + 10,43 x_1 - 2,55x_1^2 - 0,84x_2 + 0,45x_1x_2 - 2,88x_2^2 + 7,62x_3 + 0,89x_1x_3; \quad (1)$$

по индексу стабильности белкового комплекса:

$$Y_2 = 17,51 - 16,97x_1 + 5,73x_1^2 + 1,59x_2 - 1,01x_1x_2 + 2,94x_2^2 - 6,73x_3 + 1,19x_1x_3 + 2,82x_1^2x_3 \quad (2)$$

В результате поиска наибольшего значения функции трёх переменных в узлах трёхмерной числовой решётки при заданных шагах изменения входных переменных и координат начала поиска установлена предпочтительная совокупность значений входных параметров X_1, X_2, X_3 , обеспечивающих максимум Y_1, Y_2 : физиологическая фаза - проклёвывание, массовая доля растворимого азота в дисперсии 66,5%, температура экстрагирования 60°C, дисперсность 0,5 мм.

Результатом проведённых исследований явилась разработка технологии двух видов растительной основы «Флора»: соевой (ФС) и конопляной (ФК), для производства функциональных напитков и заменителей молочных продуктов.

При разработке основы из прорастающих семян гречихи отработывались технологические приёмы, учитывающие специфику химического состава и особенности смены физиологических фаз. Опытным путём нами выявлена низкая подвижность азота из семян гречихи, в том числе и набухших, а при переходе к тонкому измельчению даже снижение растворимости. У набухших семян переход азота заметен выше, однако, максимум достигает 60,5% от общего. О замедлении диссоциации белково-

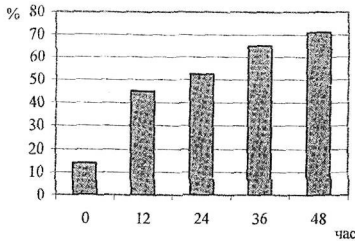


Рис. 11 – Выход белка в дисперсию из прорастающих семян гречихи при суммарном воздействии факторов

го комплекса свидетельствует также pH в кислой области - 5,6, когда при приближении к изоэлектрической точке блокируется часть активных N-концевых групп. Кроме того, как было установлено, в гречихе по сравнению с соей и коноплей в 1,6-2 раза ниже содержание кальция и в 1,6-2 раза содержание фосфора, следовательно, вклад электростатических сил в растворимость белков небольшой и необходимы

дополнительные воздействия. Вместе с тем, исследования показали, что содержание белка в основе зависит от физиологической фазы и увеличивается по мере углубления ферментативных процессов – к 24 ч на 75%, к 48 ч на 125% к первоначальному уровню. Параллельно исследовалось содержание витаминов в прорастающих семенах и параметры эффективного выделения в экстракты.

Опытным путём установлено: оптимальными являются pH 7,5; температура от 25°C до 35°C; измельчение <0,5мм; внесение ионов кальция 0,2 % от массы гречишной дисперсии (рис. 11). Максимальное содержание белка при данных условиях составляет до 1,34 % с.в., доля растворимого 55,3%. В результате проведённых исследований разработана рецептура и технология растительной основы «Росток», характеристика которой представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Характеристика растительной основы «Флора», «Росток»

Наименование показателя	Результаты исследования		
	ФК	ФС	«Росток»
Внешний вид	Эмульсия, присутствует незначительный осадок частиц оболочек	Однородная эмульсия	Однородная, прозрачная жидкость
Вкус и запах	Нейтральный, лёгкий аромат свежей зелени, без посторонних привкусов и запахов	Легкий бобовый аромат, без посторонних привкусов и запахов	Нейтральный, лёгкий аромат гречихи, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый, с сероватым оттенком	Белый, с кремовым оттенком	Слабый бежевый
Массовая доля с.в., %	8,8±0,7	8,5±0,5	8,1±0,5
Массовая доля белка, %	2,9±0,5	1,5±0,5	1,2±0,3
Массовая доля липидов, %	3,4±0,6	1,4±0,3	0,5±0,2
Массовая доля углеводов, %	1,8±0,5	4,8±0,8	5,7±0,7
Эн. ценность, кДж	205	159	149
pH	6,5-7,0	6,6-7,2	6,2-6,5
Общая кислотность Т°	19,0	21,5	19,5
Плотность, при 20°С, г/см ³	1,020	1,038	1,021
Вязкость, 10 ⁻³ Па·с	1,315-1,503	1,175-1,420	1,870-1,975
Стабильность дисперсии, при 20°С, %	100	100	-

Исследование технологических характеристик растительной основы из прорастающих семян. Таким образом, запуск процессов прорастания обеспечивает получение качественно нового состояния компонентов химического состава семян, что позволяет рассматривать их водные дисперсии как самостоятельные системы, в которых нельзя провести строгую границу между дисперсионной средой и дисперсной фазой.

В стабилизации дисперсий основную роль играют активированные путем прорастания запасные белки семян, проявляющие полиионные свойства на фоне активизации солевого обмена клеток. При набухании и проклёвывании запасные белки проявляют ионогенные свойства, связанные с расположением активных N – концевых групп при раскручивании четвертичной структуры молекул, частичном гидролизе, распаде на полумолекулы, появлении пептидных остатков и свободных аминокислот. В результате проведения дисперсионного анализа и определения техно-функциональных свойств установлено: основа «Флора» обоих видов представляет собой грубодисперсную систему лиофильного типа Т/Ж - из агрегированных в растворе высокомолекулярных модифицированных белков и растворов солей и Ж/Ж - распределённой в виде эмульсии жировой фазы.

Устойчивость жировой эмульсии обеспечивается присутствием биомодифицированных белковых комплексов прорастающих семян, по сути, представляющих собой высокомолекулярные ПАВ, являющиеся стабилизаторами для эмульсий 1-го рода. Белковые комплексы формируют на поверхности жировых частиц прочный адсорбционный слой - структурно-механический барьер, препятствующий коалесценции капель масла, и способствующий повышению вяз-

кости дисперсионной среды, что вызывает снижение скорости коалесценции. Кроме того, в клетках прорастающих семян присутствуют и переходят в дисперсии ПАВ липидной природы: фосфолипиды, моно- и диглицериды жирных кислот, эфиры моно- и диглицеридов с органическими кислотами. И, наконец, наличие естественного эмульгирования жира в клетках, действующего при запуске процессов прорастания, при котором возможна выработка специализированных структур, формируемых клеточными мембранами [В.Г. Лобанов, 1989; М.Н. Масный, 1990]. Таким образом, в силу особенностей структуры растительной основы и близости её по вышеназванным признакам к молоку, её можно рассматривать как сырьевой компонент в заменителях и комбинированных продуктах молочного типа.

Гречишная основа «Росток» также представляет собой грубодисперсную систему лиофильного типа Т/Ж. Однако, в её стабилизации участвуют помимо активированных путем прорастания запасных глобулинов, агрегированные в растворе высокомолекулярные частицы модифицированного крахмала. Жировая фаза не учитывается из-за невысокого содержания липидов в зерне гречихи (от 1,5 до 3%). Раскручивание четвертичной структуры глобулинов, распад на

полумолекулы, появление пептидных остатков и свободных аминокислот усиливают ионизацию молекул, способствуя образованию электростатических связей.

Комплексные исследования характера распределения частиц эмульсии в основе «Флора» и влияния на него режимов тепловой обработки и гомогенизации, определение физико-химических показателей подтвердили технологичность нового сырья и возможность использования в заме-



Рис. 12 - Дисперсность жировых эмульсий молока коровьего (МК) и растительной основы (ФС, ФК) по диаметру жировых шариков до гомогенизации и после - ГМК, ГФС, ГФК

нителях молочных продуктов, табл. 2, рис. 12.

Определение аминокислотного состава показало: белки всех видов основы полноценные, лучше сбалансированы, чем коровье молоко, рис. 13. У основы ФК по сравнению с молоком и ФС повышено содержание серосодержащих АК, лимитирующая лизин (75%). У ФС повышено содержание лизина (115%), лимитируют серосодержащие. В белках основы «Росток» лимитирующие лизин (77%), треонин (88%), но повышена сумма серосодержащих аминокислот. Таким образом, в сочетании с коровьим молоком и совместно они могут взаимно дополнять друг друга.

Сравнение витаминного состава коровьего молока и двух видов растительной основы (рис. 14) свидетельствует о более представительной водораствори-

мой группе в связи с присутствием витаминов В₁ и РР и более высоким содержанием витамина С.

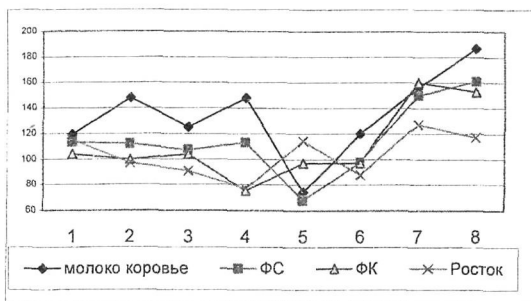


Рис. 13 - Биологическая ценность белков животного молока и растительной основы: 1-валлин, 2- изолейцин, 3- лейцин, 4- лизин, 5- метионин+цистин, 6- треонин, 7- триптофан, 8- фенилаланин+тирозин

Исключительно ценным качеством основы «Росток» следует считать наличие в ней рутинна, в значительной степени удовлетворяющего суточную потребность организма человека.

Разработка частных технологий заменителей молочных продуктов на растительной основе «Флора», «Росток». При разработке рецептов растительного мороженого необходимо было сохранить типичные для традиционного продукта консистенцию, структуру и вкусовые характеристики. По мнению многих специалистов на структуру и консистенцию мороженого влияют: соотношение жира и СОМО, воды и СОМО, воды и белка, состав и свойства белков, состав минеральных солей, присутствие электролитов, величина рН и т.д. Смеси для традиционного молочного мороженого имеют сложный рецептурный состав и в них обязательно входит дополнительное сырьё: наполнители, стабилизаторы структуры, жир (молочный или растительный), вкусовые добавки. В рецептурах изготавливаемых смесей были оба вида «Флора», жировая фаза -

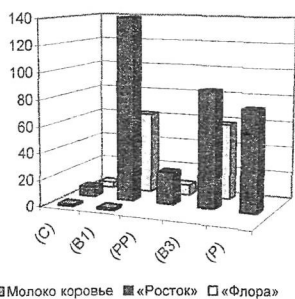


Рис. 14 - Процент удовлетворения суточной потребности в витаминах, на 100 г продукта

масло коровье, загуститель - стабилизатор Палсгаард, наполнители сухое обезжиренное молоко или толокно. Выбирая, таким образом, сырьевые компоненты, стремились максимально снизить или исключить из состава мороженого лактозу, непереносимость которой, по данным Всемирной Организации здравоохранения, выявляется у 10-80% различных групп населения.

Опытным путём установлено: использование стабилизатора Палсгаард в дозировках до 0,6 %, макси-

мально снижает поверхностное натяжение основы от $61-65 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ до $48-50 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$, наименьший объем выделившейся фазы при этом составляет 11,2-13,4%. В многокомпонентной системе смесей для мороженого комплекс Палс-

гаард взаимодействует не только с растительной основой, но и толокном, также обладающим функционально-технологическими свойствами, связанными с поверхностной активностью подвергнутых гидролизу белков и крахмала. Совместно они представляют смешанную композиционную систему, состоящую из нескольких поверхностно активных веществ, в которой необходимо определить дозировки и характер взаимного влияния. Нами установлено, что максимальная стабильность системы наблюдается при внесении 0,6% толокна, при этом объем выделившейся дисперсной фазы составляет 7,0-8,5%, а поверхностное натяжение снижается до $42-47 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$.

Технологические свойства моделей оценивали по показателям: вязкость (до и после гомогенизации и созревания), стойкость эмульсии, влияние гомогенизации. Использование модельных рецептур позволило исследовать эффективность технологических приёмов обработки нетрадиционной смеси и подготовки её к фризерованию и закаливанию.

На рис. 15 видно, что смеси хорошо поддаются гомогенизации, как показал дисперсионный анализ в обоих вариантах «Флоры» число жировых частиц увеличилось до 100 раз, а общая их поверхность – в 5-6 раз.

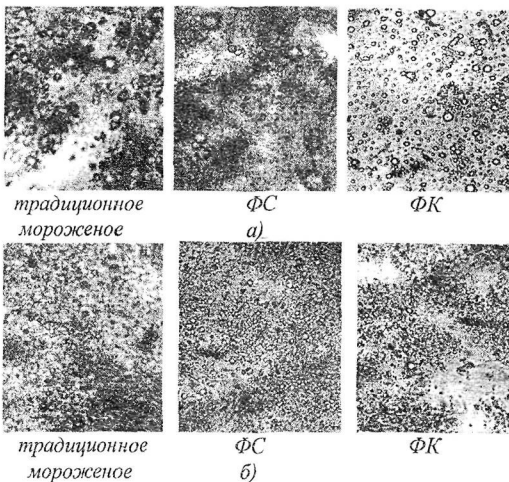


Рис. 15 - Дисперсность жировой фазы в смесях для мороженого до и после гомогенизации, увеличение $\times 500$

Результатом проведённых исследований явилась разработка 6 вариантов рецептур смесей для мороженого с указанными сочетаниями сырьевых компонентов (табл. 7), положительные органолептические качества которых были отмечены на представительных дегустациях. На примере двух видов растительного мороженого подтверждена типичность структуры, состоящей из трёх фаз: водной - кристаллы льда, воздушной - пузырьки воздуха и жировой - комочки жировых шариков, образующие скопле-

ния на оболочках воздушных пузырьков, по соотношению фаз близкая к традиционному молочному мороженому. При этом, наибольший объем сразу после фризирования занимает воздушная фаза, наименьший - жировая (табл. 5).

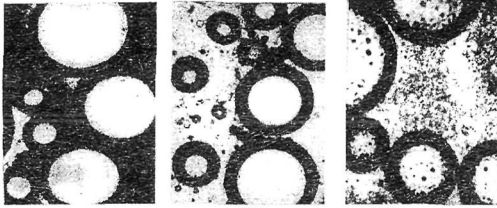
Таблица 5 - Структурные элементы в готовом мороженом, (при -5°C)

Структурный элемент	Объем фракций мороженого, %		
	молочного	ФС-2	ФК-2
Кристаллы льда	30	38,3±2,4	32,8±3,5
Пузырьки воздуха	50	52,8±3,5	55,7±1,6

Продолжение таблицы 5

Жировые шарики	6	5,2±0,9	6,5±1,1
Кристаллы лактозы	5	отсутствуют	отсутствуют

Воздушные пузырьки имеют правильную круглую форму, размеры и толщина сопоставимы с таковыми



молочное
мороженое

ФК

ФС

Рис. 16 – Пузырьки воздуха в мороженом при увеличении $\times 500$

и в молочном мороженом. Темные пятна вокруг них представляют собой слои подсыхших жировых шариков (табл. 6, рис. 16).

С помощью многофакторного анализа были выявлены функциональные зависимости предельного напряжения сдвига (ПНС) от состава мороженого - содержания белка

и стабилизатора, и параметров его технологической обработки - гомогенизации. Полученные результаты свидетельствуют о существовании оптимального значения предельного напряжения сдвига, при котором отдельные технологические показатели имеют максимальные значения.

Таблица 6 - Характеристика воздушной фазы мороженого после фризирования, мкм

Размеры воздушных пузырьков	Варианты		
	Молочное	ФС-2	ФК-2
Min	32,68±1,65	26,12±1,57	29,46±1,49
Mid	49,26±2,27	50,39±3,08	48,68±1,65
Max	69,22±2,66	62,29±1,96	67,37±2,47
Толщина оболочки	0,0099±0,0009	0,0063±0,0006	0,0096±0,0009

Математическая модель зависимости ПНС от состава мороженого и параметров его технологической обработки выражается уравнением:

$$Y = 9,03 - 1,88x_1 + 1,51x_3 + 0,524x_1x_2 + 0,682x_1x_2 - 0,98x_2x_3 \quad (3)$$

Где, Y - предельное напряжение сдвига; x_1 - массовая доля белка, %; x_2 - эффективность гомогенизации; x_3 - концентрация стабилизатора, %.

Оно адекватно описывает характер изменения ПНС в зависимости от воздействия факторов. При этом оптимальными будут: массовая доля белка 3,5%, концентрация стабилизатора 0,6%, эффективность гомогенизации 0,95.

Таблица 7 - Нормы расхода сырья на производство 1 т мороженого на растительной основе «Флора»

Сырьё	Составы, масс. %					
	ФС-1	ФС-2	ФС-3	ФК-1	ФК-2	ФК-3
ФС массовая доля: жира 1,2 %; сухих в-в 7,5 %	70,3	75,0	75,2	-	-	-
ФК массовая доля: жира 3,5 %; сухих в-в 8,5 %	-	-	-	75,4	75,5	67,0
Масло коровье массовая доля: жира 72,5 %; сухих в-в 75 %	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5

Продолжение таблицы 7

СОМ массовая доля сухих в-в 93 %	5,0	2,0	-	5,0	2,0	-
Толокно массовая доля: жира 6 %; сухих в-в 90%	-	3,0	5,0	-	3,0	5,0
Стабилизатор	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
Сахароза	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Ванилин	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Вода питьевая	-	-	-	-	-	-
Массовая доля жира, %	3,7	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля сухих в-в, %	29,0	29,0	29,0	30,0	29,0	29,0

Как показали исследования, все виды нового мороженого имеют полноценный химический состав, варианты на соевой основе характеризуются повышенным содержанием белка, сниженным углеводов. В рецептурах с полной заменой животного сырья (ФС-3; ФК-3) исключается лактоза, молочный жир дополняется растительным. Расчётным путём установлено улучшение жирнокислотного состава: на 13-44% снижается содержание насыщенных жирных кислот, на 48-157% увеличивается содержание ненасыщенных; значительно пополнен набор макро- и микроэлементов, водорастворимых витаминов. Улучшается сбалансированность и эффективность усвоения белкового комплекса.

Таблица 8 – Химический состав и энергетическая ценность мороженого на растительной основе «Флора»

Показатель	Варианты рецептуры мороженого						
	молочное	ФС-1	ФС-2	ФС-3	ФК-1	ФК-2	ФК-3
Влага, %	70,5	71,2	69,4	70,8	70,3	70,6	71,4
Белок, %	3,3	3,4	4,1	3,2	3,6	2,2	2,5
Жиры, %	3,5	3,7	4,6	3,8	4,9	4,0	4,9
НЖК	2,4	1,9	2,1	1,9	1,8	1,3	1,8
ПНЖК	1,1	1,7	2,4	1,9	2,9	2,9	2,7
Общие углеводы, %	3,5	20,5	19,7	20,8	19,8	20,9	19,6
В т.ч. крахмал, %	22,2	-	-	1,5	1,5	2,4	2,4
Витамины, (мг/100 г) в т.ч.:							
В ₁	0,03	0,04	0,04	0,03	0,95	0,95	0,84
РР	0,05	0,01	0,02	0,11	0,15	0,15	0,11
В ₂	0,35	0,19	0,25	0,26	0,45	0,45	0,39
Минеральные вещества, (мг/100г) в т.ч.:							
Са	136,0	69,0	42,0	23,2	109,2	81,0	55,5
Р	101,0	74,7	63,1	53,9	49,1	35,1	24,8
Mg	17,0	19,1	19,7	19,6	22,0	22,5	19,8
Fe	0,1	3,5	11,0	15,9	2,8	10,3	15,2
Энергетическая ценность, кДж/кг	558	539	586	552	579	537	558

На базе основы «Росток» разработаны технологии растительно-молочных напитков и пудингов. Соотношение растительной основы и коровьего молока для продуктов подбиралось опытным путём, обеспечивая максимальную имитацию молочных продуктов, использовалась также «Флора» соевая. В качестве вкусовых наполнителей, а также дополнительных источников витаминов, минералов и пищевых волокон взяты фруктовые и овощные соки и пюре, пшеничные отруби. Технологии получения растительно-молочных напитков и пудингов максимально приближены к технологиям производства традиционных молочных продуктов.

Разработка рецептур проводилась с учетом данных двухфакторного эксперимента, структурообразователь - желатин. Установлено, что вязкость гелей увеличивается пропорционально концентрации желатина и уменьшается с увеличением времени проращивания. В результате анализа данных графика поверхности отклика динамической вязкости, был сделан вывод о том, что в интервале концентраций желатина 2-3% при времени проращивания 20-24 ч вязкость образованных гелей является наиболее оптимальной (40-45 мПа·с).

$$z = 26,061 + 12,603 \cdot x - 0,304 \cdot y + 0,023 \cdot x^2 - 5,193 \cdot 10^{-3} \cdot y^2 + 2,614 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot y, \quad (4)$$

где z - эффективная вязкость мПа·с; x - концентрация желатина, %, y - время проращивания, ч.

По результатам органолептического анализа все продукты получили высокие оценки.

Характеристика пищевой ценности пяти вариантов разработанных напитков представлена в табл. 9, из которой видно, что замена традиционного молочного сырья на растительную основу, положительно влияет на химический состав готовых продуктов.

Таблица 9 - Пищевая ценность растительно-молочных напитков

Показатели	Молоко коровье	Полянка	Фантазия	Лира	Зерньшко	Шоколайт
М.д. сухих веществ, %	11,00	9,40	10,80	9,40	9,00	9,40
Протеина	3,20	2,85	2,21	1,89	0,90	0,93
Липидов	2,50	2,97	2,45	2,20	0,30	0,30
Углеводов	4,70	3,25	5,81	5,04	7,56	7,82
Энергетическая ценность, кДж	227	214,2	226,8	197,4	155,4	159,6

Расчётным путём установлено, что качество белков улучшается: во всех вариантах напитков от 13 до 36 % дополняется содержание лимитирующих серосодержащих аминокислот; увеличивается доля белков, расходуемых на пластические цели, и снижается на покрытие энергетических потребностей - КИБ возрастает на 19-26%, КУБ снижается на 40-75%. Максимальный эффект достигается в рецептурах с гречишной основой. Наиболее оптимальными по степени сбалансированности аминокислотного состава являются варианты «Фантазия» и «Лира», где представлена смесь молока коровьего и двух видов основы («Росток», «Флора»).

В химическом составе пудингов также присутствуют все полезные компоненты, табл. 10. Они имеют полноценный белок, сумма НЗАК на 6-15% выше рекомендуемой ФАО/ВОЗ. Комбинирование молочного и растительного сырья позволяет значительно увеличить в них содержание дефицитных в молоке серосодержащих АК. Увеличивается доля белка, расходуемого на пластические цели, и снижается на покрытие энергетических потребностей - КИБ возрастает на 19-38%, КУБ снижается на 78-87%. Максимальный эффект достигается в рецептуре с соевым молоком.

Таблица 10 - Пищевая ценность растительно-молочных пудингов

Показатели	«Мила»	«Диана»	«Златка»
М.д. сухих веществ, %	22,80	17,60	15,50
Протеина	5,83	3,57	2,33

Продолжение таблицы 10

Липидов	2,13	2,17	3,03
Углеводов	14,23	11,38	9,59
Энергетическая ценность, кДж	417,5	332,2	300,1

Физико-химические, микробиологические и показатели безопасности напитков и пудингов после приготовления и по окончании сроков хранения - 36 ч и 72 ч свидетельствуют о полном их соответствии требованиям ТУ и СанПиН 2.3.2.1078. Установлено, что разработанные технологии являются экономически выгодными и целесообразными в условиях производства.

Как показали исследования, все разработанные виды заменителей молочных продуктов, по сравнению с традиционными молочными, обогащены по витаминному и минеральному комплексам, рис. 17-20.



Рис. 17 - Удовлетворение суточной потребности в витаминах 100 г напитка

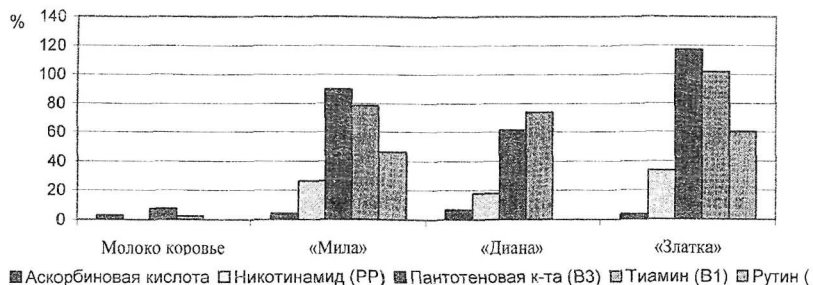


Рис. 19 - Удовлетворение суточной потребности в витаминах 100 г пудингов

ВЫВОДЫ

1. Установлены основные закономерности изменения функционально-технологических характеристик и химического состава клеточных полимеров двудольных семян при инициации процесса прорастания, доказана возможность получения технологичного сырья, с высокой пищевой и биологической ценностью и эффективностью его применения в технологии растительной основы и заменителей молочных продуктов функционального значения.

2. На основании комплексной оценки товарных свойств, пищевой ценности и показателей безопасности районированных сортов сои, конопля и гречихи, обоснован выбор хозяйственно-ботанических сортов, пригодных для переработки в качественно новое сырьё, преимущества которых определяются не только высокими массовыми долями полноценного белка, но и присутствием ряда эссенциальных компонентов в благоприятном соотношении.

3. Определены оптимальные параметры ведения процесса проращивания, дающие возможность снизить потери сухой массы и азотистых веществ, ориентироваться в потребности семян в воде и регулировать расход при замачивании, прогнозировать функционально-технологические свойства компонентов. Оптимальные соотношения семена : вода у сои 1:4 - 1:6; гречихи – 1:2 - 1:4; конопля – 1:3 - 1:4. Оптимальное время замачивания сои и гречихи 6 ч, конопля – 8 ч с последующим периодическим орошением, сроки наклёва у семян гречихи – 24-36 ч, у конопля – 42-48 ч, у сои – 48-72 ч.

4. Выявлена взаимосвязь между сменой физиологических фаз, электрохимическими показателями и изменением солевого состава вытяжек из семян. Определены по фазам степень и глубина протекания гидролитических процессов в белковом комплексе, в том числе глобулинах. Показано влияние стадий прорастания семян на функционально-технологические свойства структурообразующих компонентов клеток. Обоснована целесообразность переработки в ранние сроки прорастания.

5. Получены данные о повышении биологической ценности белкового комплекса прорастающих семян на стадиях набухания и проклёвывания: рост содержания водо- и солерастворимой фракции - в среднем у сои на 28,5 %, конопля 23,4 %, гречихи 19,9 %; значительное снижение нерастворимого остатка - у набухших семян в среднем до 47,1 %, проклюнувшихся до 62,0 %; улучшения аминокислотного состава.

6. Методом ВЭЖХ установлено, что гидролиз запасных полисахаридов семян гречихи сопровождается накоплением важных в физиологическом отношении моно- и олигосахаров, наиболее выраженным в фазе проклёвывания, увеличение общей суммы сахаров на 24,7 %. Определено накопление водорастворимых витаминов в семенах конопля и гречихи и параметры их эффективного экстрагирования.

7. В дисперсиях из семян сои и конопля в трёх физиологических состояниях установлено изменение характера распределения жировой фазы при набухании и прорастании, связанное с проявлением жирозумулирующих свойств модифицированных белков и накоплением ПАВ, продуктов гидролиза клеточ-

ных полимеров. У семян гречихи установлена модификация ФТС крахмала, коррелирующая со сменой физиологического состояния семян.

8. С помощью математического моделирования обоснованы оптимальные параметры и режимы получения растительной основы «Флора» из семян сои и конопли. Опытным путём определены параметры и условия получения основы «Росток» из семян гречихи (рН, гидромодуль, время экстрагирования, температура, степень измельчения, ионизация раствора с помощью ионов кальция) и выявлено их влияние на растворимость белкового, углеводного и витаминного комплексов.

9. Полученная растительная основа «Флора», «Росток» представляют собой устойчивую полидисперсную систему лиофильного типа, приближенную к молоку по органолептическим показателям, техно-функциональным характеристикам, содержанию сухих веществ; имеют полноценный химический состав, более сбалансированные, по сравнению с казеином, белки, отсутствует лактоза. Жировая фаза «Флоры» находится в эмульгированном состоянии, по степени дисперсности близкой к негомогенизированному молоку. Структурообразователями «Росток» являются модифицированные крахмал и белки.

10. На основе «Флора» научно и экспериментально обоснована, разработана и реализована в производственных условиях технология заменителей молочного мороженого в 6 вариантах рецептур, полноценного по химическому составу, обогащённого эссенциальными ингредиентами. Результаты исследований характера структурообразования, фазового состава, кристаллообразования, органолептических показателей, в том числе при хранении подтвердили типичность продуктов и качественный уровень.

11. Научно и экспериментально обоснованы, разработаны и реализованы в производственных условиях технологии заменителей молочных продуктов с использованием «Росток» – напитков и пудингов. Методом математического моделирования выявлена степень влияния концентрации структурообразователя и времени прорастания зерна гречихи на реологические и органолептические свойства пудингов. Показано: в интервале концентраций структурообразователя 2-3 % при времени прорастания 20-24 ч вязкость образованных гелей является наиболее оптимальной. Изучена пищевая ценность, органолептические и микробиологические показатели продуктов, установлены их сроки хранения. По содержанию физиологически важных ингредиентов разработанные продукты отнесены к функциональным

12. Подтверждена экономическая эффективность производства новых продуктов, основанная на диверсификации сырьевой базы перерабатывающих предприятий, расширении контингента потребителей, снижении себестоимости готовой продукции, обогащении функциональными ингредиентами.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

1. Самофалова Л.А. Биологическая ценность конопляного масла // Сб. науч. статей проф.-преп. состава и аспирантов МУПК по итогам научно-исслед. работы за 1999г. Ч.6. Московский университет потребительской кооперации, М.: 2000г. С. 146-147
2. Самофалова Л.А. Товарные и технологические показатели качества семян безгашишной конопля // Масложировая промышленность. №3. 2001. С. 30-31.
3. Самофалова Л.А. Коноплеводство в Орловской области и его перспективы // Вестник всероссийского научно-исследовательского института жиров. №1. январь-июнь, 2001. с.3-4.
4. Самофалова Л.А. Характеристика белкового комплекса семян конопля // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров №2. 2001. С. 11-14
5. Самофалова Л.А. Расширение переработки семян конопля // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. №2. 2001. С. 15
6. Самофалова Л.А., Лисицын А.Н., Григорьева В.Н. Характеристика качества и жирнокислотный состав конопляного масла из семян культурной конопля, выращенных в Орловской области // Масложировая промышленность. №1. 2002. С. 24-25.
7. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Голышкин Л.В. Исследование распределения жира в дисперсиях растительного молока из прорастающих семян конопля // Сб. «Материалы I международного конгресса: Биотехнология – состояние и перспективы развития». Москва 14-18 октября. 2002 С. 109.
8. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Артёмова Е.В. Исследование изменений химического состава прорастающих семян культурной конопля на стадии набухания // Сб. «Материалы II Московского международного конгресса: «Биотехнология: состояние и перспективы развития», ч.2. Москва. 10-14 ноября. 2003г. С. 169-170.
9. Самофалова Л.А., Притульская Н.В., Иванова Т.Н. и др. Оптимизация потребительских свойств мучных концентратов с использованием нетрадиционного белоксодержащего сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. №6. 2003. С.62-65.
10. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Исследование дисперсий растительного молока из семян культурной конопля // Известия Орловского государственного технического университета. Лёгкая и пищевая промышленность, вып. 3-4, г. Орёл, июль-декабрь, 2003. С.45-51
11. Самофалова Л.А. Симоненкова А.П., Климова Е.В., Павловская Н.Е. и др. Исследование субъединичного состава и глубины протеолиза белкового комплекса семян конопля при набухании и прорастании с помощью электрофореза в полиакриламидном геле // Сб. «Материалы научно-методической конференции (в 2 частях, ч.2). Физиологические аспекты продуктивности растений», г. Орёл, ОрёлГАУ, 17-20 марта. 2004. С. 188-195.
12. Самофалова Л.А., Климова Е.В. Технологические подходы и принципы получения заменителей молока из масличного и зернового сырья // Материалы

III Международной научно-практической конференции «Динамика научных достижений - 2004», т. 16. Сельское хозяйство – Днепропетровск: «Наука і освіта». 2004. С. 26-27

13. Самофалова Л.А., Березина Н.А. Исследование возможности повышения качества ржано-пшеничного хлеба путём внесения конопляной добавки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. №4. 2004. С.31-33.

14. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Исследование технологических свойств эмульсий растительного молока как сырья для производства мороженого и оценка качества смесей // Пищевая промышленность. №6. 2004. С. 88-89.

15. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Климова Е.В. Исследование модификации белкового комплекса прорастающих семян на примере некоторых двудольных растений и расширение их переработки // Сб. «Труды Второго съезда Общества биотехнологов России». Москва, 13-15 октября. 2004. С. 247-251

16. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Заменитель молока «Молоко Флора»: информационный листок № 53-036 – 05. Орёл: ЦНТИ. 2005. 3с.

17. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Орешина М.И. Влияние гомогенизации на дисперсность жировой фазы в растительном мороженом: информационный листок № 53-023 – 05. 01.09. Орёл: ЦНТИ. 2005. 3 с.

18. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Применение толокна в производстве мороженого на растительной основе: информационный листок № 53-022 – 05, 15.10. Орёл: ЦНТИ. 2005. 3с.

19. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Расширение ассортимента функционального мороженого для потребителей с непереносимостью молока: информационный листок № 53-021 – 05, 05.06. Орёл: ЦНТИ. 2005. 3с.

20. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Технология и биотехнология применения прорастающих семян в пенновзбивной продукции: монография. Г. Орёл: ОрёлГТУ. 2006. 139 с.

21. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Функциональное мороженое на основе растительного молока из прорастающих семян // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. №1. С.58-60.

22. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Основа из прорастающих бобов сои: информационный листок № 53-081-06 Серия 65.53.03. Орёл: ЦНТИ, 2006. 2 с.

23. Самофалова Л.А., Климова Е.В. Биохимические и функциональные характеристики напитков на основе прорастающих семян некоторых двудольных растений // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. №4. С.54-56.

24. Климова Е.В., Самофалова Л.А. Биоактивация витаминного комплекса семян гречихи и сои на ранних фазах прорастания и динамика миграции водорастворимых витаминов при экстракции // Хранение и переработка с/х сырья. 2006. №8. С.51-53.

25. Самофалова Л.А., Климова Е.В. Научно-практические аспекты производства функциональных продуктов на основе из прорастающих семян гречихи: монография. Г. Орёл: ОрёлГТУ. 2007. 123 с.

26. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Сафронова О.В. и др. Сравнительная оценка сортов сои районированных в Орловской области // Материалы V Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания 2007» - ч. 2. Москва, МГУПП. 18-19 сентября 2007. С.329-331

27. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Экспериментальное обоснование технологии безмолочного мороженого на основе растительного молока из прорастающих семян двудольных растений // Известия ОрёлГТУ. Лёгкая и пищевая промышленность. № 5-6, 2007. С. 45-51.

28. Самофалова Л.А. Научное и практическое обоснование биотехнологии прорастающих семян в пищевой переработке и животноводстве // Сб. «Материалы Международной научно-практической конференции: «Биотехнология. Вода и пищевые продукты». В рамках Московского международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 11-13 марта 2008. С. 26.

29. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П. Исследование характера кристаллообразования в мороженом на основе растительного молока из прорастающих семян // Мороженое и замороженные продукты. 2008. №2. С.22-24.

30. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Получение соевого молока со сниженными антипитательными свойствами: информационный листок № 53-033-08. Орёл: ЦНТИ, 2008. 2с.

31. Самофалова Л.А., Климова, Е.В., Сафронова О.В. и др. Пищевая и биологическая ценность новых видов растительно-молочных напитков из прорастающих семян // Товароведение продовольственных товаров. 2008. № 4. С. 24-28.

32. Самофалова Л.А. Биоактивация белкового комплекса двудольных семян при прорастании и перспективы использования в технологии растительных аналогов молока // Хранение и переработка с/х сырья. №11. 2008. С. 40-43.

33. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Получение кисломолочно-соевых напитков: информационный листок № 053-032-08. Орёл: ЦНТИ. 2008. 2 с.

34. Самофалова Л.А., Симоненкова А.П., Климова Е.В. и др. Оценка белкового компонента растительной основы для комбинированных продуктов молочного типа // Материалы Юбилейного V Московского международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М.: Экспобиохим РХТУ им. Менделеева, 16-20 марта 2009. С. 126.

35. Самофалова Л.А. Симоненкова А.П., Климова Е.В. и др. Растительная основа для получения функциональных напитков и молкосодержащих продуктов // Пиво и напитки. №5, 2009, с. 44-45.

36. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Способ получения растительного напитка повышенной пищевой ценности с улучшенными органолептическими характеристиками: информационный листок №57-027-09. Орёл: ЦНТИ. 2009. 2с.

37. Самофалова Л.А., Климова Е.В. Получение напитков на основе из прорастающих семян гречихи: информационный листок №57029-09. Орёл: ЦНТИ. 2009. 2с.

38. Самофалова Л.А., Климова Е.В. Опыт применения растительных заменителей молока в технологии комбинированных десертов: информационный листок №57028-09. Орёл: ЦНТИ, 2009. 2с.

39. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Возможности расширения ассортимента пробиотических продуктов на основе прорастающих семян сои // Материалы: 2-й Международный Конгресс-Партнёринг по биотехнологии и биоэнергетике «Евразия-Био», 12-14 апреля 2010. С. 168-160.

40. Самофалова Л.А., Шмаркова Л.И. Анализ влияния технологических параметров на агрегационную устойчивость растительной основы и эффективность извлечения белков из прорастающих семян //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов №2, 2010. С. 17-23.

41. Патент на изобретение RU №2185069. Способ получения растительно-го молока из семян конопли. /Л.А. Самофалова; // Оpubл. 20 июля, 2002, Б.И. № 20.

42. Патент на изобретение. RU №2182425. Способ производства хлеба. /Л.А. Самофалова; // Оpubл. 20 мая 2002, Б.И. № 14.

43. Патент на изобретение. RU №2199244. Способ получения пищевой муки масличных семян. /Л.А. Самофалова; // Оpubл. 27 февраля, 2003, Б.И. № 6.

44. Патент на изобретение. RU №2216195. Способ производства конфет типа пралине. /Л.А. Самофалова; // Оpubл. 20 ноября 2003, Б.И. № 32.

45. Патент на изобретение. RU №2244437. Смесь для приготовления мороженого / Л.А. Самофалова, А.П. Симоненкова; // Оpubл. 20.01 2005, Б.И. № 2.

46. Патент на изобретение. RU №2256378. Способ получения растительного продукта «Росток» / Л.А. Самофалова, Н.Е. Павловская, Е.В. Климова, Р.В. Климов; // Оpubл. 02.03.2005, Б.И. № 20

47. Патент на изобретение. RU №2290827. Способ производства мороженого / Л.А. Самофалова, А.П. Симоненкова; // Оpubл. 10.01. – 2007, Б.И. № 1.

48. Патент на изобретение. RU №2292724. Творожный продукт. /Л.А. Самофалова, Е.В. Климова; // Оpubл. 10.02.2007, Б.И. № 4.

49. Патент на изобретение. RU №2312506. Способ производства кисломолочного продукта / Л.А. Самофалова, О.В. Сафронова; // Оpubл. 20.12. -2007, Б.И. № 35.

50. Патент на изобретение RU №2338432. Способ получения растительно-го напитка / Л.А.Самофалова, О.В. Сафронова. // Оpubл. 20 ноября 2008, Б.И. № 32.

Подписано к печати 27.12.10. Формат 60x80 1/16. Бумага писчая.

Печать офсетная. Печ. л. 1.0. Тираж 100 экз. Заказ № 279.

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9